



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Implementación de una máquina automática de amasado de caramelo,
mediante elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos, para incrementar la
producción, disminuir los tiempos del proceso y sus cortes en porciones, en la
ciudad de Latacunga**

Herrera Negrete, Marlon Vinicio

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en
Electromecánica.

Ing. Lara Jácome, Oscar Rodrigo

07 de febrero del 2022

Latacunga



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

Certificación

Certifico que la monografía, **“Implementación de una máquina automática de amasado de caramelo, mediante elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos, para incrementar la producción, disminuir los tiempos del proceso y sus cortes en porciones, en la ciudad de Latacunga”** fue realizado por el señor **Herrera Negrete, Marlon Vinicio** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 07 de Febrero del 2022

Firma:

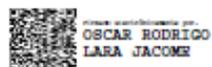
Ing. Lara Jácome, Oscar Rodrigo

C.C.: 050296059-4

Reporte de verificación de contenido



Identical Words	433
Words with Minor Changes	268
Paraphrased Words	13
Omitted Words	0



.....
Ing. Lara Jácome, Oscar Rodrigo

C.C.: 050296059-4



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

Responsabilidad de autoría

Yo, **Herrera Negrete, Marlon Vinicio**, con cédula de ciudadanía n°**0550027254** declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Implementación de una máquina automática de amasado de caramelo, mediante elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos, para incrementar la producción, disminuir los tiempos del proceso y sus cortes en porciones, en la ciudad de Latacunga”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 07 de Febrero del 2022

Firma:

HERRERA NEGRETE, MARLON VINICIO

C.C.: 0550027254



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

Autorización de publicación

Yo, **Herrera Negrete, Marlon Vinicio**, con cédula de ciudadanía n° **0550027254**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Implementación de una máquina automática de amasado de caramelo, mediante elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos, para incrementar la producción, disminuir los tiempos del proceso y sus cortes en porciones, en la ciudad de Latacunga**, en el Repositorio Institucional cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 07 de Febrero del 2022

Firma:

HERRERA NEGRETE, MARLON VINICIO

C.C.: 0550027254

Dedicatoria

A mi familia y en especial a mi padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Agradecimiento

El presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

Agradezco a los todos docentes de la carrera en Electromecánica que con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad de las Fuerzas Armadas.

Tabla de contenidos

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Reporte de verificación de contenido	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenidos.....	8
Índice de figuras.....	12
Índice de tablas	16
Índice de ecuaciones	17
Resumen	18
Abstract.....	19
Introducción.....	20
Antecedentes	20
Planteamiento del problema	22
Justificación.....	23
Objetivos	24
<i>Objetivo general</i>	24
<i>Objetivos específicos</i>	25
Alcance.....	25
Marco teórico.....	27
Reseña histórica de la melcocha.....	27
Elaboración de la melcocha artesanal	28
<i>Cocción de la panela</i>	28

<i>Enfriamiento de la masa</i>	29
<i>Amasado de la melcocha (materia prima)</i>	30
<i>Manera de corte y moldeo</i>	31
Tiempos de producción.....	32
Tipos de máquinas amasadoras	33
<i>Amasadora espiral</i>	33
<i>Amasadora de brazos horizontales</i>	34
<i>Amasadora de brazos verticales</i>	35
Elementos de transmisión mecánica de una máquina amasadora.....	36
<i>Poleas de transmisión</i>	36
<i>Engranajes</i>	37
<i>Ruedas dentadas y cadena</i>	38
Chumaceras	39
Ejes de transmisión de potencia	40
Brazos de la máquina	41
Reductor de velocidad mecánico	43
Estructura de soporte de la máquina	44
Motores eléctricos	46
<i>Motor bifásico</i>	47
<i>Motor trifásico</i>	47
Elementos de control y mando eléctrico.....	48
<i>Pulsadores</i>	48
<i>Interruptores y Conmutadores</i>	50
<i>Contactores</i>	51
<i>Lámparas de Señalización</i>	52
Elementos de protección eléctrica	54

<i>Cortocircuito fusible</i>	54
<i>Relé térmico</i>	55
<i>Interruptor magnetotérmico</i>	56
<i>Interruptor diferencial</i>	57
<i>Interruptor o relé electromagnético</i>	58
<i>Seccionadores</i>	58
<i>Tablero eléctrico</i>	59
Componentes electrónicos	60
<i>Temporizador On delay</i>	60
<i>Temporizador Off delay</i>	61
Conductores eléctricos	62
Desarrollo del tema	64
Selección de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos	64
<i>Elementos eléctricos</i>	64
<i>Motor eléctrico</i>	64
<i>Conductores eléctricos</i>	68
<i>Interruptor termomagnético</i>	70
<i>Contactador</i>	72
<i>Relé térmico</i>	74
<i>Pulsadores</i>	77
<i>Luces piloto</i>	78
<i>Gabinete eléctrico</i>	78
Elementos electrónicos	79
<i>Relevador On delay</i>	79
Elementos mecánicos	80
<i>Caja reductora</i>	80

<i>Sistema de transmisión mediante poleas y correa</i>	82
<i>Engranajes rectos</i>	84
<i>Sistema de transmisión mediante piñones y cadena</i>	86
<i>Chumacera</i>	90
<i>Ejes de transmisión</i>	91
<i>Ejes de acero inoxidable</i>	92
Construcción de la estructura	93
Montaje del motor y caja reductora en la estructura.....	94
Montaje de ejes de transmisión	97
Construcción de brazos amasadores.....	99
Montaje de elementos eléctricos de protección y de mando.	102
<i>Circuito de fuerza y de mando simulado en CADeSIMU</i>	105
Pruebas de funcionamiento	105
Análisis y resultados de tiempos de producción.	108
Conclusiones y Recomendaciones.....	112
Conclusiones	112
Recomendaciones	112
Bibliografía.....	114

Índice de figuras

Figura 1 <i>Plantación de caña de azúcar.</i>	27
Figura 2 <i>Extracción de jugo de caña.</i>	28
Figura 3 <i>Cocción de la panela.</i>	29
Figura 4 <i>Enfriamiento de la masa.</i>	30
Figura 5 <i>Obrero amasando la melcocha.</i>	31
Figura 6 <i>Moldes para melcocha.</i>	31
Figura 7 <i>Amasado de melcocha por hora.</i>	32
Figura 8 <i>Amasadora espiral.</i>	33
Figura 9 <i>Amasadora de brazos horizontales.</i>	34
Figura 10 <i>Amasadora industrial de brazos horizontales.</i>	35
Figura 11 <i>Amasadora de brazos verticales.</i>	36
Figura 12 <i>Poleas de transmisión.</i>	37
Figura 13 <i>Engranajes rectos.</i>	38
Figura 14 <i>Transmisión piñón-cadena.</i>	39
Figura 15 <i>Chumaceras y rodamientos.</i>	40
Figura 16 <i>Ejes de transmisión.</i>	41
Figura 17 <i>Brazos excéntricos.</i>	42
Figura 18 <i>Disposición final de brazos excéntricos.</i>	43
Figura 19 <i>Motor reductor.</i>	44
Figura 20 <i>Ejemplo de estructura de soporte #1.</i>	45
Figura 21 <i>Ejemplo de estructura de soporte #2.</i>	46
Figura 22 <i>Motores eléctricos tipo jaula de ardilla.</i>	47
Figura 23 <i>Pulsador de paro</i>	48
Figura 24 <i>Pulsador de marcha.</i>	49
Figura 25 <i>Pulsador normalmente abierto y un normalmente cerrado.</i>	49

Figura 26 <i>Paro de emergencia</i>	50
Figura 27 <i>Conmutador</i>	51
Figura 28 <i>Contactador</i>	52
Figura 29 <i>Código de colores</i>	53
Figura 30 <i>Luces piloto</i>	54
Figura 31 <i>Cortacircuitos Fusible</i>	55
Figura 32 <i>Relé térmico</i>	56
Figura 33 <i>Interruptor magnetotérmico</i>	57
Figura 34 <i>Interruptor diferencial</i>	58
Figura 35 <i>Tablero eléctrico</i>	59
Figura 36 <i>Riel din</i>	60
Figura 37 <i>Temporizador On delay</i>	61
Figura 38 <i>Funcionamiento Relevador On delay</i>	62
Figura 39 <i>Conductores eléctricos</i>	63
Figura 40 <i>Motor jaula de ardilla de 1 HP</i>	68
Figura 41 <i>Conductores eléctricos</i>	70
Figura 42 <i>Interruptor termomagnético de 63 A</i>	72
Figura 43 <i>Contactador LS de 12 A</i>	74
Figura 44 <i>Relé térmico RW</i>	77
Figura 45 <i>Pulsador de marcha y pulsador de paro 110v</i>	77
Figura 46 <i>Luces piloto 110v</i>	78
Figura 47 <i>Gabinete eléctrico</i>	79
Figura 48 <i>Relevador On delay</i>	80
Figura 49 <i>Reductor</i>	82
Figura 50 <i>Sistema de transmisión mediante poleas y correa</i>	83
Figura 51 <i>Engranajes rectos</i>	86

Figura 52 <i>Piñones</i>	88
Figura 53 <i>Cadena</i>	89
Figura 54 <i>Chumacera de 1 pulgada</i>	91
Figura 55 <i>Eje de transmisión de potencia</i>	91
Figura 56 <i>Eje amasador de acero inoxidable 304</i>	93
Figura 57 <i>Estructura de la máquina</i>	93
Figura 58 <i>Montaje del motor en la estructura</i>	94
Figura 59 <i>Primer eje de transmisión con elementos fijados</i>	95
Figura 60 <i>Segundo eje de transmisión con elementos fijados</i>	95
Figura 61 <i>Tercer eje de transmisión con elementos fijados</i>	96
Figura 62 <i>Montaje del primer eje en la estructura metálica</i>	97
Figura 63 <i>Montaje del primer eje en la estructura metálica</i>	97
Figura 64 <i>Montaje del tercer eje en la estructura metálica</i>	98
Figura 65 <i>Sistema de transmisión ensamblado</i>	98
Figura 66 <i>Brazos amasadores</i>	99
Figura 67 <i>Máquina amasadora ensamblada</i>	100
Figura 68 <i>Máquina amasadora de melcocha pintada</i>	101
Figura 69 <i>Montaje de elementos eléctricos y electrónicos</i>	102
Figura 70 <i>Elementos eléctricos de protección y mando montados</i>	103
Figura 71 <i>Gabinete fijado a la estructura</i>	103
Figura 72 <i>Máquina finalizada</i>	104
Figura 73 <i>Simulación en CAdSIMU</i>	105
Figura 74 <i>Panela pura</i>	106
Figura 75 <i>Panela hirviendo</i>	106
Figura 76 <i>Panela lista para ser enfriada</i>	107
Figura 77 <i>Masa enfriada</i>	108

Figura 78 <i>Masa ubicada en los brazos de la máquina.</i>	109
Figura 79 <i>Masa siendo estirada.</i>	109
Figura 80 <i>Melcocha lista para los moldes.</i>	110
Figura 81 <i>Melcocha siendo ubicada en moldes.</i>	110

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Tabla con el amperaje que soportan los cables de cobre.....</i>	63
Tabla 2	<i>Tabla de medidas del motor eléctrico Lafert.</i>	67
Tabla 3	<i>Tabla con selección del conductor eléctrico AWG.....</i>	69
Tabla 4	<i>Catálogo de interruptores termomagnéticos CHNT.</i>	71
Tabla 5	<i>Tipos de contactores por su categoría de empleo.....</i>	73
Tabla 6	<i>Relés de Sobrecarga Térmicos RW de 0,28 a 840 A</i>	76
Tabla 7	<i>Relaciones de reducción disponibles.....</i>	81
Tabla 8	<i>Tabla de módulos de engranajes y pasos estandarizados (UNE 3121).....</i>	85
Tabla 9	<i>Tabla estándar de número de dientes disponibles en piñones</i>	87
Tabla 10	<i>Tabla estandarizada de tipo de cadena según su categoría.....</i>	89
Tabla 11	<i>Tipos de chumaceras.....</i>	90
Tabla 12	<i>Constantes elásticas y físicas de materiales</i>	92
Tabla 13	<i>Tabla de referencia de tiempos de producción según cantidades.....</i>	111

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 <i>Transformación de kilogramos a newtons</i>	65
Ecuación 2 <i>Fuerza total</i>	65
Ecuación 3 <i>Torque</i>	66
Ecuación 4 <i>Potencia necesaria para girar los brazos:</i>	66
Ecuación 5 <i>Ley de Ohm</i>	69
Ecuación 6 <i>Corriente a la que se va a ajustar el relé</i>	74
Ecuación 7 <i>Relación de voltaje</i>	75
Ecuación 8 <i>Relación de transmisión</i>	83
Ecuación 9 <i>Paso diametral del engranaje</i>	84
Ecuación 10 <i>Módulo del engranaje</i>	85

Resumen

El proceso que conlleva al artesano realizar la melcocha, tiende a ser muy extenuante, ya que depende de una serie de pasos para lograr un producto de calidad. El amasado es solo uno de los procesos que implican la elaboración de éste dulce tradicional, pero es el más agotador por la fuerza que debe ejercer el artesano al momento de amasarlo con las manos, solo apoyándose de un gancho previamente colocado y con la masa aún caliente. La máquina amasadora de melcocha cuenta con dos brazos excéntricos de acero inoxidable 304, con dos ejes colocados horizontalmente en cada brazo, que giran en sentido horario y antihorario respectivamente para lograr el amasado de éste dulce tradicional. La parte superior de la máquina cuenta con una bandeja para colocar la masa final y ubicarla en los moldes de madera para dar forma al caramelo. Con la implementación de este prototipo el artesano podrá amasar más de 8 libras, aumentando la producción, acortando los tiempos que toma al artesano elaborar el producto final y sin límites en la productividad de la máquina.

Palabras clave:

- **MÁQUINA AMASADORA DE MELCOCHA**
- **AUTOMATIZACIÓN ELÉCTRICA**
- **ACERO INOXIDABLE 304**
- **PRODUCTIVIDAD**

Abstract

The process that the artisan does to make the “Melcocha” tends to be very exhausting because it depends on many steps to obtain a quality product. The kneading is just one step of the processes which involves the preparation of this traditional sweet, but this the most exhausting step due to the force that the artisan does when he kneads it with his hands, only supporting on a hook previously placed and with the still hot dough. The “Melcocha” kneader machine has two stainless steel eccentric arms (304), with two shafts placed horizontally in each arm, which spin clockwise and counterclockwise respectively to get the kneading of this traditional sweet. The upper part of the machine has a tray to place the final dough and place it in the wooden molds to shape the candy. With the implementation of this prototype, the artisan will be able to knead more than 8 pounds, increasing the production, shortening the time that craftsman takes to produce the final product, without limits in the productivity of the machine.

Keywords:

- **MARSHMALLOW KNEADING MACHINE**
- **ELECTRICAL AUTOMATION**
- **304 STAINLESS STEEL**
- **PRODUCTIVITY**

Capítulo I

1. Introducción

En el país existen muchas personas las cuales agradan de saborear una buena melcocha tradicional, los lugares donde más se fabrica este producto es en Santo Domingo y Baños, siendo estas las provincias que llegan a beneficiarse económicamente con la venta del mismo, pero en la gran mayoría de negocios son realizadas de manera artesanal o compran directamente al por mayor, la intención de realizar una máquina amasadora surge de una necesidad notable como ésta, la cual exige un esfuerzo al tener que estirar la melcocha de manera manual, limitando así el número de producto que se pueda llegar a obtener en cierto tiempo o en un día entero de trabajo, al automatizar este proceso se mejorará el número de producción de la melcocha, así como la manera de manipular el producto, optimizando los tiempos de producción logrando obtener mayor cantidad y con la misma calidad a la cual se está acostumbrado.

1.1 Antecedentes

La tradicional melcocha viene desde hace mucho tiempo atrás, hace 100 años aproximadamente teniendo su origen en la ciudad de Baños de Agua Santa, éste dulce se hizo muy popular y de bastante agrado para la gente, sobre todo para los trabajadores quienes tenían que cruzar los páramos, soportando mareos por la altura a la cual se encontraban, pero con este dulce lograban solucionar éste tipo de problemas que se presentaban en el trayecto de su viaje, llegando a ser muy popular y necesario para estas personas. Con el pasar de los años la forma de vender este dulce tradicional fue variando mucho de acuerdo a la creatividad de cada vendedor, agregando distintos sabores, así como complementos como maní, ajonjolí, entre otros. La demanda en el mercado por este dulce ha crecido progresivamente, obligando a muchos comerciantes

a aumentar la cantidad de melcocha producida, optando por máquinas automatizadas que realizan el proceso de amasado, acortando los tiempos, obteniendo una clara mejora en la producción y en la forma de manipular la materia prima.

López, Byron en su tema “Máquina estiradora de melcochas con capacidad para 25 libras de masa” llevado a cabo en el años 2017, considera que en uno de sus procesos importantes como es el estirado de la melcocha, se utiliza las manos por un tiempo considerable, lo que reduce la higiene y por ende la calidad del producto. La temperatura de la melcocha representa un riesgo para el artesano debido a que cuando se la manipula aún está caliente y por ende el artesano puede sufrir quemaduras. Este sistema extiende y estira la masa, donde cada brazo va a girar de forma excéntrica, plegando varias veces el producto hasta conseguir la consistencia que caracteriza a la melcocha. (López Cheza, 2017)

Entre trabajos similares como el de Sánchez Vaca, Ronald Stalin con el tema “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UNA MÁQUINA AMASADORA DE MELCOCHA” realizado en el año 2009, menciona que el propósito fundamental que tiene ésta máquina es de producir melcocha higiénicamente, la cual está destinada a los propietarios de locales en los que se vende este manjar, ya que se observa amasando la melcocha todos los días en las puertas de sus locales por mucho tiempo en condiciones de limpieza bajas y con una producción que se puede mejorar, además que ésta máquina tiene como principio fundamental no utilizar en el proceso de amasado las manos, como también aumentar la producción lo que significa condiciones de asepsia y mayor ganancia para los microempresarios. (Sánchez Vaca & Verdezoto Ashqui, 2009)

En el Ecuador existen muchas personas las cuales viven de este tipo de comercio, por ello es viable y rentable a largo plazo para el comerciante implementar una máquina de amasado en su negocio, acortando considerablemente el tiempo, logrando una mayor y constante producción de melcocha, beneficiándose económicamente.

1.2 Planteamiento del problema

Las microempresas que se dedican a realizar la tradicional melcocha, la mayoría de las ocasiones son manejadas por familias, las cuales viven de este comercio que es muy popular en lugares como Baños y Santo Domingo, logrando de esta manera generar ingresos económicos para el hogar.

Debido a que existe una demanda por este producto, algunos comerciantes han optado por automatizar el proceso, aumentando la producción, obteniendo mejores resultados. El problema proviene de la necesidad de aumentar la productividad de melcocha para competir en el mercado, puesto que realizar el amasado de este tradicional dulce requiere de un tiempo prolongado, donde se gastan energías y tiempo que pueden ser ocupados en otras actividades. Es considerable que en cada negocio exista una amasadora, ya que valiéndose de ésta máquina se facilitará en gran proporción el amasado de la melcocha.

Con la automatización de los procesos de fabricación de melcocha, el comerciante o microempresario que realiza éste dulce tradicional de manera artesanal, está limitado en la productividad de melcocha, en razón de que una máquina amasadora llega a producir mayor cantidad, en menor tiempo y de manera constante sin realizar mayor esfuerzo físico.

Vivimos en un mundo donde la tecnología avanza a pasos enormes, donde cada vez los procesos están más automatizados y al alcance de las personas económicamente. Existe una clara ventaja en los comerciantes que deciden invertir en una máquina amasadora, debido a la vasta producción de melcocha obtenida, se pueden bajar los precios para el consumidor y abarcar de ésta manera gran parte del mercado, maximizando sus ganancias.

En conclusión los comerciantes afectados son aquellos que aún realizan la melcocha de manera artesanal, debido a limitaciones en la productividad al competir con un proceso moderno, automatizado e impulsado por elementos eléctricos y mecánicos destinados a mejorar los tiempos de producción, así como la cantidad y calidad.

1.3 Justificación

La idea de realizar una máquina amasadora, surge de la necesidad de aumentar la productividad de melcocha, donde la principal fuente de ingresos es la venta de este dulce tradicional, siendo un negocio rentable que se puede mejorar. Muchos de los comerciantes los cuales se dedican principalmente a la venta de éste producto, normalmente se encuentran ubicados en las afueras o sitios allegados a la ciudad, puesto que se considera un lugar estratégico para comercio por la carretera y los autos que pasan por el lugar.

Con la implementación de esta máquina amasadora el comerciante aumentará la producción de melcocha y por ende las ganancias de las ventas, además de

optimizar sus tiempos, disminuyendo en gran parte el esfuerzo físico que conlleva realizar el tradicional dulce, sin perder la calidad.

Un claro ejemplo de automatización en este mismo ámbito comercial, es en la extracción de jugo de caña, ya que con el tiempo se ha ido reemplazando el trapiche tradicional por uno moderno impulsado por un motor eléctrico o por combustión, debido a la demanda del mercado. La melcocha actualmente aún es realizada de manera manual en la mayoría de negocios, siendo éstas personas las que se beneficiarán con la implementación de la máquina amasadora.

Al aumentar la productividad de la melcocha, el comerciante se puede proyectar hacia un mercado más grande, realizando ventas al por mayor y en un precio cómodo para el consumidor, que a su vez también puede ser un comerciante de éste producto tradicional.

La automatización del proceso de amasado es un gran paso para el microempresario que implementa ésta máquina en su negocio, cumpliendo con el objetivo de acortar los tiempos requeridos para realizar el dulce, además de aumentar la productividad significativamente, incrementando los ingresos económicos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Implementar una máquina automática de amasado de caramelo, mediante elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos, para incrementar la producción, disminuir los tiempos del proceso y sus cortes en porciones.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar los tiempos de producción manual de la melcocha tradicional.
- Seleccionar los elementos necesarios para la implementación de la máquina amasadora.
- Realizar la implementación del prototipo amasador de melcocha.
- Realizar pruebas de funcionamiento del prototipo para verificar su eficiencia.

1.5 Alcance

Para llevar a cabo con el prototipo se plantea realizar un análisis del proceso de la elaboración de la melcocha de forma manual, investigando cuales son los tiempos que determinan un óptimo resultado, así como las temperaturas a la cual se debe trabajar la materia prima y la cantidad que se puede llegar a producir en un determinado tiempo de manera artesanal.

El proyecto pretende llegar a los pequeños comerciantes que realizan la melcocha de manera artesanal, siendo una herramienta muy útil y eficaz para el comerciante de éste producto, puesto que va a mejorar la producción y aminorar el tiempo que lleva realizar todo el proceso.

Para efectuar este proyecto se precisa de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos, los cuales deben ser seleccionados de acuerdo a las necesidades de la máquina, todos estos elementos son indispensables para el funcionamiento adecuado y óptimo. El prototipo implica dos brazos metálicos de acero inoxidable impulsados por un

sistema de transmisión, que realizará un movimiento circular en sentido horario y antihorario respectivamente, cada brazo con su eje ubicado de forma horizontal para realizar el estirado de la melcocha, además de un tercer eje el cual se encontrará fijo, imitando al palo fijo usado en el amasado manual; todo esto situado dentro de una estructura metálica que servirá para proteger al sistema de transmisión de polvo o impurezas que puedan ingresar.

Antes de ser estirada, la melcocha presenta un color marrón, al colocarla en la máquina, girará de forma circular de 10 a 15 minutos y empezará a oxigenarse, dando por resultado un color blanquecino y una densidad distinta a la inicial. De esta forma se logra obtener un producto de calidad, con una mejor higiene y sin perder el clásico y único sabor que define a la melcocha. El prototipo contará con los debidos elementos de control y de protección para el motor como son: contactor, disyuntor, pulsador de marcha y un paro de emergencia; Además de un dispositivo electrónico llamado temporizador que será utilizado para controlar los tiempos de amasado de la melcocha.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1 Reseña histórica de la melcocha

Los labios se humedecen tan solo con ver que la melcocha se extiende, pegajosa, entre un tronco y las manos del artesano. Un olor dulce se esparce, provocante, y motiva a embelesarse, a saborear el meloso manjar. Quien llega a Baños, balneario-santuario de Tungurahua, difícilmente puede escapar a esa dulce tentación.

“Los de Baños venden y tienen imagen. Nosotros les damos la materia prima”, refiere Segundo Valle, dirigente de la central panelera Teniente Hugo Ortiz, organización comunitaria del norte de Puyo. (El Universo, 2003, p. 2,4)

Figura 1

Plantación de caña de azúcar.



Nota. La ilustración muestra una plantación de caña de azúcar. Tomado de <https://www.eltelegrafo.com.ec>

2.2 Elaboración de la melcocha artesanal

Lo primero es obtener la panela de la caña de azúcar, para ello se extrae el jugo y se cocina a altas temperaturas hasta que se obtenga una densidad parecida a la miel, una vez hervida se la remueve hasta que se enfríe y se vuelva viscosa. Por último se coloca en distintos moldes y se deja endurecer.

Figura 2

Extracción de jugo de caña.



Nota. La ilustración muestra la extracción del jugo de caña mediante un trapiche.

Tomado de <https://2.bp.blogspot.com>

2.2.1 Cocción de la panela

Luego de conseguir la materia prima necesaria (panela), se procede a ubicarla en ollas y pailas, para después ser hervida con un poco de agua y un limón a una elevada temperatura, hasta que alcance una consistencia de miel.

Figura 3

Cocción de la panela.



Nota. La ilustración muestra la cocción de la panela. Tomado de <https://diariodelhuila.com/>

Para la cocción de la materia prima la cocina tipo industrial constituye un elemento importante para la elaboración de melcocha ya que se necesita hervir en una fuente agua con panela hasta una temperatura adecuada, la cocina industrial utiliza como combustible GLP (GAS LICUADO DE PETRÓLEO) de 15 kg, se puede utilizar también una especie de fogón en la que se utiliza leña, lo importante es que la hornilla permita que la melcocha alcance una temperatura entre 100 a 115. (Sánchez Vaca & Verdezoto Ashqui, 2009, p. 9)

2.2.2 Enfriamiento de la masa

Una vez finalizada la cocción de la panela, se la coloca en una charola o una piedra que ayudará a enfriar la melcocha para luego ser amasada.

Figura 4

Enfriamiento de la masa.



Nota. La ilustración muestra el proceso de enfriamiento de la melcocha. Tomado de <https://docplayer.es/>

2.2.3 Amasado de la melcocha (materia prima)

Después de que la melcocha disminuya su temperatura a un rango de 40 a 50 grados centígrados, está lista para ser batida por el obrero, utilizando de base un palo de guayaba. Un obrero que lleva 12 años en esta labor, tiene sus manos ásperas y con callos debido a que tiene que manipular la melcocha cuando aún está caliente.

Figura 5

Obrero amasando la melcocha.



Nota. La ilustración muestra a un obrero amasando la melcocha. Tomado de <https://www.youtube.com/>

2.2.4 Manera de corte y moldeo

Una vez que la melcocha se haya endurecido, se realizan los cortes en porciones, dándole distintas formas con las manos o utilizando moldes de madera.

Figura 6

Moldes para melcocha.



Nota. La ilustración muestra un tipo de molde para melcocha. Tomado de <https://www.youtube.com/>

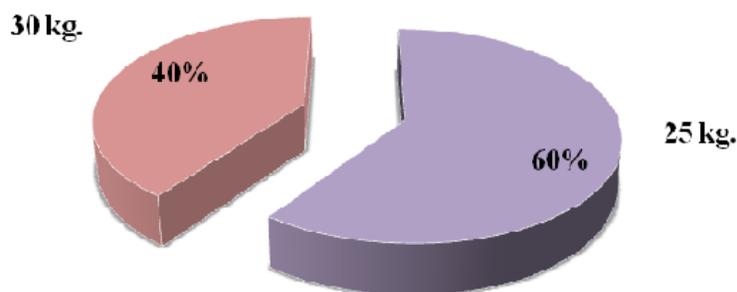
Después del proceso de amasado, el producto se corta en pequeños o grandes trozos para ser moldeado, la forma depende del productor, quien con su iniciativa moldear diferentes figuras, ya sean en forma de bastoncillos, en forma rectangular, redonda, etc. (López Cheza, 2017, p. 9)

2.3 Tiempos de producción

Según una encuesta realizada por Sánchez Ronald en 2009 en Alluriquín, parroquia rural de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas concluye que “La cantidad de melcocha que amasa un obrero por hora está comprendida entre 25 y 30 kg. De la encuesta realizada el 40 % = 20 encuestados, amasan por hora 30 Kg. Mientras que un 60 % = 30 encuestados, amasan por hora 25 kg, lo cual está representado en la Figura 1.” (Sánchez Vaca & Verdezoto Ashqui, 2009, p. 13)

Figura 7

Amasado de melcocha por hora.



Nota. La ilustración muestra la cantidad de melcocha amasada en una hora. Tomado de (Sánchez Vaca & Verdezoto Ashqui, 2009)

2.4 Tipos de máquinas amasadoras

Las amasadoras son un conjunto de mecanismos dispuestos de tal manera que permitan estirar y encoger masas a fin de airearla.

La aireación se produce en la masa por el contacto directo con el aire y variará dependiendo de la intensidad del amasado, del tipo de amasadora, así como del volumen de ocupación de la masa. De tal forma, que cuando se acelera la aireación disminuye el tiempo de amasado; por el contrario, cuando la aireación es baja aumenta el tiempo en el amasado. (Sánchez Vaca & Verdezoto Ashqui, 2009, p. 15)

2.4.1 Amasadora espiral

Este tipo de máquina es muy utilizado en la producción de chocolates, pastelería, panadería, pizzería, entre otros productos, si se observa la Figura 8.

Figura 8

Amasadora espiral.



Nota. La ilustración muestra una amasadora espiral. Tomado de <https://encrypted-tbn0.gstatic.com>

Este sistema trabaja la masa con una presión de arriba hacia abajo, consiguiendo una menor oxidación a la vez que un mayor recalentamiento y menos fuerza inicial, por lo que es apta para la fabricación de barras con entablados automáticos así como para el pan pre cocido, ya que este sistema no impulsa exageradamente el pan en el horno; aunque esta falta de fuerza puede ser compensada en algunas ocasiones con un período mayor de reposo.

2.4.2 Amasadora de brazos horizontales

Este tipo de amasadoras se utilizan principalmente para la elaboración de caramelos masticables, que también se emplean para lograr un acabado brillante, aspecto blanco y sedoso y un peso más ligero en dulces suaves.

Figura 9

Amasadora de brazos horizontales.



Nota. La ilustración muestra una amasadora de brazos horizontales. Tomado de <https://imepa.com.ar/>

Figura 10

Amasadora industrial de brazos horizontales.



Nota. La ilustración muestra una amasadora industrial de brazos horizontales. Tomado de <https://imepa.com.ar/>

2.4.3 Amasadora de brazos verticales

La amasadora de brazos verticales es una máquina tradicional que imita el movimiento de los brazos de una persona para amasar la materia prima. Es muy utilizada para caramelos duros. La sencillez y la robustez son las principales características de esta máquina, diseñada para perdurar. (López Cheza, 2017, p. 11-14)

Figura 11

Amasadora de brazos verticales.



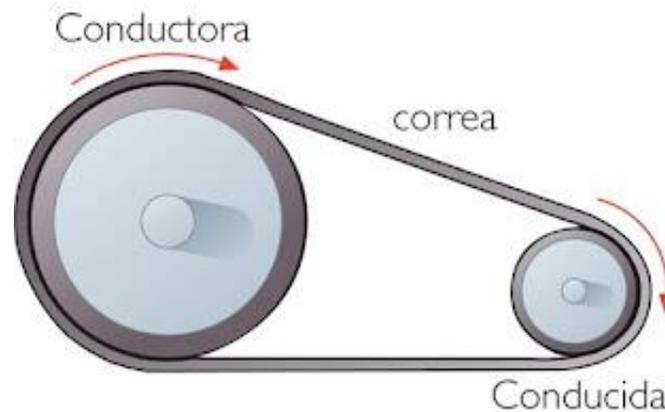
Nota. La ilustración muestra una amasadora de brazos verticales. Tomado de <https://img.directindustry.es/>

2.5 Elementos de transmisión mecánica de una máquina amasadora de melcocha.

2.5.1 Poleas de transmisión

Este tipo de mecanismos se utiliza para comunicar el movimiento de rotación entre dos ejes. El elemento que proporciona el movimiento se llama conductor y el que lo recibe se llama conducido. Estos mecanismos también pueden modificar la fuerza y la velocidad del movimiento.

La transmisión se produce entre dos o más poleas unidas por correas flexibles. Las poleas transmiten el movimiento circular entre ejes separados y pueden modificar el sentido de giro, la fuerza transmitida y la velocidad. Los ejes pueden ser paralelos o se pueden cruzar. Si las poleas tienen diámetros diferentes, se obtiene una ventaja mecánica, y la transmisión puede ser de dos tipos:

Figura 12*Poleas de transmisión.*

Nota. La ilustración muestra un sistema de poleas de transmisión. Tomado de <https://liceoedoballe.blogspot.com/>

- **Multiplicadora de velocidad:** cuando la polea conductora tiene un diámetro mayor que la polea conducida, esta girará más rápido, pero su eje transmite menos fuerza.

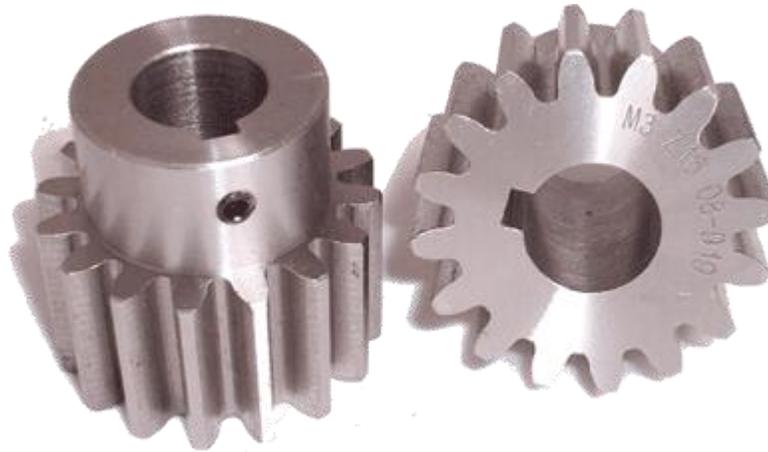
- **Reductora de velocidad:** cuando la polea conductora tiene un diámetro menor que la polea conducida, esta girará más despacio, pero el eje transmitirá más fuerza.

2.5.2 Engranajes

Los engranajes son ruedas dentadas cuyos dientes encajan entre sí y transmiten fuerza y movimiento circular. Los dientes pueden tener distintas formas que se utilizan en función de la posición de los ejes. Una transmisión simple de dos engranajes cambia siempre el sentido de giro. Para mantener el mismo sentido, se coloca un engranaje intermedio, que no afecta a la velocidad de salida, denominado engranaje loco.

Figura 13

Engranajes rectos.



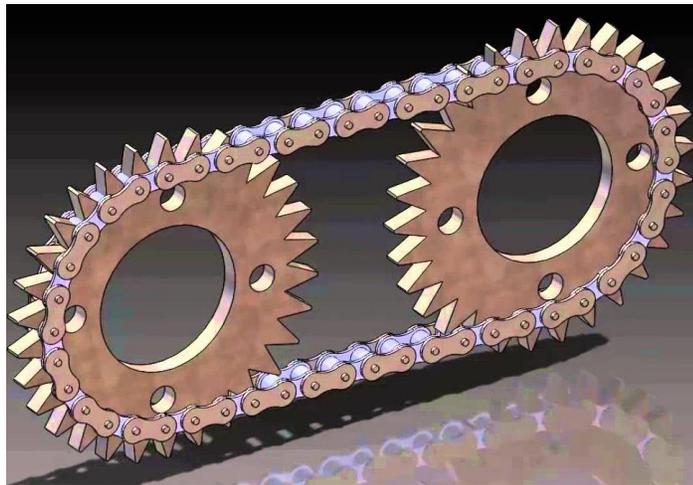
Nota. La ilustración muestra unos engranajes rectos. Tomado de <https://www.crossmorse.com/>

2.5.3 Ruedas dentadas y cadena.

Este mecanismo, también conocido con el nombre de piñón-cadena, es una rueda dentada que encaja en una cadena para transmitir el movimiento a la rueda conducida. Puede modificar la fuerza y la velocidad, pero no el sentido de giro, y los ejes siempre tienen que estar paralelos. Las cadenas tienen el inconveniente de ser menos flexibles que las correas, pero también son más eficientes. (McGraw Hill, 2019, p. 112,114)

Figura 14

Transmisión piñón-cadena.



Nota. La ilustración muestra un sistema de transmisión piñón-cadena. Tomado de <https://i.ytimg.com/>

2.6 Chumaceras

Las chumaceras son unidades compuestas de un rodamiento de bolas insertado en varios tipos de alojamientos. Como se puede apreciar en la figura 15. El alojamiento puede ser apernado a la estructura de la maquinaria y el anillo interior, puede ser montado sobre los ejes fácilmente por medio de tornillos de fijación. Esto significa que la chumacera soporta equipos rotativos sin poseer un diseño especial para permitir su montaje.

Figura 15

Chumaceras y rodamientos.



Nota. La ilustración muestra algunos tipos de chumaceras y rodamientos. Tomado de <https://www.reporteroindustrial.com/>

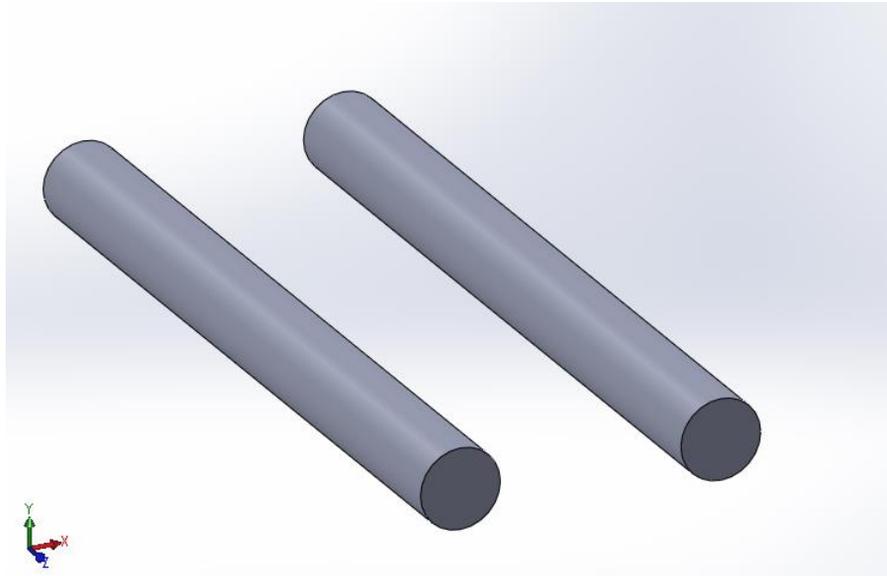
2.7 Ejes de transmisión de potencia

Se define por eje de transmisión a un elemento cilíndrico de sección circular que transmite un movimiento de giro y que puede llevar montado distintos elementos mecánicos de transmisión de potencia (engranajes, poleas, volantes, etc...).

Estos elementos deben situarse, siempre que sea posible, cerca de los cojinetes de soporte. El eje de transmisión también recibe la denominación de árbol de transmisión y es uno de los elementos mecánicos más comunes en todas las máquinas. Los ejes están sometidos a cargas de flexión, tracción, compresión o torsión que actúan de forma combinada o individualmente. (MMUNOZ, 2005, p. 2)

Figura 16

Ejes de transmisión.



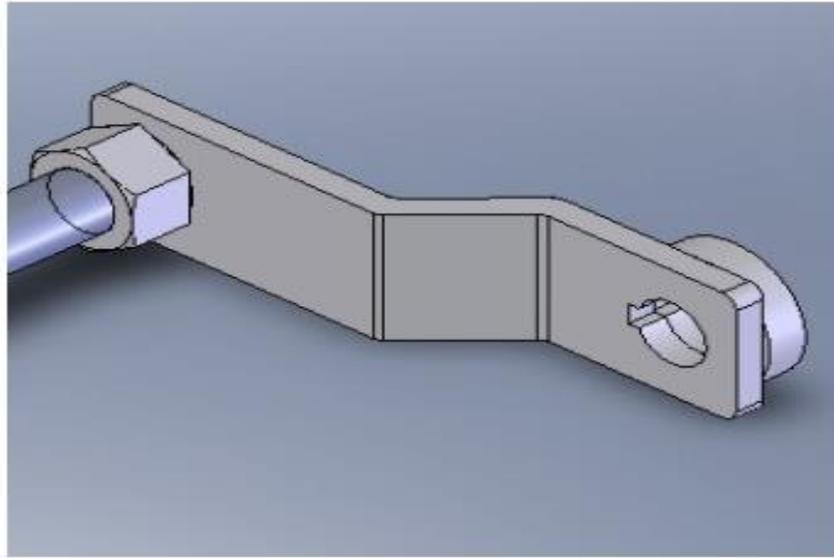
Nota. La ilustración muestra unos ejes de transmisión de potencia dibujados en Solidworks.

2.8 Brazos de la máquina

La forma consiste en dos brazos excéntricos que trabajan flotantemente ya que no posee recipiente como las amasadoras convencionales, el primer brazo está dispuesto forma que no choque con el otro brazo cuando giren, como se observa en la figura 17.

Figura 17

Brazos excéntricos.



Nota. La ilustración muestra un brazo excéntrico. Tomado de (Sánchez Vaca & Verdezoto Ashqui, 2009)

Los brazos interactúan de forma que un brazo gira en forma horaria, mientras que el otro gira de forma anti horaria, esto se logra gracias a la transmisión de movimiento mediante dos engranes rectos. (López Cheza, 2017, p. 18,40)

Figura 18

Disposición final de brazos excéntricos.



Nota. La ilustración muestra la disposición final de brazos excéntricos. Tomado de (López Cheza, 2017)

2.9 Reductor de velocidad mecánico

Los Reductores ó Motorreductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente. Las transmisiones de fuerza por correa, cadena o trenes de engranajes que aún se usan para la reducción de velocidad presentan ciertos inconvenientes. Al emplear REDUCTORES O MOTORREDUCTORES se obtiene una serie de beneficios sobre estas otras formas de reducción. Algunos de estos beneficios son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada.
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.

- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

Para proteger eléctricamente el motor es indispensable colocar en la instalación de todo Motorreductor un guarda motor que limite la intensidad y un relé térmico de sobrecarga. Los valores de las corrientes nominales están grabados en las placas de identificación del motor. (Motores y Drives de las Californias, s.f., p. 1-4)

Figura 19

Motor reductor.



Nota. La ilustración muestra un motor reductor. Tomado de <https://static.weg.net/>

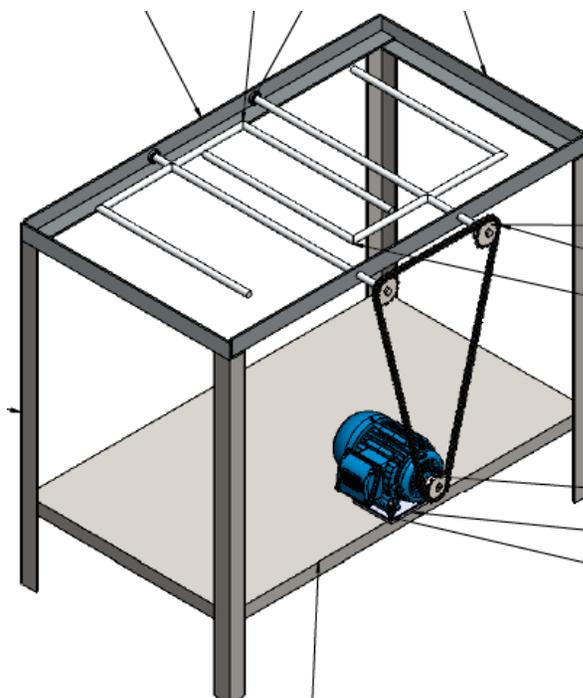
2.10 Estructura de soporte de la máquina

La estructura a utilizar estará compuesta de 4 columnas que servirán como soporte de todo el sistema de transmisión, así como también de los brazos con sus ejes y de la masa previamente enfriada y ubicada para ser batida. A continuación se presentan otros tipos de estructuras que han sido implementadas en máquinas

amasadoras de melcochas. Buscando la mejor y la más conveniente opción para utilizarla en el proyecto.

Figura 20

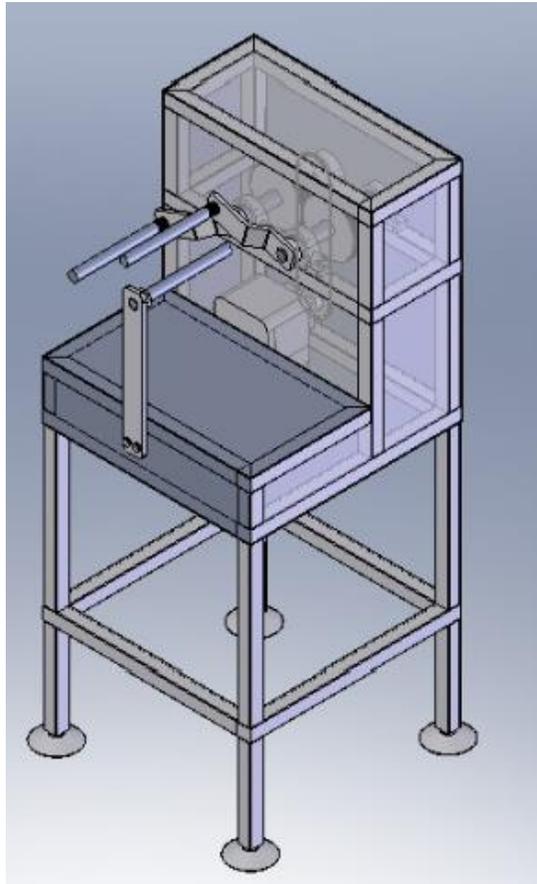
Ejemplo de estructura de soporte #1.



Nota. La ilustración muestra el ejemplo de la estructura de soporte #1. Tomado de (Guzmán Garzón & Gualteros Roberto, 2021)

Figura 21

Ejemplo de estructura de soporte #2.



Nota. La ilustración muestra el ejemplo de la estructura de soporte #2. Tomado de (Sánchez Vaca & Verdezoto Ashqui, 2009)

2.11 Motores eléctricos

Los motores más utilizados en la industria y para este tipo de máquinas, son los motores jaula de ardilla puesto que no tiene rotor devanado, no usa escobillas y su mantenimiento es mucho más fácil que el de otros motores.

Figura 22

Motores eléctricos tipo jaula de ardilla.



Nota. La ilustración muestra motores eléctricos tipo jaula de ardilla. Tomado de <https://www.motorex.com>.

Entre los más comerciales y utilizados tenemos:

2.11.1 Motor bifásico

Es aquel motor que funciona con dos fases y una tierra. El alternador está formado por dos devanados ubicados 90 grados uno respecto del otro.

2.11.2 Motor trifásico

Es impulsado con 3 corrientes alternas de la misma frecuencia y es el más utilizado en el sector industrial.

2.12 Elementos de control y mando eléctrico

2.12.1 Pulsadores

Los pulsadores son elementos de control de accionamiento manual, como su propio nombre indica se accionan pulsándolos y sirven para activar relés, contactores, lámparas etc. Su estructura interna no contiene enclavamientos, es decir, el pulsador dejará de actuar en el momento que dejemos de hacer presión sobre él, retornando a su posición original gracias a un resorte.

Figura 23

Pulsador de paro.



Nota. La ilustración muestra un pulsador de paro. Tomado de <https://ingenieromarino.com>

Figura 24

Pulsador de marcha.



Nota. La ilustración muestra un pulsador de marcha. Tomado de <https://bricoprofesional.com>

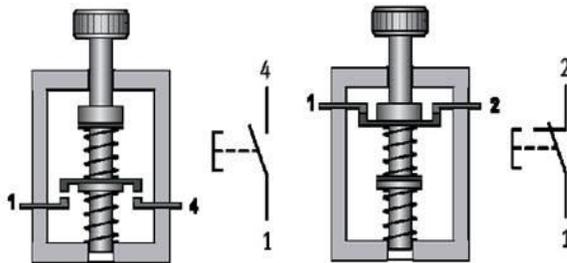
La simbología es intuitiva y existen dos configuraciones simples posibles:

NA: Normalmente Abierto.- El circuito está abierto en estado de reposo en el pulsador

NC Normalmente Cerrado.- El circuito está cerrado en estado de reposo en el pulsador

Figura 25

Pulsador normalmente abierto y un normalmente cerrado.



Nota. La ilustración muestra un pulsador normalmente abierto y normalmente cerrado.

Tomado de <https://ingenieromarino.com>

Figura 26

Paro de emergencia.



Nota. La ilustración muestra un interruptor paro de emergencia. Tomado de <https://is.alicdn.com>

2.12.2 Interruptores y Conmutadores

Los interruptores y conmutadores son elementos de control de acción manual y la diferencia con pulsadores es sencilla; mientras que los pulsadores dejan de ejercer su función sobre el circuito cuando dejamos de actuar sobre ellos, los interruptores mantienen su posición una vez se accionan.

Figura 27

Conmutador.



Nota. La ilustración muestra un conmutador. Tomado de <https://ingenieromarino.com>

2.12.3 Contactores

Estos dispositivos abren y cierran contactos por medio de un electro-imán, la diferencia con los relés es que disponen de dos tipos de contactos eléctricos: Contactos de fuerza, Contactos auxiliares. Los contactos de fuerza se accionan equipos receptores (motores, alumbrado, mecanismos varios...) a unas tensiones mínimas y a distancia, minimizando el riesgo para las personas que realizan las labores de mantenimiento. Estos dispositivos se emplean en muchas instalaciones eléctricas ya que permite un amplio grado de automatización

Figura 28

Contactor.



Nota. La ilustración muestra un contactor. Tomado de <https://5.imimg.com>

El contactor de la imagen funciona de la siguiente manera; cuando la bobina se excita con el aporte de corriente, este genera un campo magnético de igual manera que en los relés magnéticos y desplaza la unión mecánica venciendo la resistencia de los muelles antagonistas cuya función es mantener separada del núcleo una pieza magnética solidaria al dispositivo y encargada de accionar los contactos eléctricos.

2.12.4 Lámparas de Señalización

Estos elementos se añaden a los cuadros eléctricos para indicar al usuario el funcionamiento de determinados sistemas. En función del color de la lámpara, esta nos indica el comportamiento del sistema. (García, 2019)

Figura 29

Código de colores.

COLOR		FUNCION	EJEMPLO DE UTILIZACION
ROJO		Condiciones anormales que precisan de una acción inmediata del operario (Ver nota 1 y 2)	Orden de parar la máquina inmediatamente (p.e., en caso de una sobrecarga). o Indicación de una parada de la máquina provocada por un aparato de protección (p.e. por sobrecarga, por exceso de recorrido, etc.).
AMARILLO (AMBAR)		Atención o advertencia (Ver nota 1)	Alguna magnitud (corriente, temperatura) se aproxima al valor límite permitido. o Máquina en ciclo automático.
VERDE		Máquina dispuesta	Máquina dispuesta para funcionar: todas las funciones auxiliares en marcha, unidades en posición de partida y presión hidráulica o tensión de salida de un grupo motor-generator en los límites especificados, etc. Fin del ciclo y máquina lista para volver a ser puesta en marcha.
BLANCO (CLARO)		Circuito en tensión Condiciones normales	Interruptor principal en posición CERRADO (Ver nota 2). Elección de la velocidad o del sentido de giro. Los órganos auxiliares no relacionados con el ciclo de trabajo están funcionando.
AZUL		Cualquier significado no previsto por los colores anteriores	Selector en posición "Ajuste". Una unidad adelantada de su posición de partida. Avance lento de un carro o una unidad.

Nota. La ilustración muestra el código de colores. Tomado de

<https://ingenieromarinero.com>

Figura 30

Luces piloto.



Nota. La ilustración muestra las luces piloto. Tomado de <https://sc01.alicdn.com>

2.13 Elementos de protección eléctrica

Entre los elementos de protección que pueden ser utilizados para el motor jaula de ardilla tenemos: los fusibles, el guardamotor, disyuntores, relé térmico y la puesta a tierra. Todos estos elementos conforman el sistema de protección adecuado para un buen funcionamiento del motor.

2.13.1 Cortocircuito fusible

Dispositivos destinados a cortar automáticamente el circuito eléctrico cuando la corriente eléctrica que los atraviesa es muy alta. El fusible es la parte de un circuito que se funde si pasa de una intensidad superior para la que se construyó. El fusible es solo la lámina o hilo conductor destinado a fundirse y, por lo tanto, a cortar el circuito, mientras que el cortocircuito fusible comprende, además, la carcasa, los materiales de soportes, etc.

Figura 31

Cortacircuitos Fusible.



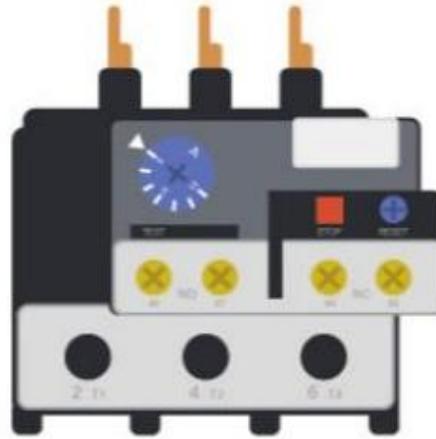
Nota. La ilustración muestra un cortacircuitos Fusible. Tomado de (Endesa Fundación)

2.13.2 Relé térmico

Dispositivo de protección que tiene la capacidad de detectar las intensidades no admisibles. No puede eliminar la avería por sí solo, necesita otro elemento que realice la desconexión de los receptores. Se suele utilizar una lámpara de señalización al cerrar el circuito para indicar que el relé térmico ha actuado debido a una sobreintensidad no admisible.

Figura 32

Relé térmico.



Nota. La ilustración muestra un relé térmico. Tomado de (Endesa Fundación)

2.13.3 Interruptor magnetotérmico

Dispositivo electromecánico con capacidad para cortar, por sí mismo, las sobreintensidades no admisibles y los cortocircuitos que se puedan producir.

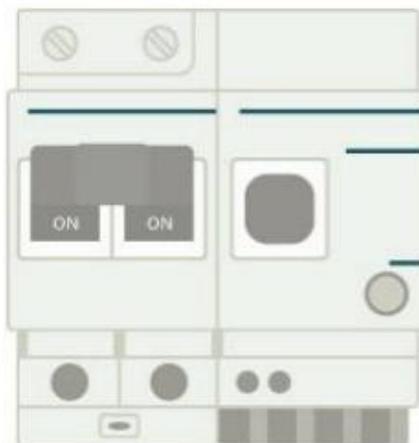
Desconexión por cortocircuito.- Actúa por principio de funcionamiento magnético. Una bobina magnética crea una fuerza que, por medio de un sistema de palancas, se encarga de abrir el contacto móvil (entrada de corriente). Si la corriente eléctrica que atraviesa el interruptor automático supera la intensidad nominal de distintas veces, su apertura tiene lugar a un tiempo inferior a 5 ms.

Desconexión por sobrecarga.- Actúa por principio de funcionamiento térmico. Un bimetálico se curva cuando es atravesado por una sobreintensidad no admisible y origina una fuerza que se transmite por medio de palancas y desconecta el contacto

móvil. El tiempo de actuación lo determina la intensidad que lo atraviesa: a más intensidad menos tiempo tarda en actuar.

Figura 33

Interruptor magnetotérmico.



Nota. La ilustración muestra un interruptor magnetotérmico. Tomado de (Endesa Fundación)

2.13.4 Interruptor diferencial

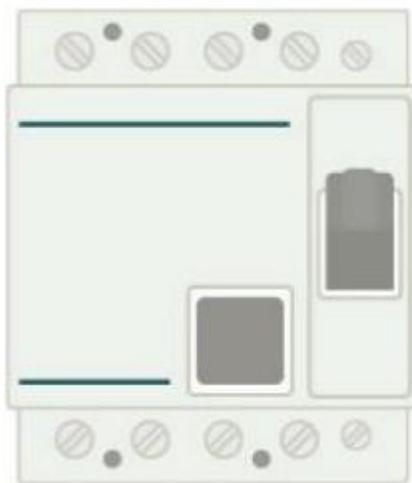
Dispositivo de protección que detecta y elimina los defectos de aislamiento. Este dispositivo tiene mucha importancia en las instalaciones eléctricas y necesita estar protegido de las sobreintensidades y cortocircuitos, colocando un interruptor magnetotérmico antes del mismo. Durante el funcionamiento de este dispositivo en situaciones de normalidad, la corriente que entra en un receptor tiene el mismo valor que el que sale de este.

Sin embargo, en caso de que haya un defecto de aislamiento, se producirá un desequilibrio entre la corriente de entrada y la de salida, con lo que la variación de

corriente no será nula. Cuando esto ocurre, el interruptor diferencial actúa abriendo el circuito cuando detecta que esta variación de corriente no es nula.

Figura 34

Interruptor diferencial.



Nota. La ilustración muestra un interruptor diferencial. Tomado de (Endesa Fundación)

2.13.5 Interruptor o relé electromagnético

Protegen las instalaciones eléctricas sometidas a picos de corriente fuertes (por ejemplo, cuando se arrancan motores en aparatos de elevación), contra las sobrecargas importantes.

2.13.6 Seccionadores

Dispositivo mecánico de conexión y desconexión que permite cambiar las conexiones del circuito para aislar un elemento de la red eléctrica o una parte de la misma del resto de la red. Antes de utilizar el seccionador se debe cortar la corriente eléctrica del circuito. (Endesa Fundación, p. 6-9)

2.13.7 Tablero eléctrico

Los tableros eléctricos son los encargados de proteger los componentes de mando y de control de cualquier sistema eléctrico desde un circuito básico en un hogar hasta el de una máquina industrial. En estos se puede concentrar los dispositivos de conexión, maniobra, protección, etc. que permitan que una instalación eléctrica funcione en óptimas condiciones.

Estos tableros de electricidad deben cumplir con una serie de normas que garantice el funcionamiento adecuado y el suministro de energía correcto. Así, con un flujo correcto de distribución de energía se puede asegurar la seguridad de las instalaciones que presenten un tablero industrial. (Legrand, s.f., p. 1,2)

Figura 35

Tablero eléctrico.



Nota. La ilustración muestra un tablero eléctrico. Tomado de <https://kajabi-storefron.com>

Figura 36

Riel din.



Nota. La ilustración muestra el riel din. Tomado de <https://directindustry.es>

2.14 Componentes electrónicos

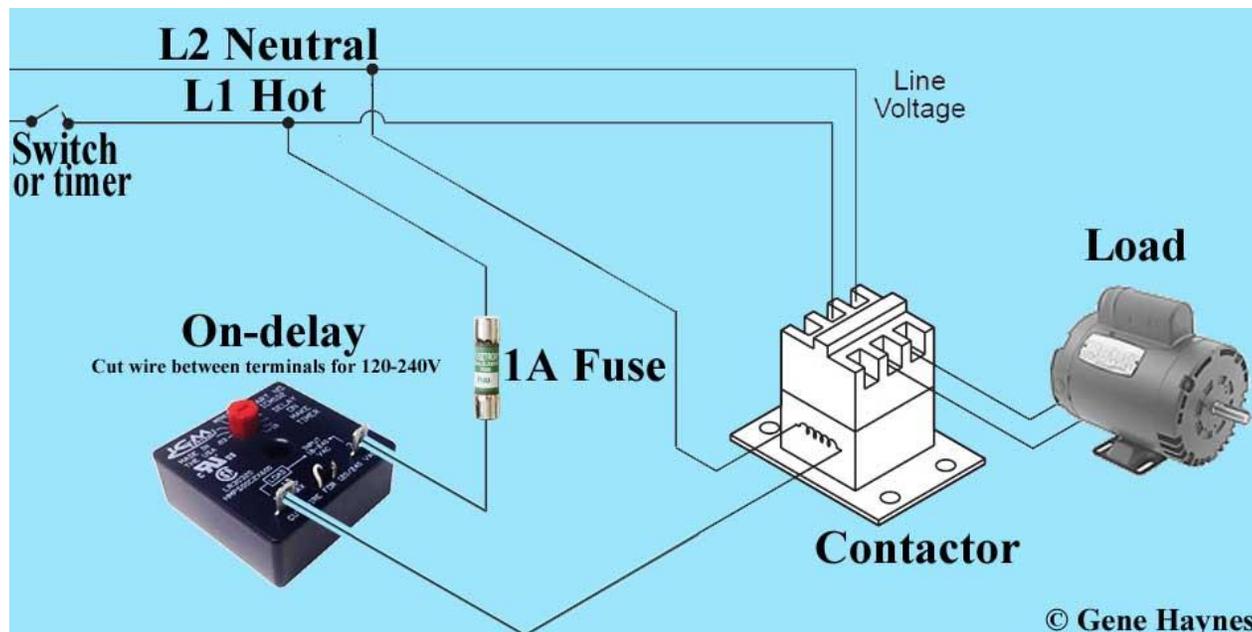
Existen muchos componentes electrónicos a la actualidad, el que se pretende utilizar para este proyecto es un temporizador On delay o también conocido como temporizador a la conexión, puesto que es un dispositivo que recibe una señal cuando se energiza la bobina, y debe pasar el tiempo establecido para cambiar sus contactos y desenergizar la bobina del contactor y de esta manera controlar el tiempo de amasado.

2.14.1 Temporizador On delay

Significa que una vez que un timer ha recibido una señal de encendido, su salida cambiará de estado después de un retardo predeterminado.

Figura 38

Funcionamiento Relevador On delay.



Nota. La ilustración muestra el Funcionamiento Relevador On delay. Tomado de <http://waterheatertimer.org>

2.15 Conductores eléctricos

Un conductor eléctrico es un material que ofrece poca resistencia al movimiento de la carga eléctrica. Sus átomos se caracterizan por tener pocos electrones en su capa de valencia, por lo que no se necesita mucha energía para que estos salten de un átomo a otro. Son materiales cuya resistencia al paso de la electricidad es muy baja. Los mejores conductores eléctricos son metales, como el cobre, el oro, el hierro, la plata y el aluminio, y sus aleaciones, aunque existen otros materiales no metálicos que también poseen la propiedad de conducir la electricidad, como el grafito o las disoluciones y soluciones salinas (por ejemplo, el agua del mar). (Wikipedia, 2021)

Figura 39

Conductores eléctricos.



Nota. La ilustración muestra conductores eléctricos. Tomado de <https://i2.wp.com>

Tabla 1

Tabla con el amperaje que soportan los cables de cobre.

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A		
10 AWG	30 A	30 A	30 A		
8 AWG	40 A	50 A	55 A		
6 AWG	55 A	65 A	75 A	18 AWG	10 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A	16 AWG	13 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A	14 AWG	18 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A	12 AWG	25 A
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

Nota. La tabla muestra el amperaje que soportan los cables de cobre. Tomado de <https://masvoltaje.com>

Capítulo III

3. Desarrollo del tema

En el siguiente capítulo se detallará a profundidad todos los elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos que conforman la máquina amasadora de melcocha (brazos horizontales), así como también la manera de ensamblar, su funcionamiento, la cantidad que puede producir y los tiempos de producción.

3.1 Selección de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos

3.1.1 Elementos eléctricos

Los elementos eléctricos son de vital importancia para la implementación de la amasadora de melcocha, puesto que juegan un papel indispensable. Entre los principales tenemos al motor eléctrico el cual consumirá una determinada carga, estará conectado a la fuente eléctrica mediante conductores eléctricos que soportan la intensidad la cual va a circular por el circuito. Todo esto conectado en conjunto con los elementos de control y maniobra seleccionados para el trabajo de la máquina, automatizando todo el proceso y salvaguardando la vida útil del motor eléctrico.

3.1.2 Motor eléctrico

Para seleccionar el motor con la potencia adecuada, se determina la fuerza total requerida por el sistema para lograr el amasado, identificando los esfuerzos realizados se ha desarrollado los siguientes cálculos, éstos parten tomando de referencia la fuerza de estiramiento de la melcocha la cual tiene un valor máximo de 25 kilogramos, hasta llegar a determinar la potencia requerida del motor. Ese valor lo transformamos a newtons:

Ecuación 1

Transformación de kilogramos a newtons.

$$N = m * g$$

Nota. La ecuación muestra la transformación de kilogramos a newtons. Tomado de (López Cheza, 2017)

$$N = (25 \text{ kg}) * (9.81 \frac{m}{s^2})$$

$$N = 245.25 \text{ N}$$

A ese dato le sumamos la cantidad máxima de melcocha que logrará amasar la máquina, en éste caso 8 libras (35.58 N) y multiplicamos por 2, esto en razón al número de ejes que están en movimiento. De esta manera obtenemos la fuerza total que se ejerce en los ejes.

Ecuación 2

Fuerza total.

$$F_t = \text{fuerza total}$$

Nota. La ecuación muestra la fuerza total. Tomado de (López Cheza, 2017)

$$F_t = (F_e + 8 \text{ lb}) * 2$$

$$F_t = (245.25 \text{ N} + 35.58 \text{ N}) * 2$$

$$F_t = 561.66 \text{ N}$$

Se debe aumentar el valor del peso de los brazos y los ejes, aproximando a un total de 600 N. Después ese valor se multiplica por la distancia del brazo para obtener el torque de salida.

Ecuación 3

Torque.

$$\mathbf{T = Ft * distancia del brazo}$$

Nota. La ecuación muestra el torque. Tomado de (López Cheza, 2017)

$$T = 600 \text{ N} * 0.20 \text{ m}$$

$$T = 120 \text{ Nm}$$

A continuación se calcula la potencia requerida por el motor para girar los brazos. Se toma en cuenta el torque ya obtenido y la velocidad angular de salida, la cual se ha considerado la ideal de 50 rpm.

Ecuación 4

Potencia necesaria para girar los brazos.

$$\mathbf{P = T * \omega}$$

Nota. La ecuación muestra la potencia necesaria para girar los brazos. Tomado de (López Cheza, 2017)

$$P = 120 \text{ Nm} * 5.23 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$P = 627.6 \text{ watts}$$

Donde,

P = Potencia eléctrica (kW).

T = Torque (Nm).

ω = Velocidad angular $\left(\frac{\text{rad}}{\text{seg}}\right)$.

Tabla 2

Tabla de medidas del motor eléctrico Lafert.

Type		kW	HP	min ⁻¹	M _N Nm	η 100%	cos φ	I _N 115-230V	I _d /I _N	M _d /M _N	M _r /M _N	J 10 ³ kgm ²	kg
3000 min⁻¹ (2 poles)													
AMD 63Z AA	2	0.11	0.15	2760	0.4	52	0.93	2-1	2.8	0.6	1.5	0.11	4.5
AMD 63Z BA	2	0.18	0.25	2800	0.6	55	0.98	2.9-1.45	3	0.5	1.6	0.14	5
AMD 63Z CA	2	0.24	0.32	2815	0.8	56	0.98	3.8-1.9	3.1	0.6	1.8	0.18	5.5
AMD 71Z AA	2	0.37	0.50	2730	1.3	55	0.90	6.6-3.3	3.3	0.9	2	0.41	7.1
AMD 71Z BA	2	0.55	0.75	2840	1.8	64	0.94	8-4	4.2	0.5	1.9	0.55	8.5
AMD 80Z AA	2	0.75	1	2800	2.6	60	0.78	13.8-7	3.5	0.4	2.1	1.05	11.4
AMD 80Z BA	2	1.1	1.5	2770	3.8	72	0.93	14.2-7.2	3.5	0.5	1.6	1.08	11.8
AMD 90S AA	2	1.1	1.5	2815	3.7	70	0.78	17.5-8.8	3.8	0.4	1.9	1.62	15.3
AMD 90L BA	2	1.5	2	2800	5.1	69	0.87	22-11	3.6	0.4	1.8	1.87	17.3
AMD 90L CA	2	1.8	2.5	2810	6.1	70	0.89	25-12.5	3.7	0.3	1.9	2.09	18.7
AMD 90L DA	2	2.2 ⁱⁱ	3 ⁱⁱ	2880	7.3	76	0.93	27.2-13.6	5	0.3	1.9	2.10	19.3
AMD 100L AA	2	2.2	3	2810	7.5	75	0.92	28-14	4.6	0.2	1.8	4.05	24.5
1500 min⁻¹ (4 poles)													
AMD 63Z AA	4	0.11	0.15	1370	0.8	53	0.89	2.2-1.1	2	0.8	1.6	0.27	4.5
AMD 63Z BA	4	0.18	0.25	1340	1.3	51	0.9	3.3-1.7	1.9	0.6	1.3	0.34	4.9
AMD 71Z AA	4	0.24	0.32	1300	1.8	51	0.81	5.1-2.55	2.5	0.7	1.4	0.82	7.2
AMD 71Z BA	4	0.29	0.39	1340	2.1	61	0.84	4.9-2.45	2.6	0.6	1.6	0.95	7.8
AMD 71Z CA	4	0.37	0.5	1370	2.6	58	0.85	6.5-3.25	3.4	0.5	1.5	1.08	8.5
AMD 80Z AA	4	0.37	0.5	1375	2.6	54	0.94	6.3-3.15	2.5	0.7	1.5	2	9.8
AMD 80Z BA	4	0.55	0.75	1360	3.9	66	0.84	8.6-4.3	3.4	0.6	1.7	2.41	11.3
AMD 80Z CA	4	0.75	1	1435	5.0	62	0.91	11.5-5.75	4.1	0.4	1.9	2.7	12.8
AMD 90L AA	4	1.1	1.5	1425	7.4	69	0.81	17-8.5	3.9	0.3	1.9	3.13	15.4
AMD 90L BA	4	1.5 ⁱⁱ	2 ⁱⁱ	1415	10.1	72	0.88	20.5-10.25	3.4	0.3	1.4	3.73	17.6

Nota. La tabla muestra las medidas de motores eléctricos Lafert. Tomado de <http://www.kineticltd.com>.

En base a los cálculos realizados para dimensionar el motor, se ha seleccionado un motor de Lafert de 1 HP (746 W) - 110 voltios, cumpliendo con la potencia suficiente requerida para poder estirar la masa.

Figura 40

Motor jaula de ardilla de 1 HP.



Nota. La figura muestra un motor de 1 HP - 110 voltios.

3.1.3 Conductores eléctricos

El conductor eléctrico es seleccionado en base a la intensidad nominal con la que trabaja el motor eléctrico, ya que ésta es la corriente que va a soportar el cable y debe ser la adecuada para evitar sobrecalentamientos en el conductor por efecto Joule. A continuación se aplica la siguiente fórmula con los siguientes datos obtenidos del motor mediante la placa:

Datos:

P: 0.75 kW = 745 W

I: ?

V: 110

cosφ: 0.91

Ecuación 5*Ley de Ohm.*

$$I = \frac{P}{V * \cos\phi}$$

$$I = \frac{745 W}{110 v * 0.91}$$

$$I = \frac{745 W}{100.1}$$

$$I = 7.44 A$$

Tabla 3

Tabla con selección del conductor eléctrico AWG mediante amperaje soportado.

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A	18 AWG	10 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A	16 AWG	13 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A	14 AWG	18 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A	12 AWG	25 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A		
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A		
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

Nota. La tabla muestra el amperaje que soportan los cables de cobre. Tomado de

<https://masvoltaje.com>

En base al resultado obtenido se procede a seleccionar el calibre del conductor. Obteniendo 7.44 amperios como intensidad nominal del motor se elige el calibre adecuado.

Como resultado tenemos que el calibre a utilizar es el número 14 AWG, puesto que soporta el amperaje que circulará por el conductor.

Figura 41

Conductores eléctricos.



Nota. La ilustración muestra conductores eléctricos AWG.

3.1.4 Interruptor termomagnético

Como la corriente nominal a la que trabaja el motor tiene un valor de 7.44 amperios, se toma en cuenta que la corriente de arranque tiende a aumentar su valor

hasta 8 veces, teniendo como resultado una corriente de arranque de 59.52 amperios, se toma el valor próximo disponible en el mercado.

Tabla 4

Catálogo de interruptores termomagnéticos CHNT.

CÓDIGO	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO		
INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS RIEL DIN MODELO NXB 10KA					
MONOPOLARES (1 POLO)		CORRIENTE NOMINAL (In)	CAPACIDAD DE INTERRUPCION (Icu)	VOLTAJE DE AISLAMIENTO	
CHIO091A	NXB-63H 1P C10 10kA	10A	10KA	500V	\$4,85
CHIO092A	NXB-63H 1P C16 10kA	16A	10KA	500V	\$4,85
CHIO093A	NXB-63H 1P C20 10kA	20A	10KA	500V	\$4,85
CHIO094A	NXB-63H 1P C32 10kA	32A	10KA	500V	\$4,85
CHIO095A	NXB-63H 1P C40 10kA	40A	10KA	500V	\$4,85
CHIO096A	NXB-63H 1P C50 10kA	50A	10KA	500V	\$5,15
CHIO097A	NXB-63H 1P C63 10kA	63A	10KA	500V	\$5,30
CHIO112A	NXB-125 1P C80 10KA	80A	10KA	500V	\$8,25
CHIO113A	NXB-125 1P C100 10KA	100A	10KA	500V	\$9,15
CHIO114A	NXB-125 1P C125 10KA	125A	10KA	500V	\$9,50
BIPOLARES (2 POLOS)		CORRIENTE NOMINAL (In)	CAPACIDAD DE INTERRUPCION (Icu)	VOLTAJE DE AISLAMIENTO	
CHIO098A	NXB-63H 2P C10 10kA	10A	10KA	500V	\$10,40
CHIO099A	NXB-63H 2P C16 10kA	16A	10KA	500V	\$10,40
CHIO100A	NXB-63H 2P C20 10kA	20A	10KA	500V	\$10,40
CHIO101A	NXB-63H 2P C32 10kA	32A	10KA	500V	\$10,40
CHIO102A	NXB-63H 2P C40 10kA	40A	10KA	500V	\$10,40
CHIO103A	NXB-63H 2P C50 10kA	50A	10KA	500V	\$11,10
CHIO104A	NXB-63H 2P C63 10kA	63A	10KA	500V	\$11,10
CHIO115A	NXB-125 2P C80 10KA	80A	10KA	500V	\$16,75
CHIO116A	NXB-125 2P C100 10KA	100A	10KA	500V	\$17,00
CHIO153A	NXB-125 2P C125 10KA	125A	10KA	500V	\$20,80
TRIPOLARES (3 POLOS)		CORRIENTE NOMINAL (In)	CAPACIDAD DE INTERRUPCION (Icu)	VOLTAJE DE AISLAMIENTO	
CHIO105A	NXB-63H 3P C10 10kA	10A	10KA	500V	\$15,15



NXB-63H 1P C40 10kA



NXB-63H 2P C63 10kA



Nota. La tabla muestra un catálogo de interruptores termomagnéticos. Tomado de <https://laucol.com>.

Con estos datos se selecciona un interruptor termomagnético bifásico marca CHNT de 63 amperios.

Figura 42

Interruptor termomagnético de 63 A.



Nota. La ilustración muestra un interruptor termomagnético de 63 A.

3.1.5 Contactor

Para definir el valor del contactor se toma en cuenta algunos criterios como son: la tensión, la potencia nominal de la carga y la corriente a la cual va a trabajar. Además se toma en cuenta una tabla para seleccionar el contactor por su categoría de empleo.

Tabla 5

Tipos de contactores por su categoría de empleo.

Clasificación de los contactores según el tipo de carga	
Corriente alterna	Aplicaciones
AC - 1	Cargas no inductivas o débilmente inductivas, Calefacción eléctrica. $\text{Cos}\phi \geq 0.90$
AC - 2	Motores de anillos: arranque, inversión de marcha, centrifugadoras. $\text{Cos}\phi \geq 0.60$
AC - 3	Motores de rotor en cortocircuito: arranque, desconexión a motor lanzado. Compresores, ventiladores. $\text{Cos}\phi \geq 0.30$
AC - 4	Motores de rotor en cortocircuito: arranque, marcha a impulsos, inversión de marcha. Servivo intermitente: grúas, ascensores.... $\text{Cos}\phi \geq 0.30$
Corriente continua	Aplicaciones
DC - 1	Cargas no inductivas o débilmente inductivas.
DC - 2	Motores shunt: arranque, desconexión a motor lanzado.
DC - 3	Motores shunt: arranque, inversión de marcha, marcha a impulsos.
DC - 4	Motores serie: arranque, desconexión a motor lanzado.
DC - 5	Motores serie: arranque inversión de marcha, marcha a impulsos.

Nota. La tabla muestra tipos de contactores por su categoría de empleo. Tomado de <https://slideplayer.es>

Tomando de referencia la tabla de tipo de contactores por su categoría de empleo se optó por un contactor de corriente alterna AC-2. El contactor se seleccionó en base la intensidad nominal (7.44 A), que previamente fue calculada. El contactor comercial seleccionado fue uno marca LS de 12 amperios.

Figura 43

Contactor LS de 12 A.



Nota. La ilustración muestra un Contactor LS de 12 A – 110 V.

3.1.6 Relé térmico

Se ha propuesto implementar un relé térmico para proteger al motor de sobrecorrientes, para ello se calcula corriente a la que se va a ajustar el relé mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 6

Corriente a la que se va a ajustar el relé.

$$I = I_n + (I_{m\acute{a}x} + I_{m\acute{i}n}) * V$$

donde,

I = Corriente a la que se va a ajustar el relé

I_n = Intensidad nominal

$I_{m\acute{a}x}$ = Intensidad máxima

$I_{m\acute{i}n}$ = Intensidad mínima

V = Relación de voltaje

Primero se calcula la relación de voltaje con la siguiente fórmula:

Ecuación 7

Relación de voltaje.

$$V = \frac{(V_{real} - V_{mín})}{(V_{máx} - V_{mín})}$$

$$V = \frac{(118 V - 115 V)}{(115 V - 0 V)}$$

$$V = 0.026 V$$

Una vez obtenido la relación de voltaje se procede a aplicar la fórmula anteriormente planteada, por lo que tenemos como resultado:

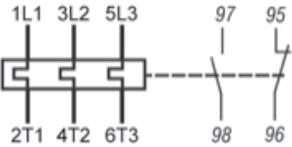
$$I = I_n + (I_{máx} + I_{mín}) * V$$

$$I = 7.44 A + (7.44 A + 0) * 0.026 V$$

$$I = 7.63 A$$

Tabla 6

Relés de Sobrecarga Térmicos RW de 0,28 a 840 A.

Montaje directo	Rangos de corriente (A)	Diagrama	Fusible máximo (gL/gG) ¹⁾	Referencia	Código	Peso kg
CWM9...40	0,28...0,4		2	RW27-1D3-D004	10045630	0,165
	0,43...0,63		2	RW27-1D3-C063	10186032	
	0,56...0,8		2	RW27-1D3-D008	10186033	
	0,8...1,2		4	RW27-1D3-D012	10045631	
	1,2...1,8		6	RW27-1D3-D018	10045632	
	1,8...2,8		6	RW27-1D3-D028	10452548	
	2,8...4		10	RW27-1D3-U004	10452213	
	4...6,3		16	RW27-1D3-D063	10045633	
	5,6...8		20	RW27-1D3-U008	10452197	
	7...10		25	RW27-1D3-U010	10045634	
	8...12,5		25	RW27-1D3-D125	10452967	
	10...15		35	RW27-1D3-U015	10452384	
	11...17		40	RW27-1D3-U017	10452204	
	15...23		50	RW27-1D3-U023	10452205	
22...32	63	RW27-1D3-U032	10452382			
CWM32/40	25...40		80	RW67-1D3-U040	10452216	0,320
	32...50		100	RW67-1D3-U050	10452217	
CWM50...80	25...40		80	RW67-2D3-U040	10844133	0,320
	32...50		100	RW67-2D3-U050	10186035	
	40...57		100	RW67-2D3-U057	10452201	
	50...63		100	RW67-2D3-U063	10452218	
	57...70		125	RW67-2D3-U070	10045635	
	63...80		125	RW67-2D3-U080	10045636	
CWM95/105	63...80		200	RW117-1D3-U080	10186370	0,490
	75...97		225	RW117-1D3-U097	10410002	
	90...112		250	RW117-1D3-U112	10410003	

Nota. La ilustración muestra relés de Sobrecarga Térmicos RW de 0,28 a 840 A.

Tomado de www.static.weg.net

La corriente a la cual debe operar el relé térmico es de 7.63 amperios. Por eso se procede a seleccionar un relé con el rango apropiado para éste valor.

Figura 44

Relé térmico RW.



Nota: La ilustración muestra un Relé térmico RW (Rango de corriente 7-10).

3.1.7 Pulsadores

Se adquirieron dos pulsadores de 110 v, uno de marcha y uno de paro respectivamente para el sistema de control y así automatizar el proceso con los demás elementos en conjunto.

Figura 45

Pulsador de marcha y pulsador de paro 110v.



Nota. La ilustración muestra un pulsador de marcha y pulsador de paro de 110 v.

3.1.8 Luces piloto

La luz verde es la encargada de indicar que la máquina se encuentra trabajando, estos elementos se los ha seleccionado en base a normas eléctricas ya establecidas.

Figura 46

Luces piloto 110v.



Nota. La ilustración muestra un pulsador de marcha y pulsador de paro de 110 v.

3.1.9 Gabinete eléctrico

Existen dos normas que definen y clasifican los gabinetes eléctricos y estos van de acuerdo: al grado de estanqueidad (Grado IP) y el grado de rigidez mecánica (Grado IK).

Se optó por la marca Schneider Electric, ya que posee gabinetes eléctricos con buena calidad y son de fácil adquisición en el país, presentan un grado IP66 y grado IK10, puesto que a mayor grado IP se obtiene una envolvente que protege mucho más. Por ello se seleccionó un gabinete Schneider de 40 x 25 cm, contando con el espacio necesario para ubicar los elementos de protección y control.

Figura 47

Gabinete eléctrico.



Nota. La ilustración muestra un gabinete eléctrico Schneider.

3.2 Elementos electrónicos**3.2.1 Relevador On delay**

La idea de automatizar el proceso es disminuir lo más que se pueda la intervención de la mano del hombre. Con esta idea y gracias a los temas investigados se definirá una tabla que relacione los tiempos de amasado de acuerdo a la cantidad que será batida.

Utilizando un temporizador On delay, se controlará de manera preciosa el tiempo que los brazos duren en realizar el amasado hasta obtener la consistencia adecuada. Se eligió un relevador marca Camsco de type AH3- series A- AC 110V 10A.

Figura 48

Relevador On delay.



Nota. La ilustración muestra un relevador On delay.

3.3 Elementos mecánicos**3.3.1 Caja reductora**

Para la selección de la caja reductora se ha tomado en cuenta las críticas de las máquinas y prototipos ya realizados para determinar qué; la velocidad ideal para amasar la melcocha oscila entre las 40 y 75 revoluciones por minutos, tomando de referencia estos datos se ha seleccionado un punto medio de revoluciones por minuto para realizar el amasado de melcocha.

Obtener una caja reductora con las características específicas presenta algunas dificultades al momento de conseguirlas, además de tener costos considerablemente elevados. Por estos motivos se consideró una caja reductora de relación 1:7.5, la cual fue adquirida de segunda mano, puesto que ha sido la opción más conveniente por su fácil adquisición, además de ser algo beneficioso al aumentar el torque del sistema.

Las relaciones de reducción (i) disponibles son desde 7.5 a 100, se toma en cuenta las revoluciones de entrada al reductor y sus salidas, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7

Relaciones de reducción disponibles.

Relación (i)	Motor 2 polos (2800 rpm)	Motor 4 polos (1400 rpm)	Motor 6 polos (900rpm)
7,5	374	186	120
10	280	140	90
15	186	94	60
20	140	70	45
25	112	56	36
30	93	47	30
40	70	35	22
50	56	28	18
60	46	24	15
80	35	18	11
100	28	14	9

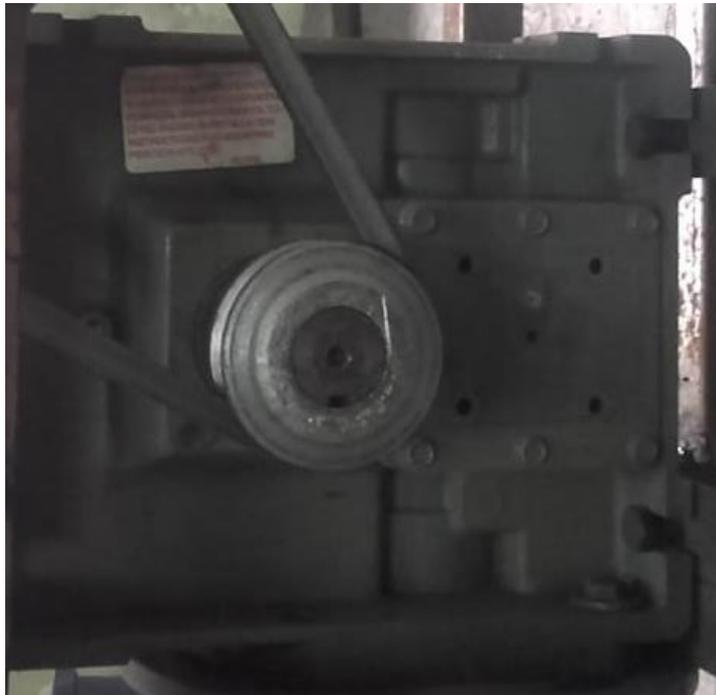
Nota. La tabla muestra las relaciones de reducción disponibles en la marca Generico MOT. Tomada de www.adajusa.es

La velocidad de salida con esta caja reductora es de 186 rpm, ésta velocidad se la puede reducir fácilmente mediante un sistema de poleas y correa.

Se seleccionó un Reductor sin fin corona de tamaño 50, de ejecución compacta y alto rendimiento, con eje hueco de salida de $\varnothing 25\text{mm}$ y eje de entrada de $\varnothing 14\text{mm}$. Este tamaño de reductor admite motores con brida B5 tamaño 71, este tamaño de brida tiene un \varnothing Exterior de 160mm y el reductor tiene un diámetro de eje de entrada de 14mm.

Figura 49

Reductor.



Nota. La ilustración muestra la caja reductora.

3.3.2 Sistema de transmisión mediante poleas y correa

Se ha optado por un sistema mediante poleas y correa para reducir la velocidad de salida de la caja reductora a la adecuada para el sistema de amasado. Un sistema como éste permite una transmisión sin pérdida de potencia, sin ruido, de fácil acceso en el mercado y rápida de implementar.

A continuación se realiza una relación de transmisión entre ambas poleas, tomando de referencia sus diámetros y la velocidad de entrada a la que gira la polea conductora y así seleccionar el diámetro necesario.

Ecuación 8

Relación de transmisión.

$$D1 * N1 = D2 * N2$$

$$(7") * N1 = (2") * (188 \text{ rpm})$$

$$(177,8 \text{ mm}) * N1 = (50,8 \text{ mm}) * (188 \text{ rpm})$$

$$N1 = \frac{(50,8 \text{ mm}) * (188 \text{ rpm})}{(177,8 \text{ mm})}$$

$$N1 = \frac{(8890)}{(177,8 \text{ mm})}$$

$$N1 = 53 \text{ rpm}$$

Se determinó que la polea conductora tendrá un diámetro de 2 pulgadas, mientras que la polea conducida uno mayor de 7 pulgadas, para llegar a obtener la velocidad planteada previamente.

Figura 50

Sistema de transmisión mediante poleas y correa.



Nota. La ilustración muestra un sistema de transmisión mediante poleas y correa.

3.3.3 Engranajes rectos

Se escogió éste tipo de transmisión debido a que se necesita un giro horario y uno anti horario para cada eje respectivamente, los cuales cumplen la función de estirar la melcocha. Los engranajes paralelos de dientes rectos cuentan con una gran capacidad para transmitir potencia, además son más utilizados en velocidades pequeñas y medianas, evitando el ruido al momento de trabajar.

Para seleccionar el engranaje recto se parte de estos datos:

Datos

$$N = 31 \text{ dientes}$$

$$n = 53 \text{ rpm}$$

$$Paso = 7 \frac{\text{dientes}}{\text{in}}$$

Se procede a calcular el paso diametral y luego el módulo del engranaje a seleccionar.

Ecuación 9

Paso diametral del engranaje.

$$p = \frac{N}{d}$$

Donde,

$$d = \text{paso diametral}(\text{dientes}/\text{in})$$

$$N = \text{número de dientes}$$

$$p = \text{diámetro de paso (in)}$$

$$p = \frac{31 \text{ dientes}}{7 \text{ dientes/in}}$$

$$p = 4.42 \text{ in}$$

Ecuación 10

Módulo del engranaje.

$$m = \frac{N}{d}$$

Donde,

$m = \text{modulo}$

$N = \text{número de dientes}$

$d = \text{distancia entre centros} = 22 \text{ mm}$

$$m = \frac{31 \text{ dientes}}{22 \text{ mm}}$$

$$m = 1.4$$

Tabla 8

Tabla de módulos de engranajes y pasos estandarizados (UNE 3121).

Modulo m	paso	Modulo m	Paso	Modulo m	paso
0.5	1.571	2	6.284	6	18.850
0.55	1.727	2.25	7.069	6.5	20.420
0.6	1.885	2.5	7.854	7	21.991
0.7	2.199	2.75	8.639	8	25.133
0.8	2.513	3	9.425	9	28.274
0.9	2.827	3.25	10.210	10	31.416
1	3.142	3.5	10.996	11	34.557
1.125	3.534	3.75	11.781	12	37.699
1.25	3.927	4	12.556	14	43.982
1.375	4.320	4.5	14.137	16	50.265
1.5	4.712	5	15.708	18	56.549
1.75	5.498	5.5	17.279	20	62.832

Nota. La tabla muestra las relaciones de reducción disponibles. Tomado de

<https://clr.es/blog/es/>

De acuerdo con los cálculos realizados para obtener el paso diametral del engranaje y por ende su módulo, se procede a seleccionar dos engranajes rectos de la tabla estandarizada con un módulo de 1.5 y un paso diametral de 4.7 in.

Figura 51

Engranajes rectos.



Nota. La ilustración muestra dos engranajes rectos.

3.3.4 Sistema de transmisión mediante piñones y cadena

Debido a que la distancia entre los dos primeros ejes es corta para los brazos mecánicos, se implementó al sistema un tercer eje, dos piñones de paso simple y una cadena, debido a la alta confiabilidad, eficiencia y el rendimiento elevado de 98% que poseen, todo esto con el fin de obtener una separación aceptable para que los brazos puedan girar sin que exista una colisión entre ellos, fijando los brazos en el primer y el tercer eje del mecanismo.

El primer piñón se ubica en el mismo eje donde se encuentra el engranaje conducido (segundo eje), para obtener el giro contrario necesario en el sistema,

mientras que el segundo piñón se ubicará en el tercer eje donde se colocará el segundo brazo amasador.

Tabla 9

Tabla estándar de número de dientes disponibles en piñones.

Pieza Vercelli N°	N° Dientes	Diam. Paso	Diam. Ext.	Hueco		Bocamaza		Peso Aprox.
		Dp	Do	Min	Max	Dh	L	q
		mm	mm	d min	d max	mm	mm	Kg
25B08*	8	16.59	19.23	6	7	12	15	-
25B09*	9	18.57	21.00	6	7	13	15	0.014
25B10*	10	20.55	23.00	6	9	14	15	0.018
25B11*	11	22.54	25.00	6	10	16	15	0.023
25B12*	12	24.53	28.00	6	12	18	15	0.030
25B13*	13	26.53	30.00	6	14	20	20	0.048
25B14	14	28.54	32.00	6	14	21	20	0.051
25B15	15	30.54	34.00	6	14	22	20	0.053
25B16	16	32.55	36.00	8	19	25	20	0.077
25B17	17	34.56	38.00	8	19	26	20	0.079
25B18	18	36.57	40.00	8	19	28	20	0.081
25B19	19	38.58	42.00	8	20	30	20	0.084
25B20	20	40.59	44.00	8	22	32	20	0.087
25B21	21	42.61	46.00	8	22	35	20	0.119

Nota. La tabla muestra tabla estándar de número de dientes disponibles en piñones.

Tomado de <https://drive.google.com/file>

La opción a considerar es un piñón de 17 dientes, siendo el más accesible en el mercado. El número de dientes de la rueda no puede aumentar en demasía, dado que esto supone que la altura de los mismos se hace más pequeña y la posibilidad de desengranar la cadena.

Figura 52

Piñones.



Nota. La ilustración muestra dos piñones y una cadena.

Para seleccionar la cadena adecuada se utiliza una tabla estandarizada con los tipos de cadena disponibles en el mercado. La cadena a utilizar es una tipo ANSI B 29.1M, la cual se encuentra establecida para ser utilizada con piñones.

Tabla 10

Tabla estandarizada de tipo de cadena según su categoría.

CATEGORIA	TIPO ANSI	TIPO ISO	TIPO JIS
Cadena de rodillos	ANSI B 29.1M	ISO 606	JIS B 1801
Cadena de transmisión de potencia	ANSI B 29.1M	ISO 1395	JIS B 1801
Piñones	ANSI B 29.1M	ISO 606	JIS B 1802
Cadena reforzada	ANSI B 29.1M	ISO 3512	
Cadena de bicicleta		ISO 9633	JIS D 9417
Cadena de motos		ISO 10190	JCAS 1
Cadena flyer	ANSI B 29.8M	ISO 4347	JIS B 1804
Cadena de doble paso y piñones	ANSI B 29.4	ISO 1275	JIS B 1803
Cadena de rodillos con accesorios	ANSI B 29.5		JIS B 1801
Cadena de transporte	ANSI B 29.15	ISO 1977/1-3	JCAS 2

Nota. La ilustración muestra una tabla estandarizada de tipo de cadena según su categoría. Tomado de <https://www.expoimsa.com>

Figura 53

Cadena.



Nota. La ilustración muestra una cadena tipo ANSI B 29.1M

3.3.5 Chumacera

Las chumaceras deben seleccionarse de modo que satisfagan las necesidades donde serán empleadas, en razón de eso existen diversos tipos de rodamientos, se encuentran disponibles para bajas velocidades (hidrodinámicas) y para velocidades y cargas elevadas (hidrostáticas).

Tabla 11

Tipos de chumaceras.

Shaft dia. mm inch	Unit number ¹⁾	Nominal dimensions											Bolt size mm inch	Bearing number
		mm					inch.							
		H	L	J	A	N	N _i	H ₁	H ₂	L ₁	B	S		
12 ½	UCP201D1 UCP201-008D1	30.2 1 ⅜	127 5	95 3 ¾	38 1 ½	13 ½	16 ⅝	14 ⅞	62 2 ⅞	42 1 ⅝	31 1.2205	12.7 0.500	M10 ⅜	UC201D1 UC201-008D1
15 9/16 5/8	UCP202D1 UCP202-009D1 UCP202-010D1	30.2 1 ⅜	127 5	95 3 ¾	38 1 ½	13 ½	16 ⅝	14 ⅞	62 2 ⅞	42 1 ⅝	31 1.2205	12.7 0.500	M10 ⅜	UC202D1 UC202-009D1 UC202-010D1
17 11/16	UCP203D1 UCP203-011D1	30.2 1 ⅜	127 5	95 3 ¾	38 1 ½	13 ½	16 ⅝	14 ⅞	62 2 ⅞	42 1 ⅝	31 1.2205	12.7 0.500	M10 ⅜	UC203D1 UC203-011D1
20 ¾	UCP204D1 UCP204-012D1	33.3 1 ⅝	127 5	95 3 ¾	38 1 ½	13 ½	16 ⅝	14 ⅞	65 2 ⅞	42 1 ⅝	31 1.2205	12.7 0.500	M10 ⅜	UC204D1 UC204-012D1
25 13/16 7/8 15/16	UCP205D1 UCP205-013D1 UCP205-014D1 UCP205-015D1	36.5 1 7/16	140 5 ½	105 4 1/8	38 1 ½	13 ½	16 ⅝	15 19/32	71 2 25/32	42 1 21/32	34.1 1.3425	14.3 0.563	M10 ⅜	UC205D1 UC205-013D1 UC205-014D1 UC205-015D1
1	UCP205-100D1													UC205-100D1
30 1 1/16 1 1/8 1 3/16 1 1/4	UCP206D1 UCP206-101D1 UCP206-102D1 UCP206-103D1 UCP206-104D1	42.9 1 11/16	165 6 ½	121 4 ¾	48 1 7/8	17 2 1/32	20 25/32	17 2 1/32	83 3 9/32	54 2 1/8	38.1 1.5000	15.9 0.626	M14 ½	UC206D1 UC206-101D1 UC206-102D1 UC206-103D1 UC206-104D1
35 1 1/4 1 5/16 1 3/8 1 7/16	UCP207D1 UCP207-104D1 UCP207-105D1 UCP207-106D1 UCP207-107D1	47.6 1 7/8	167 6 9/16	127 5	48 1 7/8	17 2 1/32	20 25/32	18 23/32	93 3 21/32	54 2 1/8	42.9 1.6890	17.5 0.689	M14 ½	UC207D1 UC207-104D1 UC207-105D1 UC207-106D1 UC207-107D1

Nota. La tabla muestra los tipos de chumaceras disponibles en el mercado. Tomado de

<https://s.alicdn.com>

Se optó por una chumacera P205-100D1 hidrodinámica de 1 pulgada de diámetro, siendo la más eficiente para el trabajo requerido a velocidades bajas.

Figura 54

Chumacera de 1 pulgada.



Nota. La ilustración muestra una chumacera de 1 pulgada.

3.3.6 Ejes de transmisión

Son los ejes en los cuales se fijarán los elementos de transmisión como poleas, engranajes y piñones. Los ejes serán sujetados a la estructura con chumaceras de 1 pulgada y serán 3 ejes de acero común, los laterales una longitud de 25 cm, el del medio con una de 23 cm y todos con un diámetro de 1 pulgada.

Figura 55

Eje de transmisión de potencia.



Nota. La ilustración muestra un eje de transmisión de potencia.

3.3.7 Ejes de acero inoxidable

En razón que la máquina estará en contacto con el alimento, los ejes sobre los cuales irá la masa de la melcocha serán de acero inoxidable 304, debido a la que son resistentes a la corrosión en muchos medios y de ese modo pueden estar con los alimentos sin sufrir degradación en su composición química. En base a criterios estudiados y a pruebas previamente realizadas la longitud de los ejes amadores debe ser de 21 cm para lograr amasar una cantidad aceptable de más de 8 libras.

Tabla 12

Constantes elásticas y físicas de materiales.

MATERIAL	MÓDULO DE ELASTICIDAD E		MÓDULO DE RIGIDEZ G		RELACIÓN DE POISSON ν	PESO UNITARIO w		
	Mpsi	GPa	Mpsi	GPa		lb/in ³	lb/ft ³	kN/m ³
Aluminio (todas las aleaciones)	10.3	71.0	3.80	26.2	0.334	0.098	169	26.6
Cobre al berilio	18.0	124.0	7.0	48.3	0.285	0.297	513	80.6
Latón	15.4	106.0	5.82	40.1	0.324	0.309	534	83.8
Acero común	30.0	207.0	11.5	79.3	0.292	0.282	487	76.5
Hierro colado (gris)	14.5	100.0	6.0	41.4	0.211	0.260	450	70.6
Cobre	17.2	119.0	6.49	44.7	0.326	0.322	556	87.3
Madera (abeto Douglas)	1.6	11.0	0.6	4.1	0.33	0.016	28	4.3
Vidrio	6.7	46.2	2.7	18.6	0.245	0.094	162	25.4
Inconel	31.0	214.0	11.0	75.8	0.290	0.307	530	83.3
Plomo	5.3	36.5	1.9	13.1	0.425	0.411	710	111.5
Magnesio	6.5	44.8	2.4	16.5	0.350	0.065	112	17.6
Molibdeno	48.0	331.0	17.0	117.0	0.307	0.368	636	100.0
Monel	26.0	179.0	9.5	65.5	0.320	0.319	551	86.6
Niquel plata	18.5	127.0	7.0	48.3	0.322	0.316	546	85.8
Acero al níquel	30.0	207.0	11.5	79.3	0.291	0.280	484	76.0
Bronce fosforado	16.1	111.0	6.0	41.4	0.349	0.295	510	80.1
Acero inoxidable	27.6	190.0	10.6	73.1	0.305	0.280	484	76.0

Nota. La tabla muestra las constantes elásticas y físicas de materiales. Tomado de www.wikipedia.com

Figura 56

Eje amasador de acero inoxidable 304.



Nota. La ilustración muestra un eje amasador de acero inoxidable 304.

3.4 Construcción de la estructura

Una vez que los elementos mecánicos que constituyen la máquina amasadora de melcocha han sido contruidos y adquiridos, se procede a las operaciones de acoplado de las partes, para formar el conjunto de los mecanismos con los que se encuentra constituido la máquina.

Figura 57

Estructura de la máquina.



Nota. La ilustración muestra la estructura metálica finalizada.

3.5 Montaje del motor y caja reductora en la estructura

Lo primero es asegurar el motorreductor a la estructura de manera fija y bien asegurada con pernos, de esta manera se evita vibraciones en la máquina y por ende ruidos al momento de trabajar.

Figura 58

Montaje del motor en la estructura.



Nota. La ilustración muestra el montaje del motor en la estructura.

En base a cálculos ya realizados y planteados previamente, se procede a fijar la polea seleccionada junto con el primer engranaje en el primer eje de transmisión, el cual va a realizar el giro anti horario, junto con el primer brazo amasador.

Figura 59

Primer eje de transmisión con elementos fijados.

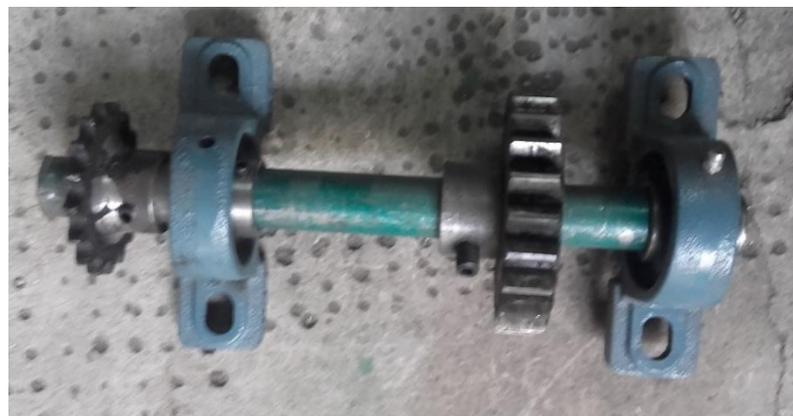


Nota. La ilustración muestra el primer eje de transmisión con elementos fijados.

Después fijamos el segundo engranaje y el primer piñón juntos con los elementos de sujeción al segundo eje de transmisión del sistema. El cual va a realizar un giro horario, es decir opuesto al del primer eje, cumpliendo con la función requerida para los brazos amasadores.

Figura 60

Segundo eje de transmisión con elementos fijados.



Nota. La ilustración muestra el segundo eje de transmisión con elementos fijados.

Ya por último se fija el segundo piñón al tercer eje, utilizando una cadena para obtener el mismo giro en sentido horario del segundo eje. Se optó por un tercer eje debido a que la distancia entre los primeros ejes era muy corta, dando solución al inconveniente.

Figura 61

Tercer eje de transmisión con elementos fijados.



Nota. La ilustración muestra el tercer eje de transmisión con elementos fijados.

3.6 Montaje de ejes de transmisión

Figura 62

Montaje del primer eje en la estructura metálica.



Nota. La ilustración muestra el montaje del primer eje en la estructura metálica.

Figura 63

Montaje del primer eje en la estructura metálica.



Nota. La ilustración muestra el montaje del segundo eje en la estructura metálica.

Figura 64

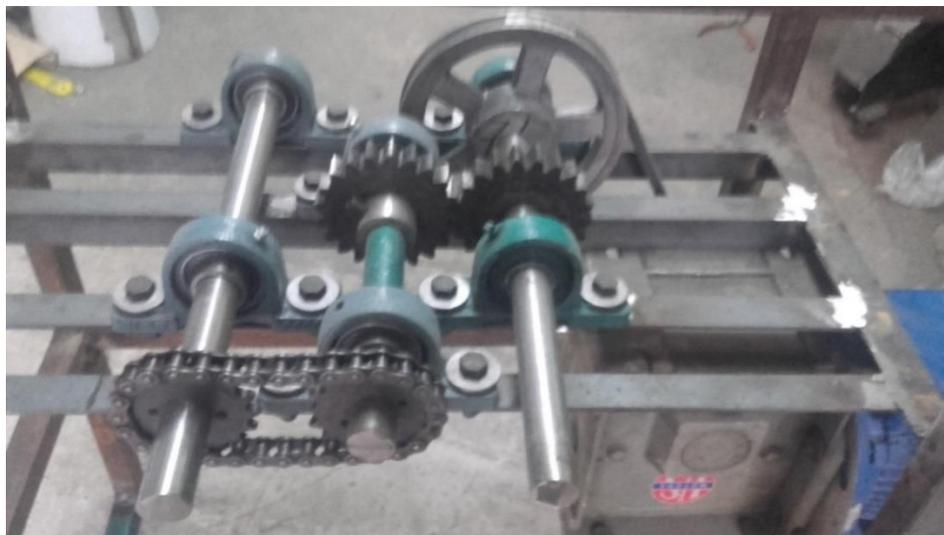
Montaje del tercer eje en la estructura metálica.



Nota. La ilustración muestra el montaje del tercer eje en la estructura metálica.

Figura 65

Sistema de transmisión ensamblado.



Nota. La ilustración muestra el sistema de transmisión ensamblado.

3.7 Construcción de brazos amasadores.

Los brazos tienen un ángulo de inclinación de 35 grados, el cual tiene como propósito evitar que choquen entre sí, cuando están en movimiento. Una vez realizados los brazos se procede a soldar los ejes en la parte final de cada brazo respectivamente. Se utilizó soldadura MIG, debido a que se trata de acero inoxidable 304 y ésta soldadura es la más recomendable en estos casos.

Figura 66

Brazos amasadores.



Nota. La ilustración muestra los brazos amasadores.

A continuación se fija los brazos a los ejes respectivamente:

Figura 67

Máquina amasadora ensamblada.



Nota. La ilustración muestra la máquina amasadora ensamblada.

Se coloca el tercer eje amasador, el cual se encuentra fijo y soldado a la estructura de la máquina. Finalmente se realiza el forrado de la máquina y se procede a pintar de color blanco.

Figura 68

Máquina amasadora de melcocha pintada.



Nota. La ilustración muestra la máquina amasadora de melcocha pintada.

3.8 Montaje de elementos eléctricos de protección y de mando.

Figura 69

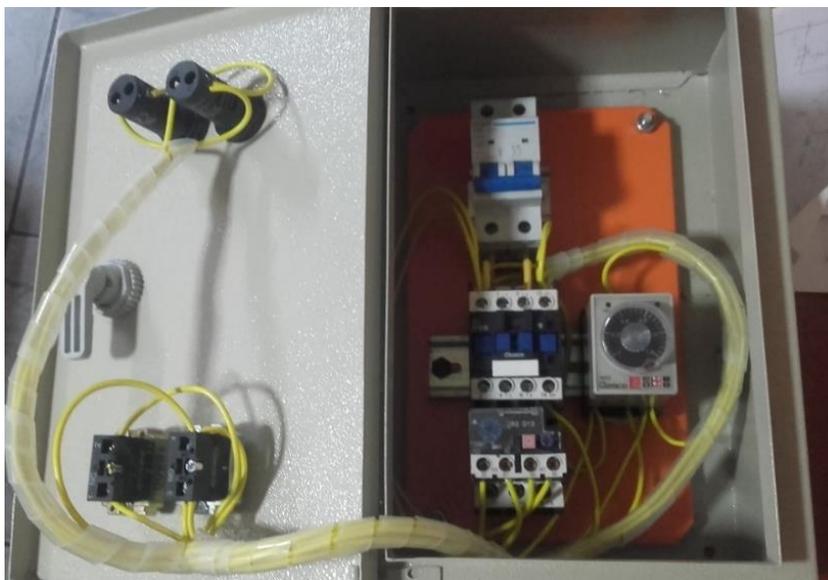
Montaje de elementos eléctricos y electrónicos.



Nota. La ilustración muestra el proceso del montaje de los elementos eléctricos y electrónicos.

Figura 70

Elementos eléctricos de protección y mando montados.



Nota. La ilustración muestra los elementos eléctricos de protección y mando montados.

Figura 71

Gabinete fijado a la estructura.



Nota. La ilustración muestra el gabinete fijado a la estructura.

Figura 72

Máquina finalizada.

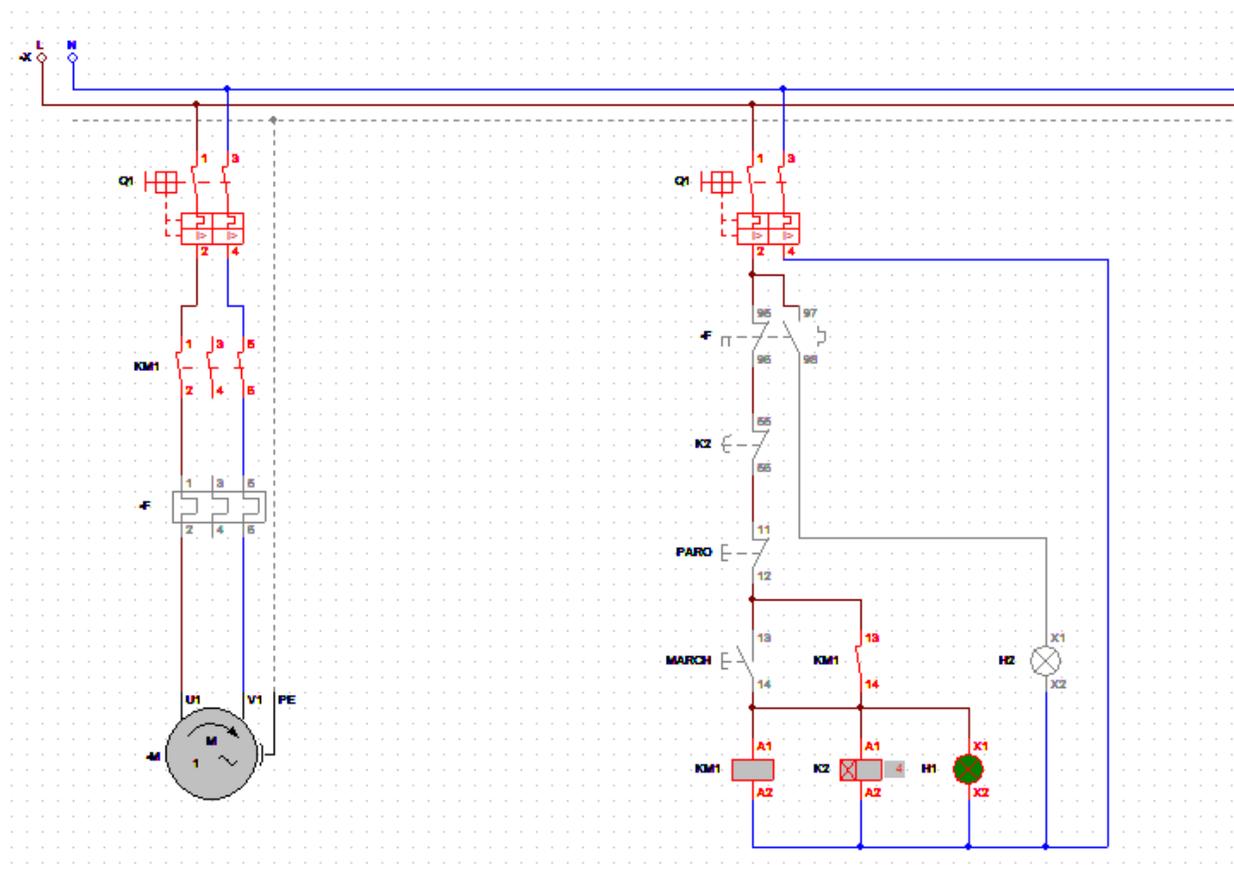


Nota. La ilustración muestra la máquina finalizada.

3.8.1 Circuito de fuerza y de mando simulado en CADeSIMU

Figura 73

Simulación en CADeSIMU.



Nota. La ilustración muestra la Simulación en CADeSIMU.

3.9 Pruebas de funcionamiento

Lo primero es adquirir la panela adecuada, existen tipos de panela en el mercado. La necesaria para realizar la melcocha debe ser lo más puro posible y debe presentar un color amarillo oscuro o también claro, ya que si ocupamos la panela café oscuro obtendremos también un tipo de melcocha pero con la consistencia adecuada para amasarla.

Figura 74

Panela pura.



Nota. La ilustración muestra la panela pura.

Después de conseguir la panela, procedemos a hervirla con un poco de agua y también agregamos zumo de limón para obtener mayor elasticidad al momento de amasar y convertirla en melcocha.

Figura 75

Panela hirviendo.



Nota. La ilustración muestra la panela hirviendo.

El tiempo promedio que debe hervir es de 20 a 30 minutos, hasta evaporar el agua. Pero se debe estar pendiente para retirar del fuego en un punto exacto de cocción. Para ello, existen técnicas que han sido proporcionadas por personas que se dedican a realizar este dulce y que han ido de generación en generación.

La técnica es muy simple y consiste en colocar un poco de la panela cuando aún está hirviendo en agua fría, si se cristaliza y se vuelve duro, quiere decir que ya está lista como se observa en la siguiente figura.

Figura 76

Panela lista para ser enfriada.

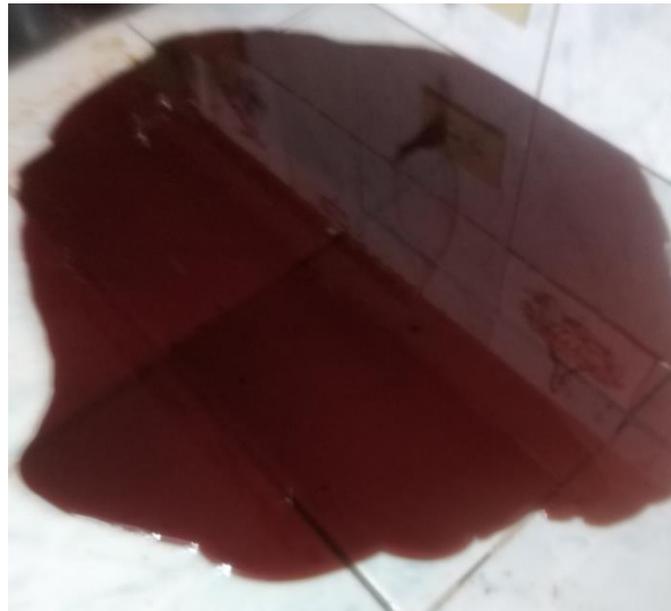


Nota. La ilustración muestra la panela lista para ser enfriada (cristalización).

Después se coloca la cocción en una bandeja o en una piedra que ayude a enfriarla por unos minutos, hasta obtener la temperatura de 40 a 50 grados centígrados y para luego ser llevada a amasarla en la máquina.

Figura 77

Masa enfriada.



Nota. La ilustración muestra la masa enfriada.

3.10 Análisis y resultados de tiempos de producción.

Se realizan tomando en cuenta la cantidad que vamos a amasar en la máquina, y dependiendo de ésta irá variando el tiempo. Debido a que existe una oxigenación de la masa al momento de estirla, cambia de color y tiende a aumentar su volumen, obteniendo la consistencia tan conocida de la melcocha.

Figura 78

Masa ubicada en los brazos de la máquina.



Nota. La ilustración muestra la masa ubicada en los brazos de la máquina.

Figura 79

Masa siendo estirada.



Nota. La ilustración muestra la masa siendo estirada.

Figura 80

Melcocha lista para los moldes.



Nota. La ilustración muestra la melcocha lista para los moldes.

Figura 81

Melcocha siendo ubicada en moldes.



Nota. La ilustración muestra la melcocha siendo ubicada en moldes.

Una vez realizadas muchas pruebas, variando la cantidad de masa a colocar en la máquina, se obtuvo una tabla de referencia relacionando la cantidad en libras y el tiempo en minutos, que tarda en finalizar el amasado de la melcocha.

Tabla 13

Tabla de referencia de tiempos de producción según cantidades.

Cantidad	Tiempo
2 lb	5-7 minutos
4 lb	7-9 minutos
6 lb	10 minutos
8 lb	11 minutos

Nota. La tabla muestra la referencia de tiempos de producción según cantidades.

Capítulo IV

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

Se pudo comprobar que la eficiencia de la máquina al momento de amasar es competente, puesto que cumple con la función de amasar en menor tiempo.

Optimizando así el proceso sin la intervención del artesano, más que para colocar la masa en los brazos excéntricos. El artesano puede guiarse por la tabla ya establecida para cantidades y tiempos.

Cada elemento eléctrico, electrónico y mecánico ha sido seleccionado en base a criterios técnicos y fórmulas necesarias para obtener un sistema eficaz y lo más preciso posible, el motor cuenta con las protecciones debidas para evitar un sobrecalentamiento o un deterioro del mismo, aumentando la vida útil de la máquina.

El montaje del prototipo fue realizado según las medidas del motor y la caja reductora, se dimensionó la estructura y los espacios que iban a ocupar los elementos tanto eléctricos, electrónicos y mecánicos, obtenidos consecutivamente en la implementación de la máquina.

La máquina implementada cuenta con una capacidad de amasado de 8 libras en el tiempo de 10 u 12 minutos, dependiendo de la calidad del producto. Todas las pruebas realizadas apuntan a que el producto final cuenta con la misma calidad tradicional que defina a la melcocha, asimismo se mejora considerablemente los tiempos de producción y la cantidad a elaborar no es limitada por la máquina.

4.2 Recomendaciones

La materia prima debe ser la adecuada para obtener una melcocha de calidad y con el mismo sabor tradicional que la caracteriza.

Para un mejor manejo de la masa al momento de estirla, se recomienda implementar un variador de frecuencia para controlar la velocidad a la que irán rotando los brazos excéntricos.

Se recomienda que la máquina se encuentre en un ambiente fresco para realizar todo el proceso de amasado, debido a que la masa varía su consistencia dependiendo de la temperatura a la que se encuentre.

Bibliografía

- Administración. (2010). *Reductores de velocidad*. Recuperado el 10 de 11 de 2021, de <https://adnervillarroel.files.wordpress.com/2010/07/reductores-de-velocidad.pdf>
- Canto, C. (2006). *Los timers en los PLC's*. Facultad de Ciencias. Recuperado el 11 de 11 de 2021, de http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PDF_S/8_LOS_TIMERS.PDF
- Definición.xyz. (2021). *Controles Eléctricos*. Recuperado el 10 de 11 de 2021, de Definición.xyz: <https://definicion.xyz/controles-electricos/>
- El Universo. (13 de julio de 2003). *Melcochas, una dulce tradición*. Recuperado el 10 de 11 de 2021, de El Universo: <https://www.eluniverso.com/2003/07/13/0001/12/C0D55240C26447579ED19537E4651DC7.html/>
- Endesa Fundación. (s.f.). *Instalación eléctrica doméstica, sistema de protección y averías*. Recuperado el 17 de 11 de 2021, de Endesa Fundación: <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educacion/recursos/instalacion-electrica-domestica>
- García, R. (2019). *Electricidad(II).Elementos de Control y Maniobra*. Recuperado el 17 de 11 de 2021, de Ingeniero Marino: <https://ingenieromarino.com/electricidad-elementos-de-control-y-maniobra/>
- Guzmán Garzón, N., & Gualteros Roberto, S. (2021). *Máquina batidora de Alfandoque*. Bogotá. Recuperado el 02 de 11 de 2021, de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/10813/PG-21-1-08%20DOCUMENTO%20FINAL%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Legrand. (s.f.). *USO Y APLICACIONES DE LOS TABLEROS ELÉCTRICOS*

INDUSTRIALES. Recuperado el 25 de 11 de 2021, de Legrand:

<https://legrand.com.pe/uso-y-aplicaciones-de-los-tableros-electricos-industriales/>

López Cheza, B. (2017). *Máquina estiradora de melcochas con capacidad para 25 libras de masa*. Ibarra. Recuperado el 02 de 11 de 2021, de

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7128/2/ARTICULO.pdf>

McGraw Hill. (2019). Máquinas y mecanismos. *McGraw Hill*, 112, 114. Recuperado el 10 de 11 de 2021, de

<https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/844861626X.pdf>

MMUNOZ. (22 de 09 de 2005). *Ejes de transmisión*. Recuperado el 17 de 11 de 2021, de Cartagena99:

https://www.cartagena99.com/recursos/alumnos/apuntes/ejes_apuntes.pdf

Motores y Drives de las Californias. (s.f.). *Motorreductores*. Obtenido de Motores y Drives de las Californias: <https://www.motoresydrives.com/motorreductores/>

Párraga, R. (12 de 03 de 2016). *Prometeo realiza estudio sobre la caña de azúcar para potenciar su producción*. Recuperado el 16 de 11 de 2021, de el telégrafo:

<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/507/1/prometeo-realiza-estudio-sobre-la-cana-de-azucar-para-potenciar-su-produccion>

Sánchez Vaca, R., & Verdezoto Ashqui, R. (2009). *DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UNA MÁQUINA*. Riobamba. Recuperado el 03 de 11 de 2021, de <https://1library.co/document/q7wxvpvz-diseno-construccion-pruebas-maquina-amasadora-melcocha.html>

Wikipedia. (20 de 09 de 2021). *Conductor eléctrico*. Recuperado el 25 de 11 de 2021, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Conductor_el%C3%A9ctrico