



Implementación de una máquina moladora de granos de cacao a través de elementos eléctricos electrónicos y mecánicos para mejorar tiempos de molienda en el sector agrícola.

Collay Lasinquiza, Cristian Vinicio

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en
Electromecánica

Ing. Lara Jácome, Óscar Rodrigo

15 de agosto del 2023

Latacunga



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Reporte verificación de contenido



IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUINA...

Scan details

Scan time:
August 15th, 2023 at 17:8 UTC

Total Pages:
32

Total Words:
7804

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
● Identical	0.1%	8
● Minor Changes	0%	0
● Paraphrased	0.4%	28
● Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage

- AI text
- Human text

🔍 Plagiarism Results: (1)

🌐 **MOTORES ELECTRICOS - Ensayos para estudiantes - ...**
<https://www.clubensayos.com/tecnolog%c3%ada/motores-el...>

0.5%

Ing. Lara Jácome, Óscar Rodrigo

C.C.: 0502960594



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: **Implementación de una máquina moledora de granos de cacao a través de elementos eléctricos electrónicos y mecánicos para mejorar tiempos de molienda en el sector agrícola** fue realizado por el señor **Collay Lasinquiza, Cristian Vinicio**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 15 agosto del 2023

Ing. Lara Jácome, Óscar Rodrigo

C.C.: 0502960594



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Collay Lasinquiza, Cristian Vinicio**, con cédula de ciudadanía N° **0503777468**, declaro que el contenido, ideas y criterios de Trabajo de integración curricular: **“Implementación de una máquina moladora de granos de cacao a través de elementos eléctricos electrónicos y mecánicos para mejorar tiempos de molienda en el sector agrícola.”** 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, 15 agosto del 2023

Una firma manuscrita en tinta azul que parece leer 'C. Collay'.

Collay Lasinquiza, Cristian Vinicio

C.C.: 0503777468



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Autorización de Publicación

Yo **Collay Lasinquiza, Cristian Vinicio**, con cédula de ciudadanía N° 0504360868, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el Trabajo de integración curricular: **“Implementación de una maquina moladora de cacao a través de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos para mejorar tiempos de molienda en el sector agrícola.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 15 agosto del 2023

Una firma manuscrita en tinta azul que parece corresponder al nombre Collay Lasinquiza, Cristian Vinicio.

Collay Lasinquiza, Cristian Vinicio

C.C.: 0503777468

Dedicatoria

Se la dedico a Dios, por brindarme la sabiduría y fortaleza para poder cumplir un objetivo más, estando cada día más cerca de la verdadera meta.

A mi Madre y a mi Padre que día y noche velan por mí, y son parte fundamental de mi vida, me han enseñado valores y me han dado consejos, este triunfo también les pertenece.

A mis queridos Abuelitos que siempre han confiado en mí, aun cuando yo mismo no lo hacía, me han cuidado y criado desde pequeño, esto es para ellos también.

Cristian

Agradecimiento

Agradezco a Dios por permitirme cursar una carrera universitaria y ayudarme a superar diversas dificultades que se han presentado en el camino.

A mi Madre y a mi Padre, que me apoyaron económicamente y moralmente, siempre estaré eternamente agradecido por todo lo que han hecho y siguen haciendo por mí.

A mis Abuelitos y a mi tío porque ellos siempre creyeron en mí y me han brindado su apoyo.

Cristian

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	1
Reporte verificación de contenido.....	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Índice de contenidos.....	8
Índice de figuras.....	13
Índice de tablas	16
Índice de ecuaciones	18
Resumen.....	19
Abstract	20
Capítulo I: Introducción	21
Antecedentes	21
Planteamiento del Problema	22
Justificación.....	23
Objetivos de la Investigación.....	23
<i>Objetivo general</i>	<i>23</i>
<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>23</i>
Alcance.....	24

Capítulo II :Marco teórico	25
Origen historia del cacao	25
<i>Reseña histórica del cacao</i>	25
El cacao del ecuador	26
Situación actual	26
Análisis y precaución	26
Procesamiento de grano seco	27
Clasificación del cacao	28
<i>Cacao forastero</i>	28
<i>Cacao criollo</i>	29
<i>Cacao trinitario</i>	29
Definición de molienda.....	30
Molienda en ecuador	31
Factores que intervienen en la molienda	31
<i>Velocidad crítica</i>	31
<i>Tamaño máximo de elementos a triturar</i>	32
<i>Potencia</i>	32
<i>Volumen de carga</i>	33
Clasificación de Molinos	33
<i>Molino de rodillo</i>	33
<i>Molino de martillo</i>	33
<i>Molino de fricción</i>	34
<i>Molino de disco único</i>	35

<i>Molino de tambor</i>	36
<i>Molino de bolas</i>	36
Componentes eléctricos	37
<i>Motor</i>	37
<i>Motor eléctrico</i>	38
<i>Partes del motor eléctrico</i>	38
<i>Ventajas de un motor eléctrico</i>	39
<i>Pulsadores</i>	39
<i>Conductor eléctrico</i>	40
<i>Tableros de control</i>	41
<i>Luces Piloto</i>	41
<i>Contactares</i>	42
<i>Interruptor magneto térmico</i>	42
<i>Relé térmico</i>	43
<i>Fusibles</i>	44
Selección de elementos mecánicos	44
<i>Poleas</i>	44
<i>Molino manual</i>	45
<i>Chumaceras</i>	46
<i>Estructura metálica</i>	47
Capítulo III:Desarrollo del tema	49
Criterio de selección de elementos o dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos	49

Criterio Selección elementos eléctricos	49
<i>Selección de un motor eléctrico.....</i>	<i>49</i>
<i>Selección de conductores eléctricos.....</i>	<i>53</i>
<i>Interruptor Magneto térmico bipolar</i>	<i>54</i>
<i>Contactor.....</i>	<i>56</i>
<i>Relé térmico....</i>	<i>57</i>
<i>Selección de Pulsadores de encendido y apagado</i>	<i>58</i>
<i>Luces piloto.....</i>	<i>59</i>
<i>Paro de emergencia.</i>	<i>60</i>
<i>Tablero de control.</i>	<i>61</i>
<i>Riel din.....</i>	<i>61</i>
Selección de elementos mecánicos	62
<i>poleas.....</i>	<i>62</i>
<i>Banda de transmisión.</i>	<i>64</i>
<i>Molino.....</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<i>Estructura.....</i>	<i>66</i>
<i>Tolva.....</i>	<i>67</i>
<i>Chumaceras.....</i>	<i>68</i>
Ensamble del prototipo	69
<i>Análisis y resultado.....</i>	<i>77</i>
<i>Prueba de análisis y ajustes de la maquina moladora de cacao.....</i>	<i>78</i>
<i>Costos de elementos primarios.....</i>	<i>80</i>
Capítulo IV:Conclusiones y Recomendaciones	82

Conclusiones	82
Recomendaciones	83
Bibliografía	84
Anexos	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Fotografía de fruto de cacao.....</i>	25
Figura 2	<i>Producción de cacao en provincias</i>	27
Figura 3	<i>Diagrama de procesamiento</i>	27
Figura 4	<i>Cacao forastero</i>	28
Figura 5	<i>Cacao criollo fino aroma.....</i>	29
Figura 6	<i>Cacao trinitario fino aroma.....</i>	30
Figura 7	<i>Molinos mecánicos manuales.....</i>	31
Figura 8	<i>Curva de potencia.....</i>	32
Figura 9	<i>Molino de rodillo.....</i>	33
Figura 10	<i>Molino de martillo.....</i>	34
Figura 11	<i>Molino de fricción.....</i>	35
Figura 12	<i>Molino disco único.....</i>	35
Figura 13	<i>Molinos de tambor.....</i>	36
Figura 14	<i>Molino de bolas.....</i>	37
Figura 15	<i>Motor eléctrico trifásico.....</i>	37
Figura 16	<i>Diagrama de control y de fuerza.....</i>	38
Figura 17	<i>Pulsadores de marcha y paro.....</i>	39
Figura 18	<i>Conductores eléctricos.....</i>	40
Figura 19	<i>Tablero de control.....</i>	41
Figura 20	<i>Luces piloto.....</i>	41
Figura 21	<i>Contactar NA marca CHINT.....</i>	42

Figura 23 <i>Interruptor NA.</i>	43
Figura 24 <i>Partes de un relé térmico.</i>	43
Figura 25 <i>Elemento de protección fusible.</i>	44
Figura 26 <i>Movimiento de dos poleas.</i>	45
Figura 27 <i>Molino mecánico con manija.</i>	45
Figura 28 <i>Chumaceras de acero.</i>	46
Figura 29 <i>Estructura metálica.</i>	47
Figura 30 <i>Motor eléctrico seleccionado.</i>	52
Figura 31 <i>Cable conductor seleccionado.</i>	54
Figura 32 <i>Interruptor magneto térmico bipolar seleccionado.</i>	55
Figura 33 <i>Contactador seleccionado Chint.</i>	56
Figura 34 <i>Relé térmico seleccionado.</i>	57
Figura 35 <i>Pulsadores de marcha y paro seleccionado.</i>	58
Figura 36 <i>Luces piloto seleccionado.</i>	59
Figura 37 <i>Pulsador de paro de emergencia seleccionado.</i>	60
Figura 38 <i>Tablero de control seleccionado.</i>	61
Figura 39 <i>Riel din seleccionado.</i>	62
Figura 40 <i>Poleas seleccionadas.</i>	63
Figura 41 <i>Banda de transmisión seleccionado.</i>	64
Figura 42 <i>Molino mecánico seleccionado.</i>	65
Figura 43 <i>Estructura metálica seleccionada.</i>	66
Figura 45 <i>Ilustración de tolva diseñada.</i>	67
Figura 46 <i>Selección de chumaceras.</i>	68

Figura 47 <i>Elementos para la elaboración del proyecto</i>	70
Figura 48 <i>Cuatro Trasversales de 1m cuatro parantes de 1m</i>	70
Figura 40 <i>Puntos de suelda en las esquinas de la estructura</i>	71
Figura 41 <i>Perforación de agujeros para la sujeción del motor</i>	71
Figura 42 <i>Perforación de agujeros para la sujeción de poleas</i>	72
Figura 43 <i>Perforación de agujeros para la sujeción del molino mecánico manual</i>	72
Figura 44 <i>Colocación del molino en la estructura</i>	73
Figura 45 <i>Colocación de las chumaceras en la estructura</i>	73
Figura 46 <i>Colocación del motor en la estructura</i>	74
Figura 47 <i>Colocación de la banda entre la polea del motor y molino</i>	74
Figura 48 <i>Soldamos las bases de la tolva</i>	75
Figura 49 <i>Tolva construida</i>	75
Figura 50 <i>Estructura de la maquina terminada</i>	76
Figura 51 <i>Agujeros para el montaje de pulsadores de marcha y paro</i>	76
Figura 52 <i>Armado de tablero de control</i>	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Viscosidad del cacao</i>	50
Tabla 2 <i>Características del motor</i>	53
Tabla 3 <i>Amperaje que soporta el cable de cobre</i>	54
Tabla 4 <i>Características del magneto térmico</i>	55
Tabla 5 <i>Características del contactor</i>	56
Tabla 6 <i>Características del relé térmico</i>	58
Tabla 7 <i>Características de las luces piloto</i>	58
Tabla 8 <i>Características de luces piloto</i>	59
Tabla 9 <i>Características de paro de emergencia</i>	60
Tabla 10 <i>Características de Riel Din</i>	62
Tabla 11 <i>Selección de polea</i>	63
Tabla 12 <i>Características de banda</i>	64
Tabla 13 <i>Ficha técnica del molino mecánico marca corona</i>	65
Tabla 14 <i>Características del material seleccionado</i>	66
Tabla 15 <i>Características de tolva</i>	67
Tabla 16 <i>Características de chumaceras</i>	68
Tabla 17 <i>Resultados de tiempos de moliendas de la forma manual</i>	77
Tabla 18 <i>Resultados de tiempos de moliendas con la implementación del molino eléctrico</i> 78	
Tabla 19 <i>Resultado en tablas de las dos formas de moler el grano de cacao</i>	78
Tabla 20 <i>Protocolo de montaje</i>	79
Tabla 21 <i>Protocolo de puesta en marcha de la maquina</i>	79
Tabla 22 <i>Tabla de costos de construcción de estructura</i>	80

Tabla 23 <i>Tabla de costos de construcción de tolva</i>	80
Tabla 24 <i>Tabla de costos de construcción de elementos primarios</i>	80

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 <i>Velocidad crítica</i>	32
Ecuación 2 <i>Potencia requerida</i>	32
Ecuación 3 <i>cálculo de velocidad crítica</i>	50
Ecuación 4 <i>Calcular el torque del motor</i>	51
Ecuación 5 <i>Cálculo de potencia</i>	52
Ecuación 6 <i>Cálculo de corriente nominal de la Resistencia Eléctrica</i>	53
Ecuación 7 <i>Cálculo de intensidad nominal</i>	57

Resumen

El proyecto tiene como finalidad la implementación de un molino de un solo disco para el procesamiento de cacao, con la finalidad de diseñar esta máquina para pequeños y medianos productores especializados en actividades agrícolas, brindándoles la facilidad con la que se va a poder manipular el proceso para la trituration ya que no presentara un nivel de dificultad para al manipularla, eliminando la molienda tradicional de cacao artesanal, de alto precio de elaboración y producción de alimentos. Se realizó una investigación para saber con qué frecuencia se utilizaba el diseño de molino tradicional en la producción de cacao, chocolate de consumo, los diagnósticos y pronósticos se realizaron en la descripción del problema detallando lo que se necesitaba lograr en el proyecto. Se llevó en la provincia de Latacunga donde los resultados y que se obtuvieron dentro de un estudio en el que se encontraron todos los parámetros utilizados para construir la máquina, características de desempeño, factor de seguridad, materiales y la velocidad de la máquina eje, dirección y limite Se determinó, que las conclusiones fueron alcanzadas en el proceso de investigación La máquina refinadora de cacao simplifico los grumos que posee la pasta de cacao en los molinos mecánicos por medio de su operación mecánica a base de un motor reductor con caja de piñonera de 1 Hp, con un eje sin fin y aspas de tipo paleta que mezcla por medio de esferas inoxidable dentro del tanque de doble fondo.

Palabras clave. Molino de granos, molienda tradicional, producción de alimentos, trituration de granos

Abstract

The purpose of the project is the implementation of a single-disc mill for cocoa processing, in order to design this machine for small and medium-sized producers specialized in agricultural activities, providing them with the ease with which they will be able to manipulate the process. for crushing since it does not present a level of difficulty when handling it, eliminating the traditional grinding of artisanal cocoa, which is highly priced for food processing and production. An investigation was carried out to find out how often the traditional mill design was used in the production of cocoa, chocolate for consumption, the diagnoses and forecasts were made in the description of the problem detailing what needed to be achieved in the project. It was carried out in the province of Latacunga where the results were obtained within a study in which all the parameters used to build the machine, performance characteristics, safety factor, materials and the speed of the machine, axis, direction, were found. and limit It was determined that the conclusions were reached in the research process The cocoa refining machine simplified the lumps that the cocoa paste has in the mechanical mills through its mechanical operation based on a geared motor with a gearbox of 1 Hp, with an endless shaft and paddle-type blades that mix by means of stainless spheres inside the double bottom tank.

Keywords. Grain mill, traditional grinding, food production, grain crushing

Capítulo I

Introducción

La producción del cacao en el Ecuador ha sido una de las principales actividades con mayor participación en el mercado a nivel internacional, una de las ventajas significativas en este ámbito de la agricultura son los niveles de productividad que por lo general son relativamente a un alto nivel. Esto inicia desde la cosecha el cacao hasta la industrialización del proceso teniendo como resultado un producto final de calidad a comercializar. La materia prima es el grano de cacao que consta de tres tipos principales: Forastero, Criollo y trinitario; más conocidos de esta manera en el sector agricultor y en el sector comercial también como cacao ordinario y cacao fino. Desde el momento de la recolección de la pepa del cacao existen varios pasos a seguir su transformación como la es la pasta de chocolate blanco y negro de excelente calidad de producción

Antecedentes

El Ecuador es un país rico en la producción de cacao, banano, petróleo, que son productos primarios de exportación que aportan a la economía del país, el cacao ha tenido un rol importante en la historia ecuatoriana. (Proecuador, 2013)

Nuestro país es el séptimo productor a nivel de cacao; es dueño del 70% de la producción global. El cacao es un símbolo significativo para el desarrollo socioeconómico del país y ha sido reconocido por su fino aroma generando fama y divisas para el país. (Proecuador, 2013)

Algunas actividades agrícolas resultan dificultosas y costosas debido al cansancio físico que producen y se requiere de mucho tiempo invertido para obtener el resultado deseado, es por esta razón la importancia de la implementación de máquinas eléctricas que nos permitan optimizar tiempo y recursos económicos para ejecutar estas actividades y así poder incrementar la productividad. (MARIO, 2014)

“Lozada Casco Paúl André en el (2015) DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE EXTRACCIÓN DE CHOCOLATE A PARTIR DEL ALMENDRAS DE CACAO “Donde describe la importancia y beneficios técnicos en el proceso de molienda del grano de cacao en las pequeñas industrias involucrando materias como la electrónica, programación y control.

En las otras investigaciones como Toapanta Copara, Nayeli América con el tema “Toapanta Copara, Nayeli América (1 de marzo del 2021) AUTOMATIZACION DE UN MOLINO DE GRANOS SECOS PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE MOLIENDA EN LA GRANJA AGROECOLÓGICA FAMILIA TC “Tenemos grandes resultados en tiempo, optimización de recursos y prevención de accidentes laborales mediante la utilización de un molino automatizado de granos secos.

Planteamiento del Problema

Desde tiempos remotos la población agrícola del cacao ha ido mejorando en cuanto a la manera tradicional de moler cacao debido a que de esta forma se usa más tiempo para la producción del cacao, el ser humano está expuesto a posibles accidentes laborales para la obtención del producto terminado.

La producción tradicional de cacao es una técnica deficiente debido a que los molinos que son accionados por una persona tardan más tiempo para conseguir una cantidad específica del producto final en relación con un proceso mecánico, eléctrico, y electrónico.

Por lo antes mencionado nació la idea de implementar un molino mecánico, eléctrico y electrónico que no existe El algún sector del país con el objetivo de disminuir el tiempo de producción y cansancio del operador manteniendo la calidad del producto en menos tiempo utilizado. En consecuencia, de reducir el esfuerzo físico que conlleva este tipo de trabajo.

El molino será accionado mediante elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos para que el resultado sea autónomo, disminuyendo la intervención del operador.

Justificación

El presente trabajo se va a realizar debido a que en el sector agrícola está obligado a buscar métodos y maquinarias para triturar granos secos de cacao donde existe lugares con difícil acceso no hay una máquina moladora de cacao con las características que se van a implementar y la población necesita para abastecer a la demanda de producción de cacao y de esta manera mejorará la economía del sector ya que serían los principales beneficiarios con esta máquina moladora de cacao.

La molienda de cacao mediante el uso de un molino artesanal no genera un porcentaje significativo en la producción y crecimiento del sector agrícola, gracias a este invento se podrá invertir el trabajo y el tiempo de un trabajador en otro objetivo.

Con la implementación de esta máquina en el sector de agrícola se reactivará la economía de la población campesina ecuatoriana y podrán sacar a vender sus productos a otras ciudades del país.

Objetivos de la Investigación

Objetivo general

- Implementar una máquina moladora de granos de cacao a través de elementos eléctricos electrónicos y mecánicos para mejorar tiempos de molienda en el sector agrícola.

Objetivos específicos

- Investigar el proceso de molienda.
- Seleccionar los elementos necesarios para la implementación de la máquina.
- Realizar la construcción y la programación de la secuencia de operación del sistema.
- Realizar pruebas de funcionamiento de la máquina para verificar que el trabajo sea el deseado.

Alcance

Mediante el presente trabajo se pretende apoyar al crecimiento económico del sector agrícola del Ecuador, mediante el desarrollo de una máquina moladora de cacao diseñada con elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos mismos que le hacen una máquina rápida desmontable y fácil de trasladar.

Para llevar a cabo este proyecto debe seleccionar elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos que componen el diseño final de la máquina moladora de cacao. Donde se utilizó un motor eléctrico para transferir movimiento a las poleas del eje del motor y disco de trituración del molino con un arranque directo de motor monofásico con sus debidas protecciones con un factor de seguridad al 100%, accionado por pulsadores de marcha y de paro están basados en conocimientos, teorías y procesos aprendidos durante el ciclo de estudio de la carrera.

A nivel experimental, el estudio comprende la calidad de comparación entre un molino artesanal y una máquina moladora de cacao que nos permitirá la mejora en la calidad de molienda del producto, tiempo invertido y resultado obtenido.

Capítulo II

Marco teórico

Origen historia del cacao

Reseña histórica del cacao

Donde se dio origen a estos árboles de cacao fue la región amazónica, la historia cuenta que el cacao fue utilizado por los habitantes pre coloniales de América. Con la llegada de los españoles a Centroamérica específicamente a México donde lograron transportar el producto a Europa para procesarlo y convertirlo en un producto de alta calidad cumpliendo la alta demanda de producción a nivel mundial siendo el cacao originario de América hoy en día la mayor producción proviene de Indonesia y África. También las costas de Sudamérica son importantes productores donde Ecuador es el mayor exportador en América latina, Brasil y las Islas del Caribe. (Villacís, 2019)

Figura 1

Fotografía de fruto de cacao



Nota. La ilustración muestra el fruto de cacao (Villacís, 2019)

Afirman y relatan habitantes del sur de nuestra Amazonía del sector Palando, Provincia de Zamora Chinchipe, de la cultura Maya que la producción de cacao ha sido desde siglos dando presencia en Ecuador principalmente en Zamora Chinchipe cultivaron y consumieron un cacao rico en aromas desde el año 5300. (Villacís, 2019)

El cacao del ecuador

En la región ecuatoriana a fines del siglo los XVII e inicios del siglo XIX, empezó el comercio de la pepa de oro, designado así por las extraordinarias cualidades nutritivas donde el cacao es la principal fuente de energía en el mundo chocolatero, se convirtió en el motor de la economía ecuatoriana. Del puerto vaqueros de la ciudad de Guayaquil se exportaba a Acapulco, El Realejo, Valparaíso, Chocó y Perú. (Villacís, 2019)

La exportación del cacao fue dominada y escuchado por unos pocos y poderosos comerciantes. Los beneficios que dejaba la producción del cacao eran muy altos por medio de las exportaciones. Representaban un porcentaje del 70% del valor de la producción. Entre los años de 1790 y 1800, donde había 3 millones de plantas frutales de la pepa de oro, en la Costa ecuatoriana, nos cuenta el historiador Ramón Espinel. (Villacís, 2019)

Situación actual

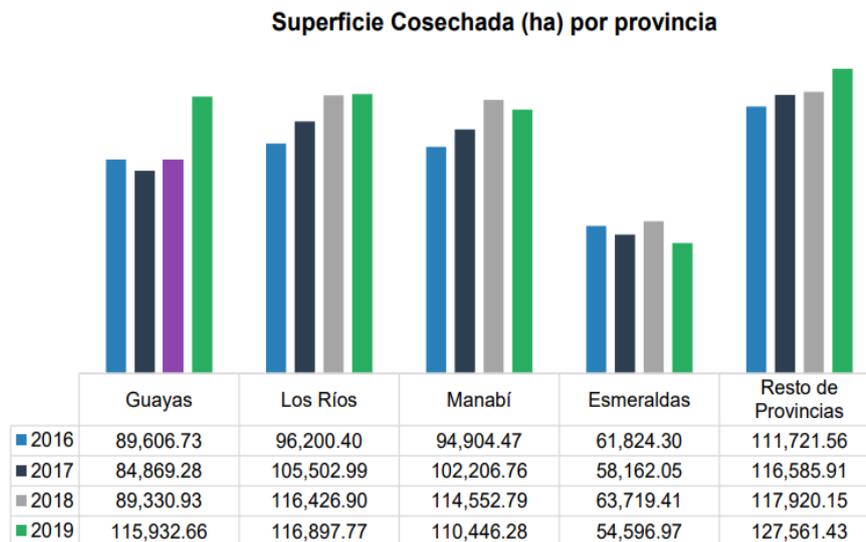
Gracias al estudio del investigador. freddy Montenegro, nos detalla que en las últimas temporadas. Temporadas ha habido un incremento significativo de la superficie destinada al sembrío de la planta de cacao, sobre todo, en la Amazonía en un 145,8%. En la Costa litoral del ecuador también se observa esta característica con un porcentaje del 4,70% considerando que esta zona tiene una tradición productiva desde la época prehispánica. (Villacís, 2019)

Análisis y precaución

En el ecuador existe un incremento de producción del 21% a diferencia del año 2019 donde la producción y superficie bajaban el 15% de cosecha es este periodo se alcanzó prevenir perdidas en las diferentes provincias como se muestra en la fig. 2. (Villacís, 2019)

Figura 2

Producción de cacao en provincias



Nota. La ilustración de producción de cacao. (Aguirre, 2021)

Procesamiento de grano seco

Se detalla mediante un diagrama de flujo el proceso del grano del cacao que realizan los pequeños y medianos comerciantes desde su limpieza hasta el último proceso que es de venta y comercialización para las industrias, confiterías y panaderías.

Figura 3

Diagrama de procesamiento



Nota. Diagrama de procesamiento del grano de cacao. (Aguirre, 2021)

Clasificación del cacao

Cacao forastero

Este producto generalmente se cultiva en: Perú, Ecuador, Colombia, Brasil Guayanas e incluso Venezuela. Igualmente, de igual manera en Costa de Marfil, Ghana, Camerún y Santo Tomé. También hay plantaciones en el sureste del continente asiático.

Son frutos fuertes y amargos, ligeramente ácidos. Con mucho tanino y astringencia (que se nota en la parte externa de la lengua). Tiene una gran concentración de aroma, pero sin ningún tipo de sabor. Pueden ser ligeramente ácidos. Poco fino (relativo al sabor). Existen muchas variedades selectas del cacao criollo en Brasil y Venezuela. (MEMBREÑO, 2011)

Figura 4

Cacao forastero



Nota. La ilustración muestra el fruto de cacao. (puentesdigitales, 2019)

Cacao criollo

Se considera que la región de Centroamérica tiene una gran variedad de cacao fino o de aroma, por lo que es muy apreciada para la obtención de polvo de cacao con el que se producen chocolates muy dulces y con menos amargos que las demás variedades. El fruto tiene la corteza muy suave en especial su almidón es muy dulce y las semillas redondeadas de color violeta poseen un contenido menor. (Gordón, 2019)

La producción de este producto sale de estos países como: en América Central, México, El Caribe, Indonesia, Nueva Guinea, Java, Sri Lanka. Su cultivo se está buscando introducir en países africanos como Camerún. (Gordón, 2019)

Figura 5

Cacao criollo fino aroma.



Nota. La ilustración muestra el fruto de cacao. (puentesdigitales, 2019)

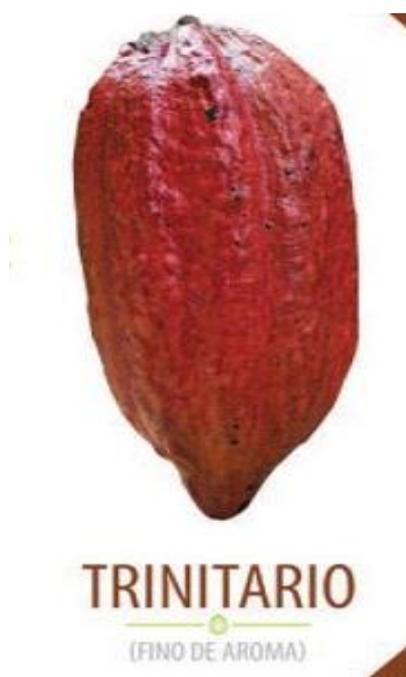
Cacao trinitario.

Cacao trinitario es una fruta obtenida en la Isla Trinidad, a base de cruzar las dos variedades anteriores, es más aromático que el forastero y más resistente que el criollo. Del cultivo de pepas de cacao, fermentadas y secas se pueden obtener subproductos y productos. El primer producto que realizan es pasta de chocolate, manteca, torta y polvo de

cacao son elaborados a base de chocolate dentro de ellos tenemos: barras de chocolate, barras de chocolate blanco, barras de chocolate amargo, de leche, blanco, con frutas, nueces, bombones, etc. (Gordón, 2019).

Figura 6

Cacao trinitario fino aroma.



Nota. Ilustración muestra el fruto de cacao. (puentesdigitales, 2019)

molienda.

Definición de molienda

Cumple la función de triturar significativamente las partículas de cacao o cualquier tipo de grano que se encuentra dentro de una cámara de discos ya sea de forma regular o irregular dependiendo el caso, esta reducción de tamaño se obtiene mediante el paso de un esfuerzo mecánico en los molinos ya sea por compresión, impacto ambiental, frotamiento y cortado (Alsina., 1993)

La molienda también depende de algunos factores es decir el grado de humedad o seco que tenga la partícula a moler si este húmedo al momento de empezar la molienda, la

fabricación de producto saldrá forma de pasta por el contrario si no tiene mucha humedad solo se reduce el tamaño. (Alsina., 1993)

Figura 7

Molinos mecánicos manuales.



Nota. Ilustración de molinos manuales. (Aguirre, 2021)

Molienda en ecuador

Desde la antigüedad la actividad de la molienda ha sido un factor muy importante para la sociedad. Los restos arqueológicos encontrados demostraron que el molino se detectó en la primera parte de la Edad de los Metales, siendo un instrumento de piedra de pequeño peso que consiste de dos piezas una encima del otro la cual se diseñado para moler a mano una pequeña cantidad de granos. (Alsina., 1993)

Factores que intervienen en la molienda

Velocidad crítica

Es una función de fuerza que actúa sobre los elementos de discos seleccionados que van a moler las partículas, se ejecuta el trabajo con una velocidad menor a la velocidad crítica de no ser caso el molino no tendrá la potencia y fuerza de rozamiento suficiente entre

discos para realizar el proceso de trituración, quedando así en las paredes de la tolva.

(Alsina., 1993)

Ecuación 1

Velocidad crítica

$$W_c = \frac{4.43}{\sqrt{D(m)}}$$

Tamaño máximo de elementos a triturar

No tiene un parámetro específico por lo cual se toma el diámetro promedio mayor de las partículas a triturar. Por medio de equipos y elementos moledores obteniendo buenos resultado. (Alsina., 1993)

Potencia

La potencia de un mecanismo de molienda es relativo al tamaño y tipo final de la partícula que se va a moler, con esto se procede a elegir el molino óptimo para el trabajo y factores como el tiempo y capacidad de molienda que se debe de alcanzar de acuerdo a la producción (Alsina., 1993).

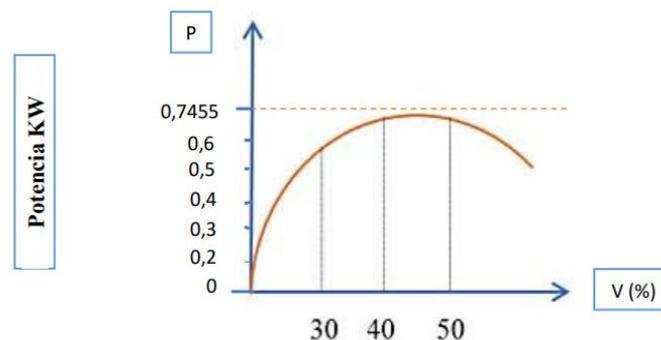
Ecuación 2

Potencia requerida.

$$P_{req} = \frac{T \cdot W_c}{716 \cdot n}$$

Figura 8

Curva de potencia.



Nota. Porcentaje de velocidad y potencia. (Aguirre, 2021)

Volumen de carga

Es el límite máximo de partícula o producto de cacao que soporta el molino en su receptor de la materia prima que puede ser un cilindro o una tolva. (Alsina., 1993)

Tipos de molinos

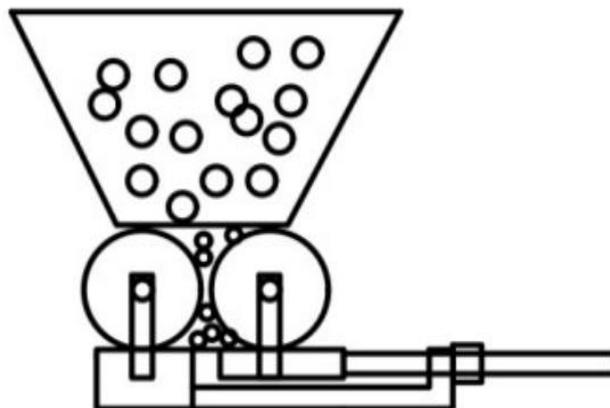
Clasificación de Molinos

Molino de rodillo

Los rodillos lisos sirven para triturasiones y moleduras finas regulables con un sistema graduable, actúan comprimiendo el producto que se inserta a una velocidad previamente calculada de acuerdo con la partícula trabajar. Existen también rodillos de púas que son ideales para obtener una granulación media donde su accionamiento principal es por medio del cizallamiento de la materia prima. (VULCANOTEC, 2020)

Figura 9

Molino de rodillo.



Nota. Esquema de un molino de rodillo. (Aguirre, 2021)

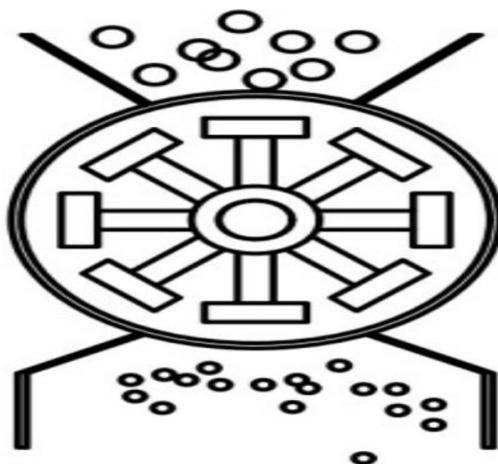
Molino de martillo

Es una maquinaria que cumple la función de moler por impacto por medio de sus martillos giratorios que utiliza un movimiento oscilatorio inverso al del rotor cumpliendo así su funcionamiento principal que es emitir golpes secuenciales contra la cámara a la materia

prima para poder triturar las veces que sean necesarias hasta cumplir con el tamaño adecuado de tal manera que pase por la rendija inferior de la maquinaria o ranuras de drenaje de producción, cabe recalcar que las partículas por medio de este método de molienda al salir de la cámara tienen variaciones en sus tamaños y formas (Aguirre, 2021)

Figura 10

Molino de martillo



Nota. Ilustración de un molino de martillo. (Aguirre, 2021)

Molino de fricción.

Este tipo de molino tiene una semejanza con los molinos tradicionales antiguos de piedra. En este caso las piedras son suplantadas por discos de acero adiamantados que son montadas en las cámaras de molienda intercambiables son las siguientes: metálicas o abrasivas por lo cual se clasifica en discos únicos, dobles y dentados. Las partículas de granos secos son trituradas entre las caras planas estriadas de unos discos que gira en sentido horario y anti oración dependiendo la función a desarrollar teniendo una velocidad mayor de trabajo. (Aguirre, 2021)

Figura 11

Molino de fricción.



Nota. Ilustración de un molino de fricción. (VULCANOTEC, 2020)

Molino de disco único

El funcionamiento del disco único tiene como características transmitir el movimiento a través del espacio que queda entre dos discos que está trabajando a una velocidad muy alta, que gira en sentido horario a una velocidad muy alta dentro de la armadura estacionada del molino. La división entre el disco y la armadura se puede diferenciar según el tamaño del componente principal y la estimación del producto terminado (ALZATE, 2011)

Figura 12

Molino disco único.



Nota. Ilustración de un molino de disco único. (VULCANOTEC, 2020)

Molino de tambor

Los molinos de tambor tienen un brazo horizontal que gira en el centro de rotación en sentido horario. Por medio de este sistema en forma de un tambor cilíndrico ingresa a los medios de molienda. El producto como granos secos como, maíz, cebada, trigo, cacao entre otros es pulverizado por los medios de molienda que se mueven libremente principalmente a través de la presión, el impacto y la acción de cizallamiento. Habitualmente se utilizan bolas o cilindros. (Aguirre, 2021)

Figura 13

Molinos de tambor.



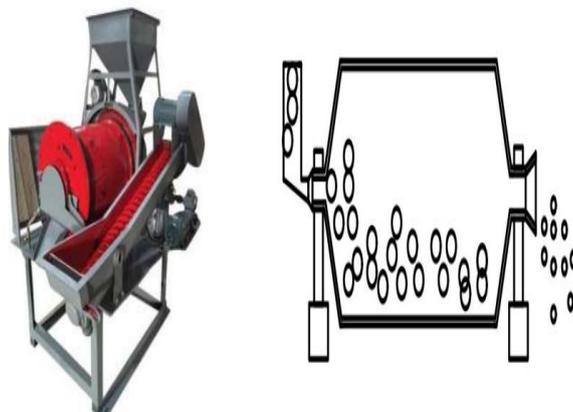
Nota. ilustración de molino de tambor. (Rueda Diego, marzo 2015)

Molino de bolas

El molino de bolas utiliza una ingeniería amplia en maquinaria desde el descubrimiento del molino tradicional manual surgió grandes resultados de investigaciones sobre su capacidad de molienda que apuntan principalmente a los aspectos, velocidad de rotación, la relación de bolas de acero, se destacan entre los demás equipos tiene objetos de investigación es decir los indicadores generales como la potencia general. (Aguirre, 2021)

Figura 14

Molino de bolas.



Nota. Ilustración de molino de bolas. (Peng Huang, 2019)

Componentes eléctricos

Motor

El motor es una máquina con un mecanismo capaz de hacer funcionar un sistema, realizando la transformación de algún tipo de energía como energía eléctrica o combustibles fósiles etc. Donde la energía mecánica, a su vez es capaz de efectuar un trabajo esperado.

(LOZADA, 2015)

Figura 15

Motor eléctrico trifásico.



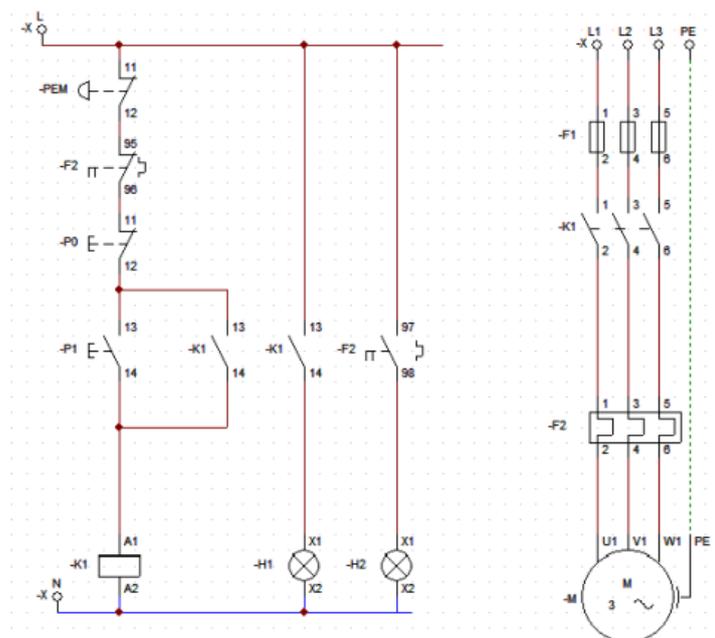
Nota. La ilustración de un motor eléctrico. (VULCANOTEC, 2020)

Motor eléctrico.

Las maquinas eléctricas de corriente alterna son motores eléctricos rotativas que tiene como objetivo transformar energía eléctrica en energía mecánica. El cual presenta muchas ventajas Arranque directo arranque estrella triángulo entre otros sus conexiones son alimentadas directamente de la red eléctrica este tipo de arranque son comúnmente utilizado en motores con jaula de ardilla.

Figura 16

Diagrama de control y de fuerza.



Nota. Ilustración de control y de fuerza de un motor trifásico. (Proecuador 2. , 2013)

Partes del motor eléctrico

Este compuesto por cuatro partes:

Rotor

Estator

Eje mecánico

bobina

Ventajas de un motor eléctrico

- similitud en potencia su tamaño y peso son más reducidos.
- Se puede construir de cualquier tamaño.
- Tiene un par de giro elevado en sentido horario y antihorario
- Incrementa la potencia de la maquina en un 70 %
- Los motores eléctricos tienen una cierta característica que pueden funcionar como motores y como generadores de corriente.

Pulsadores

Un pulsador es un elemento eléctrico con contacto normalmente abierto que cuando se presiona u oprime, permite el paso de la corriente eléctrica (señal eléctrica) y, cuando se deja de oprimir se enclava por medio del contactor. (Lima, 2011)

Figura 17

Pulsadores de marcha y paro.



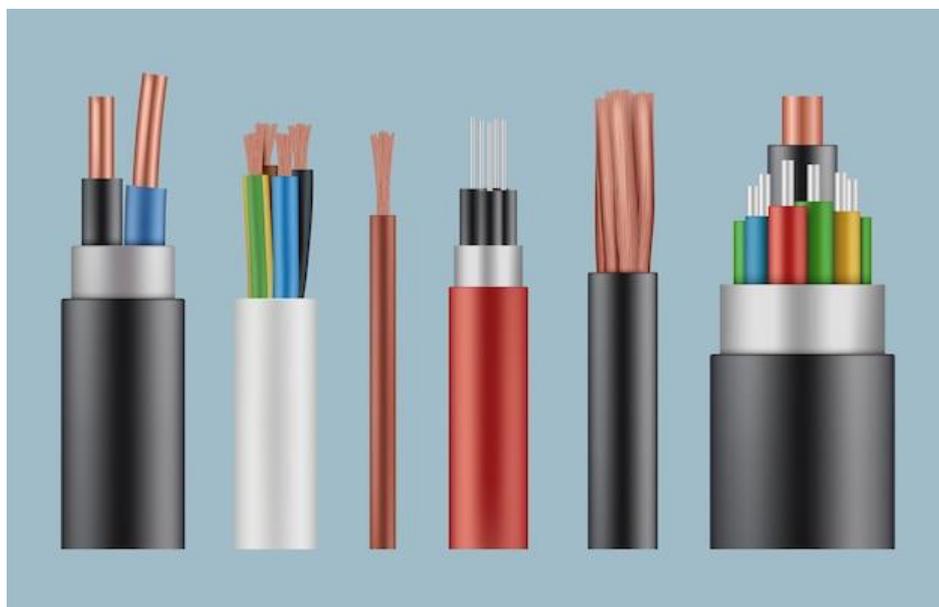
Nota: Ilustración pulsadores de marcha y paro. (Lima, 2011)

Conductor eléctrico

Los conductores eléctricos están fabricados con material de alta resistencia al movimiento de una carga nominal. La cual permite circular corriente en sus filamentos de cobre o aluminio, está caracterizado por portar menos presencia de electrones, lo cual permite que la corriente se esparza ligeramente de un átomo a otro átomo. (pepeenergy, 2000)

Figura 18

Conductores eléctricos



Nota. Ilustración de conductores. (pepeenergy, 2000)

Características de un conductor eléctrico

- Al momento de transportar energía eléctrica tiene buena conductividad de corriente.
- Alta resistencia al calor
- Núcleos unidos.
- Equilibrio electrostático.
- Consta de un material de caucho que funciona como aislamiento y protección del cobre o aluminio.

Tableros de control

Los tableros eléctricos son herramientas muy útiles para cualquier institución o empresa que necesite mantener el control de sus equipos, desde una sola área. Esto quiere decir, que su principal función es controlar y proteger los circuitos eléctricos que forman parte de los motores eléctricos (Hidalgo, 2013)

Figura 19

Tablero de control.



Nota. Ilustración de un tablero de control de un motor eléctrico (Hidalgo, 2013).

Luces Piloto.

Las luces piloto son utilizadas para tener una señal visual dentro del funcionamiento del tablero eléctrico industrial son dispositivos eléctricos que emiten luz al estar en contacto con la corriente. (Emanuel569, 2011, pág. 4)

Figura 20

Luces piloto.



Nota. Ilustración de luces piloto de un tablero de control eléctrico. (Gonzaga Rodriguez Cia.Ltda, 2021)

Contactares

Los contactares son dispositivos eléctricos con contactos normalmente abiertos NA y contactos auxiliares NC encargados de abrir de cerrar circuitos en carga o en vacío donde son utilizados frecuentemente para maniobras de apertura y cierre maquinas eléctricas. Dentro de su estructura se encuentra una bobina capaz de soportar altas temperaturas por la intensidad que circula por él. (NIVIHE S.A., 2019)

Figura 21

Contactar NA marca CHINT.



Nota. Ilustración de un contactor marca chint. (NIVIHE S.A., 2019).

Interruptor magneto térmico.

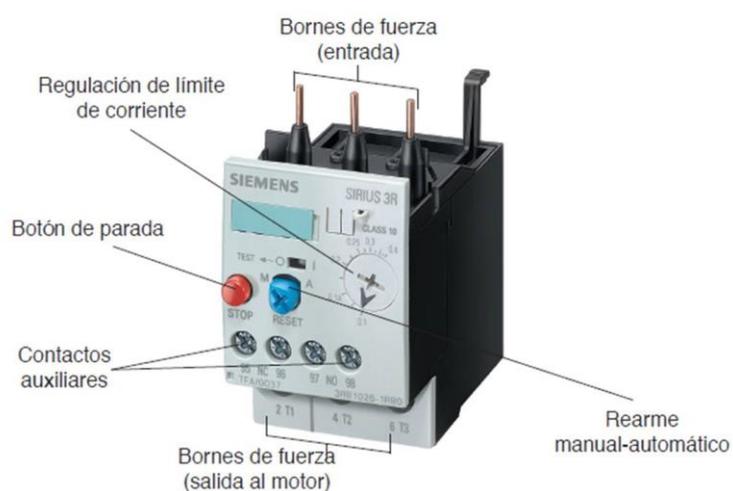
Operador eléctrico cuya función es permitir o negar el paso un circuito de forma permanente. Al accionarlo, hace que varíe su posición, abriendo (Gonzaga Rodriguez Cia.Ltda, 2021) un 33 circuito que estaba cerrado o cerrando un circuito que estaba abierto, y permanece así hasta que se vuelva a accionar. (NIVIHE S.A., 2019)

Figura 23*Interruptor NA.*

Nota. Ilustración de interruptor trifásico. (NIVIHE S.A., 2019).

Relé térmico

Es un dispositivo electromecánico que está fabricado para proteger los elementos eléctricos de cualquier tipo de anomalía. Por medio del relé térmico cortamos el paso de corriente hacia el motor eléctrico en caso de existir sobre carga o recalentamiento por medio de estas protecciones la maquina extiende su tiempo de vida util. (Garcia, 2014-2015)

Figura 24*Partes de un relé térmico.*

Nota. Ilustración de un relé térmico trifásico. (transelec, 2021)

Fusibles

Los fusibles son elementos eléctricos muy necesario e imprescindible de seguridad industrial dentro de cualquier tipo de instalación eléctrica. Su fisonomía es sencilla y tiende a tener un tamaño muy diminuto su funcionamiento es transmitir corriente por medio de él. En caso de encontrar algún problema en el circuito de trabajo El fusible puede desconectarse inmediatamente aportando un 100% de seguridad a cualquier elemento eléctrico.

(karlapolethredr7476, 2022)

Figura 25

Elemento de protección fusible.



Nota. ilustración de un elemento de protección fusible. (transelec, 2021)

Selección de elementos mecánicos

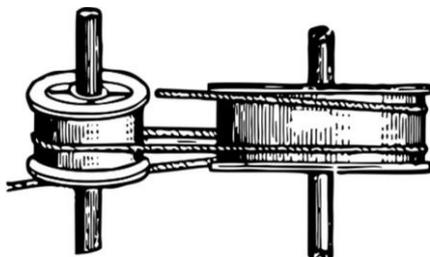
Poleas

La polea tiene un mecanismo de los más simples que se utilizan para transmitir una fuerza a través de una cuerda para poder levantar un objeto que está colocado en un punto diferente a de la aplicación de la fuerza, también para transmitirla de un eje hacia otro

(ingmecafenix, 2019)

Figura 26

Movimiento de dos poleas.



Nota. Ilustración de dos poleas. (LOZADA, 2015)

Tipos de polea

- Polea simple
- Poleas móviles
- Múltiple ranura
- Dentada
- Escalonada

Molino manual

El funcionamiento no es más la fricción entre dos discos dentados sujetos fijamente que al girar va triturando los granos secos son utilizados para moler granos de cacao, trigo, café, maíz, entre otros son fabricados de acero inoxidable ya que están en contacto con los alimentos. (victoria, 2023)

Figura 27

Molino mecánico con manija.



Nota. Ilustración de un molino manual. (LOZADA, 2015)

Chumaceras

La chuma maceras son elementos mecánicos de acero inoxidable utilizados para rodamientos de ejes son piezas únicas con un mecanismos y funcionamiento eficiente y de fácil fijación. (ingmecafenix, 2019)

Se pueden fabricar de diferente material de acorde a su trabajo a realizar:

- Hierro negro
- Termoplásticas
- Acero Inoxidable.

Figura 28

Chumaceras de acero.



Nota. Ilustración de dos poleas. (LOZADA, 2015)

Estructura metálica

Columnas y vigas

Columnas y vigas son miembros estructurales que soporta una carga axial y transversal de compresión, y tiende a fallar por inestabilidad elástica o pandeo, más que por aplastamiento del material (ingmecafenix, 2019)

Figura 29

Estructura metálica.



Nota. Ilustración de material de construcción de estructura. (ingmecafenix, 2019)

Tipos de acero

- Acero Corten
- Acero Corrugado
- Acero Galvanizado
- Acero Inoxidable
- Acero Laminado
- Acero al Carbono
- Acero de Aleación
- Acero Dulce

- Acero Efervescente
- Acero Estirado en Frío
- Acero Estructural
- Acero Intemperizado
- Acero Suave
- Acero Negro

Capítulo III

Desarrollo del tema

Para lograr ensamblar la maquina moladora de cacao que nos brinde una alta eficiencia se necesita seleccionar los siguientes elementos. Características propias de cada uno.

Criterio de selección de elementos o dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos

Criterio Selección elementos eléctricos

Son los encargados de alimentar y conducir energía eléctrica al sistema de Control de la maquina desarrollada, tenemos algunos elementos eléctricos que hacen posible el funcionamiento de dicho sistema.

Selección de un motor eléctrico

Para la selección de un motor eléctrico de 1 Hp se consideró la potencia rendimiento y su precio tan económico se basó en la cantidad de producción a desempeñar y la viscosidad de la materia prima del grano de cacao seco

La velocidad de trabajo de disco de trituración

Datos:

Conversión de unidades de milímetros a metros

$$110mm \frac{1cm}{10mm} * \frac{1m}{100cm} = 0.11m$$

Wc es la velocidad critica en $\frac{rad}{s}$

Constante = 4.43

D diámetro externo en metros

Diámetro externo = 110mm

Diámetro interno =15mm

Diámetro medio = 20mm

Ecuación 3

cálculo de velocidad critica

$$W_c = \frac{4.43}{\sqrt{D(m)}}$$

$$W_c = \frac{4.43}{\sqrt{D(m)}}$$

$$W_c = \frac{4.43}{\sqrt{0.11(m)}}$$

$$W_c = 13.35 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Conversión de unidades de rad a rpm

$$13.35 \frac{\text{rad}}{\text{s}} * \frac{1\text{vuelta}}{2\pi\text{rad}} \cdot \frac{60\text{s}}{1\text{min}} = 127.48 \rightarrow 128 \text{ rpm}$$

Mediante cálculos Determinamos el torque que necesita nuestra maquina moledora de cacao

Tabla 1

Viscosidad del cacao

Mezcla	Cacao	Viscosidad (Pas.)	esfuerzo mínimo(PA)
50:50	60	220 Pas	8.45 Pas

Nota. ilustración de tabla de viscosidad del cacao.

Datos

$R=55\text{mm}\rightarrow 0.055$

$$55\text{mm} \frac{1\text{cm}}{10\text{mm}} \cdot \frac{1\text{m}}{100\text{cm}} = 0.055\text{m}$$

$\mu=2.20\text{kg/ms}$

$$2.20\text{Pa}\cdot\text{s} * \frac{1 \frac{\text{kg}}{\text{ms}}}{1\text{Pa}\cdot\text{s}} = 2.20\text{kg/ms}$$

Torque requerido

T Es el torque de giro de eje motriz en Mn

μ es la viscosidad de la pasta de chocolate $\frac{\text{kg}}{\text{ms}}$

n es la velocidad critica de en r.p.m

R Es el radio del disco en metros

g donde la aceleración de gravedad $9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

e Es el espacio que queda entre los discos en m.

β Es los grados de conicidad de los discos en grados

$$T = \frac{\mu \cdot \pi^2 \cdot n \cdot R^4 \cdot g}{60e \cdot \sin\beta}$$

Ecuación 4

Calcular el torque del motor

$$T = \frac{\frac{2.20\text{kg}}{\text{ms}} \times 3.14^2 \times 128\text{rpm} \times 0.055\text{m}^4 \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{60 \times 0.0005 \cdot \sin 90}$$

$$T = 8.31\text{Nm}$$

$$8.31\text{Nm} \frac{0.7376\text{lbft}}{1\text{Nm}} = 6.12\text{lb}\cdot\text{ft}$$

Potencia requerida

T Es el torque de giro de eje motriz en Mn

Wc Es la velocidad critica en $\frac{\text{rad}}{\text{s}}$

716 Es una constante de conversión de unidades,

Ecuación 5

Cálculo de potencia

$$P_{req} = \frac{T \cdot Wc}{716 \cdot n}$$

$$P_{req} = \frac{6.12 \text{ lb. ft} \times 128 \text{ rpm}}{716 \times 0.8}$$

$$P_{req} = 0.87 \text{ hp}$$

Figura 30

Motor eléctrico seleccionado.



Nota. Fotografía de un motor eléctrico trifásico.

Tabla 2*Características del motor*

Marca	Weg.
Modelo	M00ICX0X0000734
Peso	3.5kg
Alimentación	110V/220V
Frecuencia	50/60 Hz
Potencia	1HP
Amperaje	4.20A /9.50A
Revoluciones	1720 rpm

Nota. Tabla de interruptor trifásico autor.

Selección de conductores eléctricos

Cálculo de corriente nominal de la Resistencia Eléctrica

Datos.

Potencia: 1hp →745.7w

Voltaje de alimentación: 110 VAC

Ecuación 6

Cálculo de corriente nominal de la Resistencia Eléctrica

$$P = V * I$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{745.7W}{110V}$$

$$I = 6.77 A$$

Se seleccionó un cable media calibre 12 AWG que puede soportar una corriente hasta 20 amperios. Son los encargados de conducir/transportar la energía eléctrica de un

punto a otro, ofrecen poca resistencia al paso de la electricidad, estos pueden ser de cobre, plata, oro, entre otros.

Tabla 3

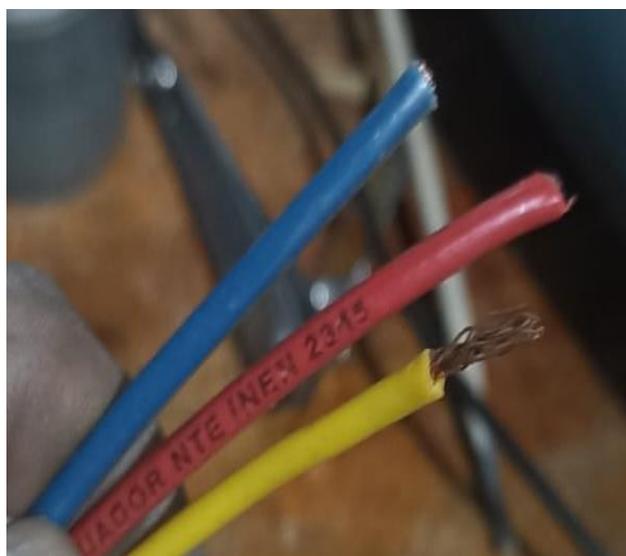
Amperaje que soporta el cable de cobre

Medida calibre	Amperaje soportado		
14 AWG	15 A	15 A	15 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A
8 AWG	40 A	20 A	55 A
6 AWG	55A	65 A	75 A

Nota. Tabla de selección de conductor.

Figura 31

Cable conductor seleccionado.



Nota. Fotografía selección de conductor.

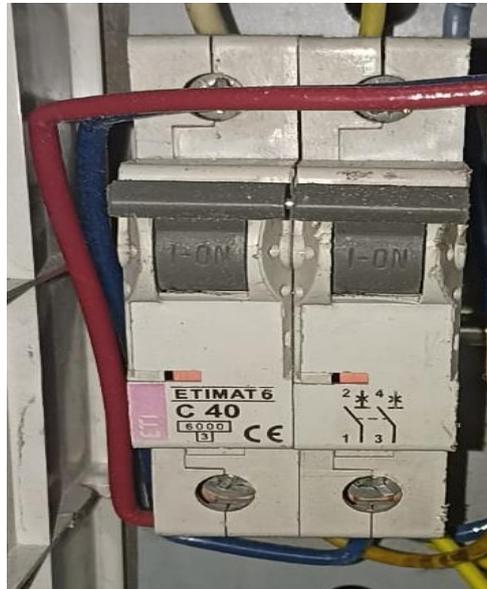
Interrupor Magneto térmico bipolar

Para selección este interruptor magneto térmico fue en base a la potencia que va a resistir el elemento en caso de corto circuito por medio de los cálculos realizados se necesita una protección de 10 amperios.

Amperaje TOTAL: (6.77) *1.25 Fs. = 8.46 A

Figura 32

Interruptor magneto térmico bipolar seleccionado



Nota. Fotografía selección de magneto térmico bipolar.

Tabla 4

Características del magneto térmico.

Marca	Etimat
Modelo	C40
Alimentación	110V/220V
Frecuencia	50/60 Hz
Potencia	745.7 w
Amperaje	7A a 10 A

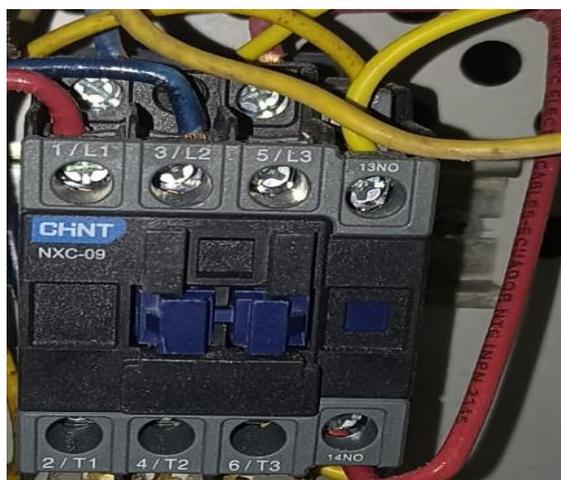
Nota. En estas tablas se muestra las características de un magneto térmico bipolar.

Contactor

Se dio por elegir un contactor de la marca CHINT con un amperaje de 7 a 10 amperios este elemento eléctrico es muy importante para la automatización de la maquina dando paro y marcha de la máquina.

Figura 33

Contactor seleccionado Chint.



Nota. Fotografía selección de contactor.

Tabla 5

Características del contactor.

Marca	CHINT
Modelo	NXC-09
Alimentación	110V/220V
Frecuencia	50/60 Hz
Potencia	745.7 w
Amperaje	7A a 10 A
N polos	3 polos
Contactos	NA 1 NC

Nota. En estas tablas se muestra las características de un magneto térmico bipolar.

Relé térmico

Es un elemento que permite que el motor tenga protección contra cortos circuitos por esta razón seleccionamos un relé térmico de la marca CHINT de 50 amperios.

$$P=745.7 \text{ watt}$$

$$V=120$$

$$F=50\text{Hz}$$

$$\text{COS}\phi= 0,85$$

Factor de potencia1:1

Ecuación 7

Cálculo de intensidad nominal

$$I = \frac{P}{V * \sqrt{3} * \text{COS}\phi}$$

$$I = \frac{745.7 \text{ watt}}{120 * \sqrt{3} * 0,85}$$

$$I = 44.90 \text{ A}$$

Figura 34

Relé térmico seleccionado.



Nota. Fotografía selección de relé térmico tomado.

Tabla 6

Características del relé térmico.

Marca	CHINT
Modelo	NXC-09
Alimentación	110V/220V
Frecuencia	50/60 Hz
Potencia	745.7 w
Amperaje	40A a 50A
Polos	3 polos
contactos	NC

Nota. En estas tablas se muestra las características de un relé térmico autor.

Selección de Pulsadores de encendido y apagado

Se utilizó dos pulsadores unos NA De marcha Y NC de paro Estos son los elementos eléctricos que se utilizaron para accionar el motor monofásico dando arranque y paro dentro de tablero de control de la maquina moledora de cacao.

Figura 35

Pulsadores de marcha y paro seleccionado.



Nota. Fotografía selección de pulsadores.

Tabla 7

Características de las luces piloto

Marca	CHINT
Modelo	NP2-BV61
Alimentación	110V/220V
Frecuencia	50/60 Hz
Contactos	NC Y NA
Amperaje	50A

Nota. En estas tablas se muestra las características de un pulsador.

Luces piloto

Se seleccionó dos luces piloto uno de color rojo que nos indique que esta la maquina en paro y una de color verde cuando la maquina está en marcha.

Figura 36

Luces piloto seleccionado.



Nota. Fotografía selección de luces piloto tomado.

Tabla 8

Características de luces piloto

Marca	CHINT
Modelo	NP2-BV63
Alimentación	110V/220V
Frecuencia	50/60 Hz
Amperaje	50A

Nota. En estas tablas se muestra las características de las luces piloto.

Paro de emergencia.

Se seleccionó un contacto normalmente cerrado de la marca CHINT que actúa como parada de emergencia dentro del circuito.

Figura 37

Pulsador de paro de emergencia seleccionado



Nota. Fotografía selección de paro de emergencia.

Tabla 9

Características de paro de emergencia

Marca	CHINT
Modelo	NP2-BV64
Alimentación	110V/220V
Frecuencia	50/60 Hz
Contactos	NC
Amperaje	50A

Nota. En esta tabla se muestra las características del paro de emergencia.

Tablero de control.

Se dio por elegir un tablero de 25cmx25cm con un espesor de la plancha de 1.2 mm donde van alojado todos los dispositivos de control.

Figura 38

Tablero de control seleccionado



Nota. Fotografía selección de tablero de control.

Riel din.

Se seleccionó el riel DIN de 25cm x2cm ya que son utilizados para montar dispositivos eléctricos y electrónicos en un panel o una caja de control, tienen un perfil de

forma estandarizada que se ajusta a los soportes de montaje de cada componente eléctrico de control o potencia.

Figura 39

Riel din seleccionado



Nota. Fotografía selección de riel din tomado.

Tabla 10

Características de Riel Din

Lamina	Calibre 20
Dimensiones	25cm x2cm
Material	Aluminio

Nota. En estas tablas se muestra las características de un riel din.

Selección de elementos mecánicos

poleas

Se selección dos poleas de metal de acero laminado de diferentes diámetros por su resistencia y flexibilidad al momento de trabajar la una que se conecta con el eje del motor y la otra con eje del molino.

Figura 40*Poleas seleccionadas*

Nota. Fotografía selección de polea.

Tabla 11*Selección de polea*

Fabricantes	Ecua poleas
Material	Acero laminado 1020
Dimensiones	$61 \frac{m}{s}$

Nota. En esta tabla se muestra las características de una polea autor. (Collay, 2023)

Velocidad de la polea (rpm)

$$W_c = 13.35 \frac{\text{rad}}{s} \frac{1 \text{ rev}}{2\pi \text{ rad}} * \frac{60s}{1 \text{ min}} = 188.7 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

Relación de transmisión de motor con polea

$$i = \frac{\text{Velocidad del motor}}{\text{velocidad de la polea}}$$

$$i = \frac{1700}{188.8}$$

$$i = \frac{9}{1}$$

Banda de transmisión.

Son mecanismos para la transmisión de movimiento de dos diferentes ejes por este motivo se utilizó una banda dentada trapezoidal tipo b de ½ de pulgada de caucho.

Figura 41

Banda de transmisión seleccionado



Nota. Fotografía selección de banda.

Tabla 12

Características de banda

Fabricantes	Ecua bandas
Dimensiones	½
Material de Fabricación	Lonas de algodón sin fricción de caucho
Carga de trabajo recomendado	34 lb. Pulg
Tipo	Banda dentada trapezoidal

Nota. En esta tabla se muestra las características de bandas de distribución.

Es el elemento mecánico con el mecanismo de triturar los granos secos de cacao maíz café donde seleccionamos un molino Corona de disco único, de acero inoxidable ya que está en contacto constante con alimentos de consumo.

Figura 42

Molino mecánico seleccionado



Nota. Fotografía selección de molino mecánico tomado.

Tabla 13

Ficha técnica del molino mecánico marca corona

Fabricantes	CORONO
Marca	Corona
Tipo	Manual
Material de	Hierro fundido pulido
Fabricación	
Peso	27 kg

Nota. En esta tabla se muestra las características de un molino corona.

Estructura

Se seleccionó una estructura metálica de acero ASTM A32 más conocido en la industria como hierro negro, un tubo cuadrado de 2pulgada * 2mm donde se montará todos los elementos eléctrico electrónicos y mecánicos.

Figura 43

Estructura metálica seleccionada



Nota. Fotografía de selección de estructura tomado.

Tabla 14

Características del material seleccionado

material	Especificaciones.
Angulo de hierro	
negro	10x10*2mm
plancha de hierro	
negro	e2mm
soldadura	E6011

Nota. En esta tabla se muestra las características de la estructura seleccionada.

Tolva

Se procedió a diseñar la tolva en el programa solid Works el material empleado es una plancha se acero inoxidable de 2mm de espesor.

Figura 45

Ilustración de tolva diseñada



Nota. Fotografía selección de tolva.

Tabla 15

Características de tolva

Norma de f.	ANSI 304L
	Acero
Material	inoxidable
Angulo de hierro negro	10x10*2mm
Espesor de la plancha	5mm
Soldadura	308L

Nota. En esta tabla se muestra las características de la construcción de la tolva.

Chumaceras

Se dio por elegir dos chumaceras de tipo brida ovalada de hierro fundido que cumple la función de sostener dos poleas de diferente diámetro por la relación de transmisión.

Figura 46

Selección de chumaceras



Nota. Fotografía selección de chumacera.

Tabla 16

Características de chumaceras

Fabricantes	koyo
Marca	koyo
Tipo	Frida ovalada
Material de Fabricación	Hierro fundido
Carga de trabajo recomendado	lb. pulgada

Nota. En esta tabla se muestra las características de una chumacera.

Ensamble del prototipo

Se dio por elegir dos chumaceras de tipo brida ovalada de hierro fundido que cumple la función de sostener dos poleas de diferente diámetro por la relación de transmisión.

Para poder ensamblar la maquina moledora se necesita algunas herramientas básicas como de ajuste sujeción tenemos los siguientes:

- Flexómetro
- Soldadora
- Llave de ratchet
- Desarmador estrella y triangulo
- Lápiz
- Escuadra
- Multímetro

siempre que comencemos un trabajo donde requiera riesgo tenemos que estar equipados con los equipos de seguridad personal (EPP) como.

- Guantes
- Casco
- Chaleco o mandil
- Gafas
- Botas punta de acero

Para iniciar con el ensamblaje de la maquina se inicia por reconocer cada elemento que se emplea para la estructura e ir separándolos con la finalidad de obtener una proyección de la ubicación de cada pieza.

Figura 47

Elementos para la elaboración del proyecto



Nota. Elementos seleccionados para desarrollar el proyecto.

Primero comenzamos a cortar el metal de hierro negro seleccionado para la estructura tomando en cuenta las medidas y dimensiones de los parantes y transversales de la mesa donde va a estar sujeta los elementos mecánicos y eléctricos

Figura 48

Cuatro Trasversales de 1m cuatro parantes de 1m



Nota. La fotografía muestra el momento que se cortó las láminas para las bases.

Una vez obtenido los transversales y parantes se procedió a soldar y dar puntos de suelda a los ángulos entre parantes y transversales con un amperaje de 100ampers a 120v

de corriente alterna con un electrodo E6011 dando forma de mesa a la estructura capaz de soportar unos 300kg brindando seguridad y capacidad de carga.

Figura 40

Puntos de suelda en las esquinas de la estructura



Nota. La fotografía muestra las esquinas de las bases soldadas.

En la mesa realizamos unos agujeros mediante un taladro de ½ pulgada para colocar el motor eléctrico de 120 v monofásico que está ubicado en la parte interna de la estructura mediante pernos de 0.5mm para que soporte las vibraciones que genera el motor

Figura 41

Perforación de agujeros para la sujeción del motor



Nota. De la misma manera se realizó agujeros de 8mm donde va sujeta las chumaceras y el molino manual para el sistema de transmisión.

Figura 42

Perforación de agujeros para la sujeción de poleas



Nota. Agujeros para el molino en un transversal que se encuentra en la parte superior del motor weg.

Figura 43

Perforación de agujeros para la sujeción del molino mecánico manual



Nota. Sujetamos el molino manual en la otra parte superior externa de la mesa para la transmisión de movimiento de la polea hacia el motor que se encuentra en la parte interna de la estructura.

Figura 44

Colocación del molino en la estructura



Nota. Realizamos el dimensionamiento y sujeción mediante pernos de dos chumaceras que van en la parte superior al frente del molino manual utilizamos dos llaves americanas número 14 y colocación de polea externa que transmite movimiento al eje del molino.

Figura 45

Colocación de las chumaceras en la estructura



Nota. Una vez colocado las chumaceras colocamos el motor eléctrico en la estructura realizada para el montaje tomando en cuenta que no dañemos los pernos de sujeción.

Figura 46

Colocación del motor en la estructura



Nota. Ya colocados los elementos como motor molino manual y rodamientos se procedió a colocar la banda dentada trapezoidal.

Figura 47

Colocación de la banda entre la polea del motor y molino



Nota. Soldamos dos bases en la parte superior de todos los elementos de una medida de 45cm de largo y 5cm de ancho con un electrodo 6011 con un amperaje de 60 amperios ya que si utilizaba más amperaje solo se deterioraba el material.

Figura 48

Soldamos las bases de la tolva



Nota. Concluida la estructura tomamos la medida para realizar la tolva de acero inoxidable ya que está en contacto con alimentos como es la almendra de cacao.

Figura 49

Tolva construida



Nota. Preparación de pintura para dar un acaba estético a la estructura se elijo un color mate americano así dando unas manos de pintura.

Figura 50

Estructura de la maquina terminada



Nota. La fotografía muestra el montaje de todos los elementos.

implementación y automatización de tablero de control

Seleccionamos una caja de 25cmx25cmx15cm donde se realizó la conexión de los elementos eléctricos como contactor, termo magnético bipolar, relé térmico, pulsadores de marcha paro y paro de emergencia luces piloto

Figura 51

Agujeros para el montaje de pulsadores de marcha y paro



Nota. La fotografía muestra el montaje del tablero de control.

Para poder enclavar el circuito se necesitó un contactor CHINT de 7 a 10 amperios con sus debidas protecciones para el motor como es relé térmico.

Figura 52

Armado de tablero de control



Nota. La fotografía muestra el montaje de los elementos eléctricos.

Análisis y resultado.

A partir de los resultados obtenidos podemos ver claramente que el tiempo empleado para la molienda es menor a la que se empleaba antes en la molienda tradicional con este proyecto podemos tener grandes jornadas de trabajo y mayor producción de pasta de cacao con esto cumpliendo la productividad deseada dentro de la fábrica.

Tabla 17

Resultados de tiempos de moliendas de la forma manual

Análisis de tiempos de molienda tradicional	
TIEMPO	Peso kg
10 minutos	5 kg
20 minutos	10 kg
30 minutos	15 kg
40 minutos	20 kg
50 minutos	25 kg
60 minutos	30 kg
1 hora	30 kg

Nota. En esta tabla se muestra los tiempos de molienda de la forma tradicional.

Tabla 18

Resultados de tiempos de moliendas con la implementación del molino eléctrico

Análisis de tiempos de molienda con la implementación del molino eléctrico.	
TIEMPO	Peso kg
10 minutos	25 kg
20 minutos	50 kg
30 minutos	75 kg
40 minutos	100 kg
50 minutos	125 kg
60 minutos	150 kg
1 hora	150 kg

Nota. En esta tabla se muestra los tiempos de molienda ya con la implementación del molino eléctrico.

Tabla 19

Resultado en tablas de las dos formas de moler el grano de cacao

Tiempo de molienda			
Molienda T.		Molienda E.	
Tiempo	Peso	Tiempo	Peso
1 hora	30 kg	1 hora	150 kg

Nota. En estas tablas se muestra las características del tiempo de molienda.

Gracias a las tablas de resultado podemos verificar claramente que con la implementación de la maquina moledora de cacao podemos ahorrar en personal y en tiempo y generar mayor producción podemos ver que de la forma manual necesitamos de un gran personal para poder tener los mismos resultados.

Prueba de análisis y ajustes de la maquina moledora de cacao

Una vez desarrollado la máquina trituradora de granos de cacao es sometido a diferentes tipos de prueba y análisis de carga.

Tabla 20

Protocolo de montaje

Protocolos de Pruebas		
Maquina moledora de Cacao		
Prueba	Cumple	No cumple
Ubicación correcta de elementos	x	
Comprobar montaje de motor	x	
Montaje de bandas	x	
Montaje de discos de trituración	x	

Nota. En estas tablas se muestra el protocolo de montaje.

Tabla 21

Protocolo de puesta en marcha de la maquina

Protocolos de Pruebas		
Maquina moledora de Cacao		
FUNCIONAMIENTO VACIO/CARGA		
Prueba	Cumple	No cumple
Encendido de maquina	x	
Movimiento de discos	x	
Espaciamiento entre discos	x	
Apagado de la maquina	x	

Nota. En estas tablas se muestra Protocolo de puesta en marcha de la máquina.

Análisis de costos

Construcción de la estructura de la maquina moledora de cacao.

Tabla 22*Tabla de costos de construcción de estructura*

N°	Equipo	Longitud	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
	Acero inoxidable	3x2	m	1	45.00	45.00
	Acero dulce	3x2	m	1	40,00	40,00
	Electrodos E6011	-	lb	1	5,00	5,00
	Tornillos		lb	1	5,00	5.00
					TOTAL \$	95.00

Tabla 23*Tabla de costos de construcción de tolva*

N°	Equipo	Longitud	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
	Acero inoxidable	3x2	m	1	50.00	50.00
	Acero dulce	3x2	m	1	50,00	50,00
	Electrodos E6011	-	lb	1	5,00	5,00
	Tornillos		lb	1	3,00	3.00
					TOTAL \$	108.00

Costos de elementos primarios**Tabla 24***Tabla de costos de construcción de elementos primarios*

DESCRIPCIÓN (material)	CANT.	P / U	VALOR TOTAL
Rollo de cable de cobre # 12	1	15.00	15.00
Motor 3F 220Vac 1HP	2	130,00	130.00

DESCRIPCIÓN (material)	CANT.	P / U	VALOR TOTAL
contactores	1	15,00	15,00
Relé térmico	1	15,00	15,00
Luces piloto	2	3,50	3,50
Tablero de control	1	25,00	25,00
pulsadores	2	4,00	4,00
Magnetotérmico	1	10,00	10,00
Paro de emergencia	1	3,50	3,50
Enchufe 220Vac	1	2,00	2,00
Molino corona	1	30,00	30,00
polea	2	30,00	30,00
Banda	1	5,00	5,00
chumaceras	2	15,00	15,00
Conectores	10	0,3	5,00
tornillos	30	0,5	1,50
SUBTOTAL			284,00
Reproducciones de ejemplares			
Impresiones	100	0,3	30,00
Copias	30	0,25	7,50
SUBTOTAL			\$ 37,50
VALOR TOTAL			\$ 322,00

Capítulo IV

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- En conclusión, gracias a la investigación realizada se descubrió una gran variedad de cacao que produce nuestras costas ecuatorianas y región amazónica profundizándose dentro del tema se obtuvo un árbol de ideas para desarrollar nuestro proyecto sin ninguna novedad llenándonos de conocimiento y fortaleciéndonos en el ámbito laboral
- La viscosidad del cacao y la intensidad nominal de arranque del motor. unos de los puntos más importantes a analizar Por medio de los cálculos de realizados se decidió seleccionar los elementos eléctricos electrónicos y mecánicos de acorde a la necesidad de trabajo para la construcción de la maquina moledora de cacao
- La construcción de la estructura de la maquina moledora de cacao tomo una altura de 1.30cm con un ancho de 55cmx53cm donde se colocó una tolva de acero inoxidable de 42cm de altura y 50cmx60cm de ancho. Se realizó la automatización de marcha y paro con un arranque directo con las protecciones necesarias para el tablero de control.
- Se concluyó desarrollando pruebas del funcionamiento de la maquina moledora de cacao dando como resultado menos tiempo de molienda empleado por ende mayor producción y también así evitando esfuerzo humano.

Recomendaciones

- Tener en cuenta los parámetros para el cálculo y selección del motor y elementos de protección ya que con los resultados se opta por elegir los materiales.
- Utilizar los equipos de seguridad personal para evitar cualquier tipo de accidente al momento de realizar todo el proceso como soldadura, cortes, pintado, instalaciones eléctricas dentro del proyecto.
- Utilizar las indicaciones del catálogo donde explica el funcionamiento de la maquina.

Bibliografía

Aguirre, J. C. (2021). *Proyecto Técnico previo a la obtención del título de Ingeniería*. Guayaquil: E1.

Alsina., W. E. (1993). *Boletín bibliográfico nacional "Trituración, Molienda y (Vol. Número 33)*. Buenos Aires,: 1. La Dirección, Ed.

ALZATE, J. C. (2011). *academia*. Obtenido de academia:
https://www.academia.edu/36036262/Reducci%C3%B3n_de_tama%C3%B1o_y_tamizado_Brennan_

ANECACAO. (2018-2020). REVISTA ESPECIALIZADA EN CACAO. A. N. ECUADOR, Ed.,

Garcia, E. (2014-2015). *studocu*. Obtenido de studocu: <https://www.studocu.com/es-mx/document/colegio-de-estudios-cientificos-y-tecnologicos-del-estado-de-hidalgo/investigacion/funcionamiento-del-relevador-termico/22160780>

Gonzaga Rodriguez Cia.Ltda. (15 de 03 de 2021). *electricoindustrial*. Obtenido de electricoindustrial: <https://electricoindustrial.com.ec/2021/03/15/elementos-de-control-y-senalizacion/>

Gordón, J. (2019). Diario Digital de Pastelería de los Estudiantes de Gastronomía de la Universidad de Panamá. *diario pastelero*, 1.

Hidalgo, L. A. (2013). Tableros Eléctricos. *electroindustria*, 4.

ingmecafenix. (06 de junio de 2019). *ingmecafenix*. Obtenido de ingmecafenix:
<https://www.ingmecafenix.com/ingenieria-general/que-es-una-polea/>

karlapolethredr7476. (23 de 05 de 2022). *brainly.lat*. Obtenido de brainly.lat:
<https://brainly.lat/app/profile/40967749/answers>

Lima, G. c. (2011). *grupo casa lima*. Obtenido de grupo casa lima:
https://grupocasalima.com/es-ec/blog/pulsador-electrico-que-es-tipos-cuando-usarlos/#Que_es_un_pulsador_electrico

- LOZADA, P. A. (2015). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA*. Quito.
- MARIO, P. (2014). *Molino_electrico_de_granos.pdf*. Obtenido de file:///C:/Users/CRISTIAN/Downloads/Molino_electrico_de_granos.pdf
- MEMBREÑO, O. A. (2011). IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MERCADO. *webquery*, 122.
- NIVIHE S.A. (2019). *motores-electricos*. Obtenido de motores-electricos: <https://motores-electricos.com.ar/contactores-que-son-y-para-que-sirven/#:~:text=El%20Contactor%20es%20un%20dispositivo,cierre%20de%20instalaciones%20de%20motores.>
- Peng Huang, Y. D. (2019). A novel approach of evaluating. *SCIENT DIRECT*.
- pepeenergy. (2000). pepeenergy. *QUÉ ES UN CONDUCTOR ELÉCTRICO*, pág. 1.
- Proecuador. (2013). DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE EXTRACCION DE CHOCOLATE A PARTIR DEL GRANO DE CACAO. *repositorio.ute.edu.ec/bitstream*, 1.
- Proecuador, 2. (2013). *repositorio.ute.edu.ec*. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14583/1/64305_1.pdf
- puentesdigitales. (2019). El chocolate y el cambio climático. *puentesdigitales*, 1.
- Rueda Diego, S. G. (marzo 2015). *Diseño y construcción de una máquina*. QUITO-ECUADOR: 35-36.
- transelec:<https://www.transelec.com.ar/soporte/18413/-que-es-un-rele-termico-/#:~:text=Se%20trata%20de%20un%20dispositivo,%C3%BAltimos%20de%20sobrecargas%20o%20calentamientos.>
- victoria. (2023). Cómo Funciona un Molino de Maíz. *victoria*, 1.
- Villacís, E. R. (2019). CACAO ECUATORIANO: HISTORIA E IDENTIDAD. *ahoranews*, 1.
- VULCANOTEC. (2020). *FABRICANTES DE MÁQUINAS PARA LA. LIMA-PERU*.

Anexos