



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE SEDE LATACUNGA

TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECÁNICA

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.

Autor: Collay Lasinquiza Cristian Vinicio

Tutor: Ing. Lara Jácome, Óscar Rodrigo

C.C.: 0502960594

Latacunga, 15 agosto del
2023





AGENDA

- ✓ Justificación
- ✓ Objetivos
- ✓ Desarrollo
- ✓ Implementación
- ✓ Ensamblaje
- ✓ Análisis y Resultados
- ✓ Conclusiones
- ✓ Recomendaciones





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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.





Objetivo General

Implementar una máquina moledora 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.





Desarrollo

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 precoloniales 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





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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



FORASTERO





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Clasificación del cacao

Cacao criollo



CRIOLLO
(FINO DE AROMA)

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.



Clasificación del cacao

Cacao trinitario



TRINITARIO
(FINO DE AROMA)

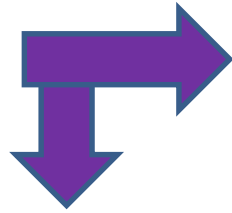
Cacao trinitario es una fruta obtenida en la Isla Trinidad, a base de cruzar las dos variedades anteriores, es más aromático que el forastero y más resistente que el criollo. Del cultivo de pepas de cacao, fermentadas y secas se pueden obtener subproductos y productos. El primer producto que realizan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





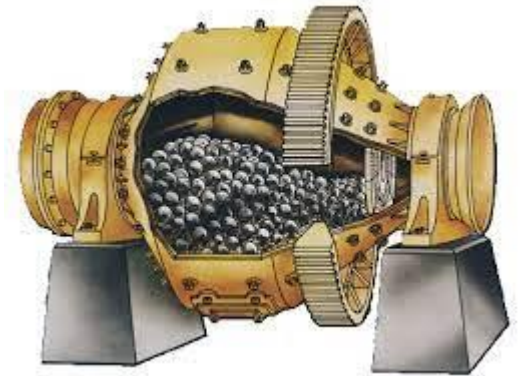
ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



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 molino ya sea por compresión, impacto ambiental, frotamiento y cortado





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TIPOS DE MOLINOS

Molino de rodillo

Molino de martillo

Molino de fricción.

Molino de disco único

Molino de tambor

Molino de bolas





Implementación



Elementos eléctricos

Motor Eléctrico



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





Cálculo para la selección del motor eléctrico

Velocidad crítica

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

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

$$13.35 \frac{\text{rad}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ vuelta}}{2\pi \text{ rad}} * \frac{60 \text{ S}}{1 \text{ min}} =$$

$$127.48 \rightarrow 128 \text{ rpm}$$

Torque

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

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

$$T = \frac{2.20 \text{ kg}}{\text{ms}} x 3.14^2 x 128 \text{ rpm} x 0.055 \text{ m}^4 x 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 8.31 \text{ Nm}$$

$$60 x 0.0005 \cdot \sin 90$$





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Cálculo para la selección del motor eléctrico

Potencia

$$T = 8.31Nm \frac{0.7376lbft}{1Nm} = 6.12lb.ft$$

T Es el torque de giro de eje motriz en Mn

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

716 Es una constante de conversión de unidades,

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

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

$$P_{req} = 0.87 hp$$



Elementos electrónicos

Conductor eléctrico

$$P = V * I$$

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

$$I = 6.77 A$$

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		





Elementos eléctrico

Interruptor Magnetotérmico bipolar

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



Contactador

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	2. NA 1 NC





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Relé térmico

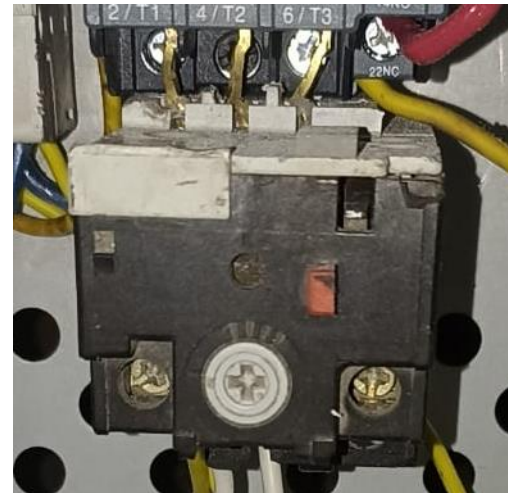
Cálculo de intensidad nominal

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

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

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

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





Pulsadores de encendido y apagado

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



Luces piloto

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



Paro de emergencia

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



Tablero de control



Riel din



Elementos mecánicos

Poleas

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



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

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



Molino

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





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Estructura.

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



Tolva

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





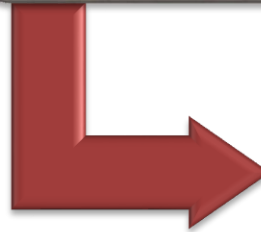
Ensamblaje



- La unión de piezas debe ser fijada muy bien con pernos y tuercas.



- Armado de la estructura



- Soldamos los ángulos de la estructura en forma de mesa etc.



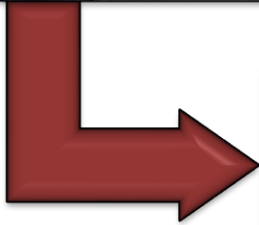


ESPE

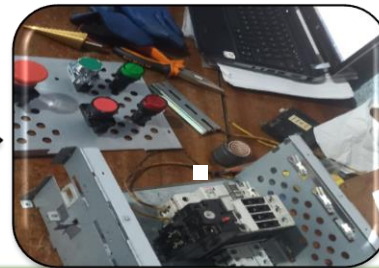
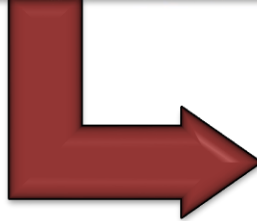
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



- Conexión de chumacera



- Montaje del Motor

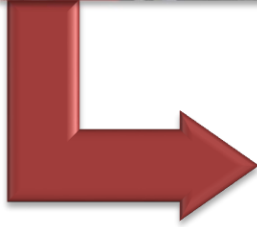


- Conexión de tablero de control





Ssueda de bases para la tolva



Colocación de tolva



- Laqueado de estructura





ESPE

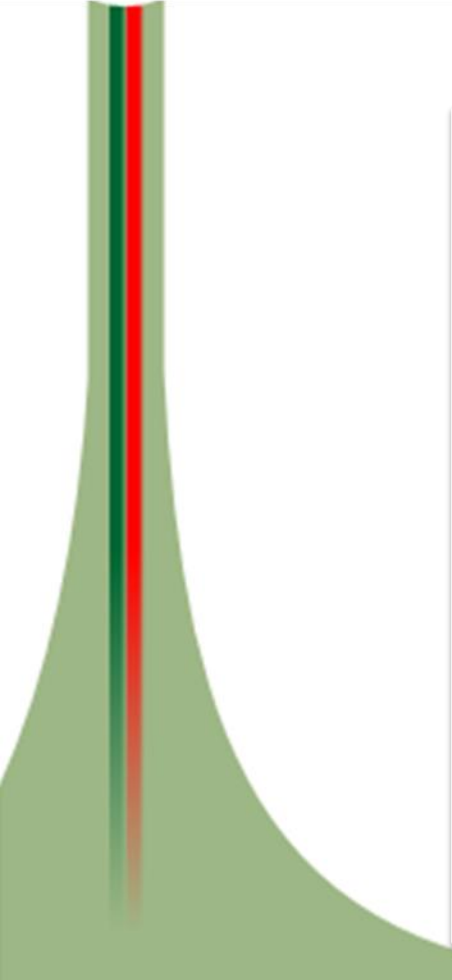
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Implementación de una maquina moledora de cacao en el sector agrícola





Análisis y Resultados



¿Resultados de tiempos de molindas de la forma manual?

¿Resultados de tiempos de molindas con la implementación del molino eléctrico.?

¿El molino cumple su función?

¿Protocolo de montaje?



Resultados de tiempos de molindas de la forma manual

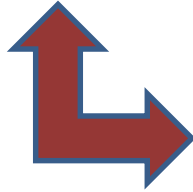
Análisis de tiempos de molienda tradicional

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





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

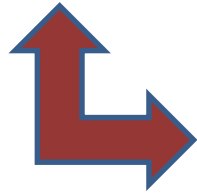




ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

El molino cumple su función
Tabla comparativa de un molino eléctrico y molino tradicional



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





Protocolo de montaje

Protocolos de Pruebas		
Maquina moladora 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	





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 coloco una tolva de acero inoxidable de 42cm de altura y 50cmx60cm de ancho. Se realizo la automatización de marcha y paro con un arranque directo con las protecciones necesarias para el tablero de control

Se concluyo 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





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

