

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA DESCASCARADORA DE ARROZ CON AJUSTE
AUTOMÁTICO DE VELOCIDAD, PARA COMUNIDAD VULNERABLE EN EL
MARCO DEL PROYECTO DE MECANOS PARA LA PAZ**

**JUAN ESTEBAN AGUDELO PELÁEZ
SANTIAGO RESTREPO PASOS
SANTIAGO VÉLEZ GÓMEZ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2022**

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA DESCASCARADORA DE ARROZ CON AJUSTE
AUTOMÁTICO DE VELOCIDAD, PARA COMUNIDAD VULNERABLE EN EL
MARCO DEL PROYECTO DE MECANOS PARA LA PAZ**

**JUAN ESTEBAN AGUDELO PELÁEZ
SANTIAGO RESTREPO PASOS
SANTIAGO VÉLEZ GÓMEZ**

Trabajo de grado para optar al título de tecnólogo en eléctrica

**Asesor técnico
Jortin de Jesús Vargas Ortega
MSc. en gestión de la tecnología educativa**

**Asesor metodológico
Carlos Alberto Ocampo Quintero
Magister en Ingeniería - Ingeniería de Sistemas**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2022**

Contenido

1.	Planteamiento del problema	2
1.1	Descripción	2
1.2	Formulación	3
2.	Justificación	4
3.	Objetivos.....	6
3.1	Objetivo general.....	6
3.2	Objetivos específicos	6
4.	Referentes teóricos	7
4.1	Objetivos de desarrollo sostenible.	7
4.2	La pobreza en Colombia.	7
4.3	Descascarado de arroz.....	8
4.4	Sistema de pelado por discos de abrasión.....	8
4.5	Sistema de trillado por rodillos vulcanizados.	9
4.6	Sistema de trillado por centrifugado	9
4.7	Sistema de trillado por tornillo sinfín.	10
4.8	Sistema de trillado por rueda dentada.	10
4.9	Sistema de pelado por discos de abrasión.	10
4.10	Elementos de protección eléctrica en baja tensión.....	11
4.11	Motores eléctricos.	11
4.12	Sistema de control lógico.	12
4.13	Estructura del sistema de control.	13
5.	Metodología.....	15
5.1	Tipo de proyecto	15
5.2	Método	15

5.3	Instrumentos de recolección de información.....	16
6.	Resultados.....	17
6.1	Diseño de estructura.....	18
6.2	Elección del tipo de material.....	19
6.3	Construcción de estructura.....	20
6.4	Selección de tipo de grano que se va a usar.....	21
6.5	Automatización de la operación del descascarado.....	22
6.6	Implementación del sistema motriz	23
6.7	Diseñar la programación del sistema de control automático.	25
6.8	Montar tablero de control.....	26
6.9	Pruebas de funcionamiento.....	27
6.10	Implementar el programa de control.	28
6.11	Hacer pruebas del manejo de arroz y evaluaciones finales.	29
7.	Conclusiones.....	31
8.	Recomendaciones	32
9.	Referencias bibliográficas	33
10.	Bibliografía.....	35

Lista de figuras

Figura 1. Objetivos de desarrollo social.....	7
Figura 2. Descascaradora de arroz.....	9
Figura 3. Sistema de centrifugado	10
Figura 4. Motorreductor DC.....	12
Figura 5. Autómata programable.....	13
Figura 6. Parte de mando y operativa.....	13
Figura 7.estructura maquina	18
Figura 8. trilladora de arroz	21
Figura 9. Motorreductor de corriente directa.....	23
Figura 10.Plano mecánico del motorreductor.....	24
Figura 11. Diagrama de secuencias	25
Figura 12. Diagrama de entradas y salidas	26
Figura 13. Diagrama en lenguaje Ladder	28

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1	20

Resumen

IMPLEMENTACIÓN DE UNA DESCASCARADORA DE ARROZ CON AJUSTE AUTOMÁTICO DE VELOCIDAD, PARA COMUNIDAD VULNERABLE EN EL MARCO DEL PROYECTO DE MECANOS PARA LA PAZ

JUAN ESTEBAN AGUDELO PELÁEZ

SANTIAGO RESTREPO PASOS

SANTIAGO VÉLEZ GÓMEZ

El propósito de este proyecto es implementar una descascaradora de arroz, para el proceso en la parte de la agricultura. Al comienzo se hace el estudio de sistemas de descascarado de arroz que permite conocer el tipo de equipos que se van a elaborar mediante un análisis de características y elementos de descascarado.

Se proponen alternativas de diseño y construcción donde se observan y determinan la mejor opción de una máquina descascaradora de arroz para beneficiar a personas de escasos recursos, difícil acceso a energía eléctrica o maquinaria para realizar labores de agricultura.

Se pretende diseñar programar y fabricar una máquina descascaradora de arroz automatizada compuesta por 2 cilindros, contando con un motorreductor que permite separar el grano de la cáscara. Se realiza un sistema de automatización mediante un controlador lógico programable, que con entradas y salidas permite programar ciclos correspondientes que realizará la máquina para separar la cáscara del arroz y la elección de sus elementos.

Mediante el estudio, la elaboración, el beneficio y los costos a futuro, implementar una máquina descascaradora de arroz automatizada es de gran importancia y permite obtener como resultado que el planteamiento del proyecto tenga alta viabilidad dando resultados muy favorables para su creación.

Palabras claves: descascaradora, PLC, cilindros, programación, equipos

Abstract

The purpose of this project is to design and carry out a rice thresher, for the process in the part of agriculture. At the beginning, the study of rice threshing systems is carried out, which allows us to know the type of equipment that we are going to elaborate through an analysis of characteristics and threshing elements.

Design and construction alternatives are proposed where the best option of a rice threshing machine is observed and determined to benefit low-income people, difficult access to electricity or machinery to carry out agricultural work.

It is intended to design, program and manufacture an automated rice thresher composed of 2 cylinders, one with a gear motor that allows us to separate the grain from the plant. An automation system is carried out by means of a PIC that with inputs and outputs, corresponding cycles that the machine will perform to thresh the rice and the choice of its elements are programmed.

Through the study, the elaboration, the benefit and the future costs to implement an automated rice thresher is of great importance, where we had as a result that the project approach has a great feasibility giving very favorable results for its creation.

Keywords: thresher, PLC, cylinders, programming, equipment

Glosario

Abastecimiento: es la acción que realiza una persona comunidad o población de encaminarse a cubrir las necesidades de consumo.

Arroz con cáscara: es el arroz que ha mantenido su cáscara después de la trilla.

Arroz descascarado: (arroz pardo o arroz de embarque) es el arroz con cáscara del que sólo se ha eliminado la cáscara. El proceso de descascarado y manipulación puede ocasionar una pérdida parcial del salvado.

Centrifugado: es un método por el cual se pueden separar sólidos de líquidos de diferente densidad por medio de una fuerza giratoria

Descascarado: es el proceso mediante el cual se separa el grano de la cáscara.

Entorno de desarrollo: programa virtual mediante el cual será programado el controlador lógico para la automatización de los ciclos que realizará la maquina

Motorreductor: es un instrumento capaz de regular la velocidad de giro de un motor en una máquina para que funcione a un ritmo determinado.

PLC: (control lógico programable) es un equipo utilizado en la industria para automatizar procesos y tiene como finalidad que las maquinas desarrollen efectivamente todos los sistemas que la componen.

Trillado: es el proceso mediante el cual se separa el grano de la paja

Introducción

Ante el crecimiento y exigencias del mercado y de los trabajadores del campo de bajos recursos que no pueden acceder a maquinarias modernas fácilmente, se ve la necesidad de implementar procesos nuevos en el campo. Por esto resulta esta idea que beneficiaría a muchas personas de bajos recursos.

Muchos trabajadores de algunas empresas de este sector realizan el trillado de la semilla de forma manual, así como la limpieza de residuo correspondiente, lo que se traduce en prolongados tiempos muertos de producción y baja efectividad. Debido a esto, se ha visto la necesidad de implementar nuevas tecnologías para la potenciación del procesado de dicha semilla, queriéndose llegar a su mejor aprovechamiento. Así, en este proyecto se presenta el desarrollo de un diseño que se aprovecharía el tiempo en producción en otras etapas del proceso de tratamiento de arroz.

El equipo funcionará mediante un sistema de control automatizado, controlado desde diferentes tipos de interfaces entre la máquina y el ser humano. El control automático es programado para que, al encender la máquina con cualquiera de los puntos de control, entre en funcionamiento energizando un motorreductor que estará ubicado en uno de los dos rodillos donde irán los granos de arroz que será descascarados.

La máquina contará con una tolva donde se ingresarán los granos de arroz, en su interior estarán ubicados dos rodillos en forma de cilindro, uno de estos tendrá un motor reductor y por medio de estos pasarán los granos donde será separada la cáscara del arroz, a este proceso se le llama descascarado. Luego de este proceso en un recipiente caerá el arroz sin cáscara y en otro las cáscaras.

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción

“Mecanos para la paz” es una iniciativa de desarrollo tecnológico, que se adelanta en la Institución Universitaria Pascual Bravo. La iniciativa es realizada por medio de la elaboración de máquinas que constituyen plataformas compuestas por ensambles, las cuales buscan dar soluciones tecnológicas a problemas de las comunidades en situación de vulnerabilidad; generalmente localizadas en zonas donde es necesario establecer procesos de remediación social.

Algunas de estas comunidades están localizadas en regiones con fuerte potencial arrocero, pero con pocas condiciones tecnológicas para adelantar una actividad económica rentable. Se pretende garantizar el grano de este alimento rico en nutrientes y que además es básico en la canasta familiar.

Esto debería ayudar a impulsar el componente ambiental en torno a la producción de un alimento para las familias y así procesar el arroz y contribuir con la seguridad. Con la automatización de las máquinas utilizadas para la producción de arroz en bajas escalas, se debe buscar que la cosecha vaya más a los ingresos adicionales mediante abastecimiento y comercialización, que solamente al auto consumo.

El panorama económico de Colombia afirma una situación de pobreza que no se puede dejar de lado, de allí surge la necesidad de cuestionarse si la tecnología agrícola del país debe mejorar desde una implementación de recursos avanzados que permita mejorar la calidad de vida.

La construcción de máquinas de bajo costo para el beneficio del arroz, destinadas al uso en las regiones con población en condición de vulnerabilidad encuentra un conjunto grande de dificultades, por cuanto no existe la cultura de la máquina de baja producción y alta productividad.

Esto dificulta que se logren niveles de productividad significativos, mediante el uso de recursos tecnológicos al servicio de la comunidad, protegiendo el medio ambiente y cumpliendo con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de las familias pobres.

1.2 Formulación

¿Cómo disponer de un recurso económico, que permita a las familias en condición de vulnerabilidad de las zonas arroceras, procesar el grano sin dañar su integridad, con la finalidad de mejorar sus ingresos económicos?

2. Justificación

Se propone la implementación de una descascaradora de arroz totalmente automatizada, ya que el operario puede ocupar el tiempo que requería estar pendiente de la máquina en otras labores, con lo cual se facilitará el trabajo en el campo.

La descascaradora de arroz totalmente automatizada se encargará del grano, luego de ser recolectado de la cosecha y separar las semillas del tallo mediante el roce por medio de elementos arrancadores y una vez realizada esta operación transporta las semillas al punto de almacenamiento.

El proyecto Mecanos para la paz es un proyecto se está implementado en la Institución Universitaria Pascual Bravo, para ayudar a familias en condición de vulnerabilidad que no cuentan con un suministro de energía y/o no cuentan con los recursos suficientes para llevar estos hasta su hogar ya que son demasiados costosos.

Con el proyecto se busca contribuir a mejorar las condiciones de vida de poblaciones que se encuentran en condiciones de vulnerabilidad. La premisa parte del programa para las naciones unidas desde el desarrollo (PNUD), creado el 1 de enero de 1965, que propone ayudar a los países subdesarrollados a partir de la investigación de calidad y la labor de promoción con las comunidades (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, 2022)

Los principales beneficiados de este tipo de iniciativas son las personas desplazadas, las cuales son el mayor grupo de víctimas del conflicto en Colombia. Es importante considerar que entre ellas, las mujeres son mayoría.

Hasta noviembre de 2009, la Agencia Presidencial para la Acción Social, organismo del gobierno que coordina la política gubernamental frente al desplazamiento, ha registrado más de 3.2 millones de personas desplazadas por diferentes causas. De ellas, cerca del 83 % son mujeres, niños.

Según el séptimo informe de la Comisión de Seguimiento a la política pública sobre el desplazamiento forzado, (de octubre 2008), el 43% de las familias desplazadas tienen jefatura femenina, y en 68 de cada 100 casos, esas mujeres desplazadas cabeza de familia que están solas (Agencia de la ONU para los refugiados -ACNUR-, 2009).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Implementar una descascaradora de arroz con ajuste automático de velocidad, mediante la detección de la presión en los granos, para comunidades vulnerables en el marco del proyecto de mecanos para la paz.

3.2 Objetivos específicos

Construir estructura de descascaradora automatizada compuesta de rodillos para la realización del beneficio del arroz.

Diseñar la programación del sistema de control automático que permita la operación automatizada de la descascaradora de arroz.

Realizar pruebas a la máquina para validar el proceso de funcionamiento mediante el control automatizado para el descascarado del arroz.

4. Referentes teóricos

4.1 Objetivos de desarrollo sostenible.

Los ODS, son una colección de 17 objetivos globales desarrollada en la Asamblea General de las Naciones Unidas (UN) en 2015. Esta iniciativa forma parte de la resolución 70/1: “Transformando nuestro Mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, s.f.)



Figura 1. Objetivos de desarrollo social.

Fuente: (Naciones Unidas, s.f.)

Los objetivos son amplios e interdependientes, con un conjunto de 169 metas a lograr, cubriendo aspectos de desarrollo social, económico y ambiental que incluyen pobreza, hambre, salud, educación, calentamiento global, igualdad de género, agua, sanidad, energía, urbanización, ambiente y justicia social (Naciones Unidas, s.f.).

4.2 La pobreza en Colombia.

La medición de la pobreza en Colombia se hace a través de las metodologías establecidas por el documento Conpes Social 150 de 2012. En este documento se establece la metodología para

medición de la pobreza por insuficiencia de ingresos (pobreza monetaria) y la metodología para la medición multidimensional de la pobreza (pobreza multidimensional), además de las fuentes de información para realizar las estimaciones y el arreglo institucional para la realización de las mediciones, su validación y la oficialización periódica de los resultados (Departamento Nacional de Planeación, 2012)

4.3 Descascarado de arroz.

El descascarado de arroz, es el proceso mediante el cual se separa la cascara de los granos, generalmente mediante una máquina de accionamiento manual o mecánico. Los granos de arroz, después de su cosecha, trillado y secado requieren de un proceso para la separación de la cáscara del interior de la semilla o endospermo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO-, s.f.).

Adicionalmente cabe mencionar que el endospermo está encerrado en una membrana de salvado o cascarilla de color café, la cual está rodeada a su vez por una cáscara en forma de lámina dura. Se han desarrollado tecnologías industriales con maquinaria para el descascarado y limpieza de los granos de arroz.

4.4 Sistema de pelado por discos de abrasión

El sistema de pelado por discos de abrasión. Este sistema consta de dos discos de abrasión superpuestos en donde uno de los dos permanece fijo y el otro móvil. La semilla que ha ingresado al sistema se aloja entre estos dos discos para su posterior pelado.

El movimiento rotativo que imprime el disco móvil sobre el disco fijo permite que se genere rozamiento con las semillas produciendo el desprendimiento de la cáscara. La semilla, una vez pelada, sale del sistema.

4.5 Sistema de trillado por rodillos vulcanizados.

El sistema de trillado por rodillos vulcanizados. Este sistema consta de dos pares de rodillos vulcanizados por donde pasa la semilla para su pelado. La eficiencia del proceso es aumentada debido a un segundo par de rodillos, tal como se muestra en la imagen.



Figura 2. Descascaradora de arroz

Fuente: Villacis, 2011.

El proceso de trillado ha existido desde hace miles de años para el procesamiento de los granos y semillas que se cosechaban. Se conoce como la actividad que se realiza con los cereales y semillas para retirar el grano de la paja.

A lo largo de las épocas y regiones geográficas, se han empleado distintos métodos y sistemas para la separación del grano de la paja, siendo la trilla uno de los más empleados.

4.6 Sistema de trillado por centrifugado

Este sistema comprende una cámara a modo de tambor en donde la semilla es ingresada y dirigida a un precipitador centrífugo que consta de un disco que impulsa la semilla contra una superficie de choque descascarando a la misma mediante el impacto. La mezcla semilla-residuo cae al fondo del tambor el cual posee una apertura cónica que permite su salida.

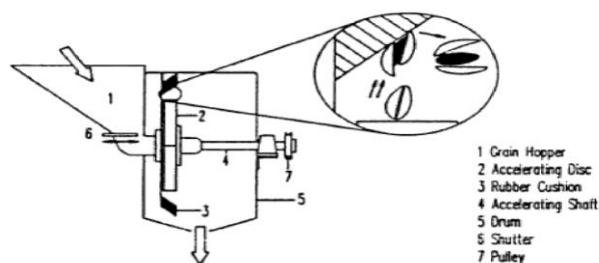


Figura 3. Sistema de centrifugado

Fuente. Lawrence, P.R. 1993.

4.7 Sistema de trillado por tornillo sinfín.

El sistema está provisto de una cámara de despulpado dividida en tres secciones: consta de un tornillo con hélices helicoidales ubicado justo debajo de la tolva de ingreso y su función es la de desplazar el producto a trillar a la tercera sección. En esta sección, un eje provisto de cuchillas móviles en su superficie separa la semilla de su cáscara.

4.8 Sistema de trillado por rueda dentada.

Este sistema consta de una rueda dentada y una lámina de aplastamiento. La semilla ingresa a una cámara en donde estas se encuentran dispuestas de modo tal que la semilla sea friccionada por los dientes del rodillo y la lámina permitiendo el descascarado.

4.9 Sistema de pelado por discos de abrasión.

Este sistema consta de dos discos de abrasión superpuestos en donde uno de los dos permanece fijo y el otro móvil. La semilla que ha ingresado al sistema se aloja entre estos dos discos para su posterior pelado.

El movimiento rotativo que imprime el disco móvil sobre el disco fijo, permite que se genere rozamiento con las semillas produciendo el desprendimiento de la cáscara. La semilla, una vez pelada, sale del sistema.

4.10 Elementos de protección eléctrica en baja tensión

Tanto las personas como las máquinas deben quedar protegidos contra energizaciones accidentales, sobre corrientes, fallas técnicas, según las normas establecidas. Las máquinas deben garantizar una interrupción adecuada de la tensión eléctrica en caso de una falla por el desbalance de corrientes que circulan a través de los circuitos eléctricos o electrónicos que hagan parte del proyecto.

También se debe garantizar la integridad de las personas en cuanto a contacto directo o indirecto con partes activas de los materiales o equipos, con un adecuado aislamiento de partes energizadas, también garantizando distancias de seguridad y aplicando las medidas de protección clase A y B según las necesidades de los proyectos.

Las máquinas de baja producción requieren de una fuente de corriente directa que transforme la alimentación de tensión de AC (corriente alterna) en DC (corriente directa) para alimentar los diferentes subsistemas y actuadores con los niveles de tensión apropiada (Hernández, 2012)

4.11 Motores eléctricos.

Las Maquinas eléctricas rotativas “motores” han tenido un gran proceso evolutivo que comenzó a mediados del siglo XIX y que hoy en día aún tiene avances para hacer que tenga un proceso mucho más eficiente. Grandes inventores como Edison y Tesla hicieron contribuciones enormes para los avances de la conversión electromecánica de energía (Mora, 2006)

Hoy en día las máquinas más comunes presentan características comunes que permiten generalizar su comportamiento matemático. Poseen un eje mecánico a través del cual se realiza el

intercambio de energía. Tienen una pieza estática o inmóvil denominada estator. Disponen de una pieza móvil denominada rotor.



Figura 4. Motorreductor DC
Fuente: Directindustry.es

Generalmente son cilíndricas. El flujo en el hierro de las máquinas es periódico. Los conductores se encuentran ubicados en la superficie de revolución del cilindro dispuestos de forma axial y simétrica, esto con el fin de evitar vibraciones y además es necesario que la corriente se distribuya uniformemente por todos los conductores.

4.12 Sistema de control lógico.

Para atender los requerimientos funcionales de una pre secadora se hace necesario la utilización de equipos que garanticen la operación confiable del equipo, tales como autómatas programables microcontroladores, como el de la Figura 5.

Estos dispositivos vienen dotados de una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones, orientadas al usuario, para implantar soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencia, temporización, recuento y funciones aritméticas con el fin de controlar mediante entradas y salidas, digitales y analógicas diversos tipos de procesos. (Soria, 2018)



Figura 5. Autómata programable

Fuente: www.tecvolucion.net

4.13 Estructura del sistema de control.

Los sensores y actuadores son una parte imprescindible de cualquier sistema industrial de control automatizado

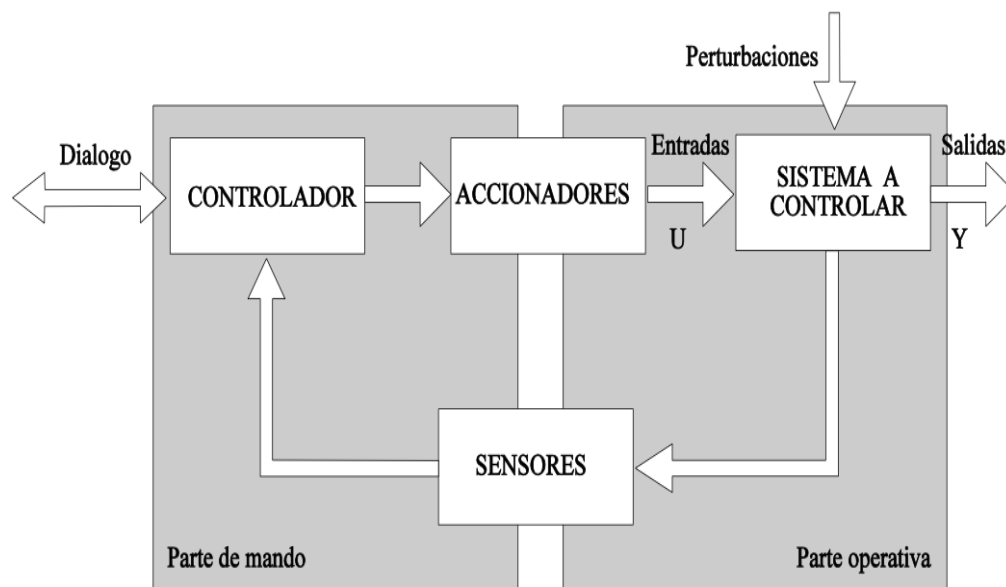


Figura 6. Parte de mando y operativa

Fuente. Lawrence, P.R. 1993

De hecho, representan el nivel de campo de la pirámide de la automatización. Los sensores son los sentidos del sistema de control: le proporcionan información sobre lo que está ocurriendo. Los actuadores son las manos del sistema de control: le permiten modificar lo que ocurre en la planta (Castellanos, 2012)

5. Metodología

5.1 Tipo de proyecto

En este trabajo de grado, de tipo modalidad investigativo, se obtienen los requerimientos de diseño de este mediante una encuesta para luego plantear las alternativas que cumplan con los mismos. Posteriormente se selecciona la alternativa que mejor cumpla con los requerimientos planteados y se procede a su validación mediante una matriz de diseño. Luego, se procede a desarrollar el diseño detallado de la máquina mediante cálculos específicos, diseño por computador y demás. Para el subsistema de separación y limpieza de semillas, se evalúa la viabilidad tanto técnica como económica entre un método de separación convencional y automatizado.

5.2 Método

El primer paso consiste en construir la estructura de la descascaradora automatizada compuesta de rodillos para la realización del trillado del arroz. Luego de esto se selecciona el tipo de grano que se va a usar y se hacen pruebas de manipulación del arroz.

Se diseña la estructura metálica de la máquina utilizando perfiles constructivos. Se elije el tipo de material acorde a los requerimientos planteados para la máquina. Se construye la estructura de acuerdo con el diseño y las selecciones de materiales y componentes realizada

Se implementa el sistema de fuerza motriz, a partir de la selección del tipo de motor conociendo el torque y la velocidad en el eje de los rodillos. Se revisa que el motorreductor cumpla con las especificaciones de voltaje.

Para el diseño de la programación del sistema de control automático, que permita la operación automatizada de la descascaradora de arroz, se elije el tipo de programa, se diseña el modelo de control lógico, se monta el tablero de control y se realizan las pruebas de funcionamiento.

Finalmente se procede a realizar pruebas a la máquina para validar el proceso de funcionamiento mediante el control automatizado para el descascarado del arroz.

5.3 Instrumentos de recolección de información.

7.3.1. Fuentes primarias. Las fuentes primarias para la escritura de este trabajo están constituidas por artículos periodísticos y patentes.

7.3.2. Fuentes secundarias. Las fuentes secundarias utilizadas para el presente trabajo son libros, diccionarios, artículos de revistas, libros de texto y sitios web

6. Resultados

La máquina descascaradora de arroz funcionará mediante un sistema de control automatizado e inspeccionado por un PLC y controlado desde una interfaz usuario - máquina.

Después de estar programado el controlador lógico, se enciende la máquina con cualquiera de los puntos de control, luego de encendida la máquina se enviará una orden de funcionamiento al motorreductor que estará ubicado en uno de los dos rodillos donde irán los granos de arroz que serán descascarados.

La máquina contará con una tolva donde se ingresarán los granos de arroz, en su interior estarán ubicados dos rodillos en forma de cilindro uno de estos tendrá un motor reductor y por medio de estos pasaran los granos donde serán separadas de las cáscaras de arroz, a este proceso se le llama descascarado. Luego de este proceso en un recipiente caerá el arroz ya pelado y en otro las cáscaras.

La máquina contará con una fuente de energía DC que será conectada a una batería a 12 voltios o un panel solar a 12 voltios (energía renovable) que alimentará un sistema de control que será gobernado por el autómata programable.

La estructura de la descascaradora de arroz está compuesta de perfiles y sistema de ajuste de presión. El sistema de control automático permite la operación automatizada de la máquina logrando un mejor rendimiento. Debe haber una caracterización energética de la operación de la máquina para validar la mejor alternativa de diseño de los módulos del equipo en base a los requerimientos de diseño tales como calidad, salubridad, bajo costo, etc.

La integración de controladores programables es una técnica a utilizar para integrar tecnología al campo y a personas con bajos recursos. Constituyen recursos fundamentales en las empresas y fincas, no solo en producción si no también en áreas que son usadas manualmente, por eso se va a innovar y mejorar la calidad de vida de las personas.

6.1 Diseño de estructura.

Se desea diseñar la estructura sobre la cual se pondrá un motor con la función de descascarar, haciendo modificaciones en las dimensiones generales de los sistemas para adaptarlo específicamente al descascarado de arroz o cualquier otro tipo de cereal. esta estructura tendrá las siguientes medidas.

Medida interna: 36cm de ancho x 36cm largo

Medida externa: 41cm de ancho x 41 cm de largo x 85 cm de alto

Medida piso al primer soporte: 28cm de alto

Medida soporte a superficie: 57cm de alto



Figura 7. estructura maquina
Fuente: Diseño propio.

6.2 Elección del tipo de material.

La estructura es de aluminio y es una de las partes más importantes de la maquina ya que sobre esta irán soportados los motores el control los rodillos que realizarán el descascarado del arroz

Se utilizarán dos marcos de aluminio de 40x40, los cuales son los elementos también de aluminio en forma horizontal que sostiene o soporta los parales de aluminio verticales para así poder poner la estructura completa.

Los parales de aluminio de 3x3 son cada una de las partes de diferente medida que unidas con los esquineros y tornillos forman los marcos y la estructura de aluminio.

Los esquineros superiores son los que se ubican en la parte de arriba de la estructura y con apoyo de tornillos que ayudan a unir los parales de aluminio de 3x3 y así formar un marco que unido con parales verticales (patas) ponen la estructura en pie.

Los esquineros laterales son los que se ubican en la parte inferior de la estructura y con el apoyo de tornillos ayudan a unir un marco de aluminio en la parte de abajo para darle firmeza a la estructura en la parte inferior.

Las patas de aluminio de 3x3 son las que permiten darle apoyo a la estructura en el piso en 4 puntos de forma equilibrada.

Las llantas de goma son elementos circulares que van fijadas a las patas de aluminio en 4 puntos y permiten el fácil desplazamiento de la estructura de un lugar a otro

Los tornillos de acero son los que ayudan a fijar los esquineros a los parales de aluminio y así formar parte de los ensambles que permiten armar toda la estructura

6.3 Construcción de estructura.

Tabla 1

Procedimiento de construcción

1	Revisar el plano y sus partes
2	Realizar el despiece de la estructura para identificar cada una de las partes de esta
3	Seleccionar la herramienta que se va a utilizar como (destornilladores alicates etc.)
4	Continuar con el paso a paso del plano estructural para empezar con el ensamble
5	Proceder a ensamblar la estructura la cual se ponen los parales más largos verticalmente
6	Adaptar los parales de menos medida horizontalmente formando el marco el cual va ser anclado de los parales verticales
7	Por medio de esquineros y tornillos se fija el marco a los parales verticales y así se le da el soporte a la estructura
8	Realizar el mismo proceso de armado de un segundo marco que va ubicado en la parte inferior de la estructura fijado con esquineros y tornillos para darle estabilidad a la estructura
9	Por último, ensamblar las llantas en las 4 esquinas de la estructura para su fácil desplazamiento para que quede lista la estructura

Diseño: Propio

Los arrozales son el terreno donde se efectúa la agricultura, esto es, el cultivo del arroz y la manera de vida organizada en torno a él, que forma una cultura o civilización.

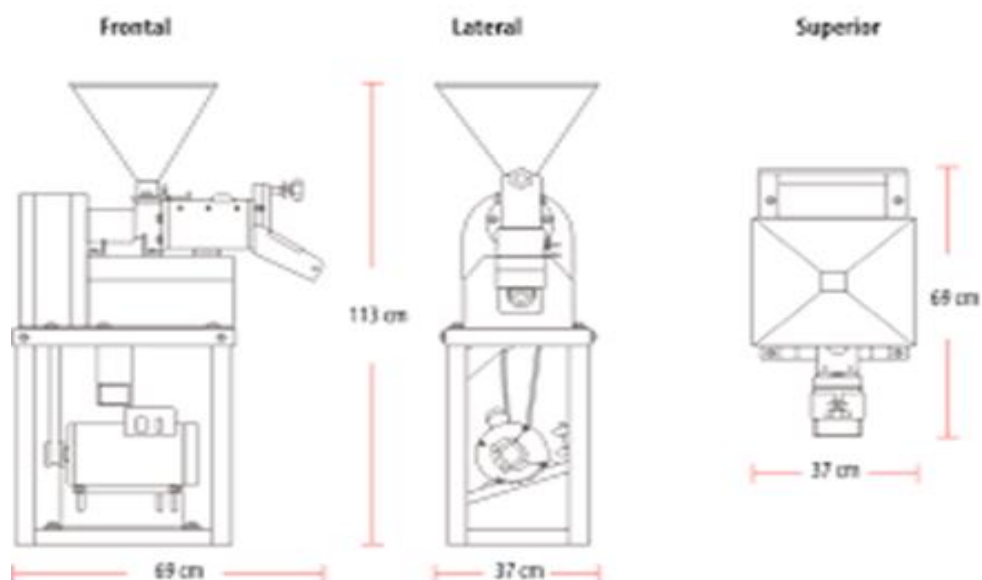


Figura 8. trilladora de arroz

Fuente: JM Estrada

6.4 Selección de tipo de grano que se va a usar.

En Colombia se destacan 4 tipos de arroz, el Arborio o el Vialone Nano, siendo el primero el más utilizado para elaborar sushi o risottos, también Se destacan las variedades Carnaroli y bomba. Este último por su capacidad de absorber los líquidos es el más utilizado por los maestros arroceros para preparar paella, arroz al horno, arroces melosos y arroz con leche (Pincioli, Ponzio, & Salsamendi, 2015).

El arroz Carnaroli La Riséra es un arroz extrafino de origen italiano que se prefiere a menudo al arroz Arborio. Las propiedades del grano Carnaroli permiten obtener un risotto cremoso capaz de absorber una gran cantidad de condimentos conservando al mismo tiempo una cocción al dente. Está considerado a menudo como el «best-seller» de los arroces. También se utiliza en timbales y ensaladas.

El arroz integral no se le quita su cascarilla y tiene todas sus vitaminas y minerales. Es el mismo arroz cosechado solo que no se le ha descascarado ni molido. Y tiene grasas insaturadas y por ello hay que guardarlo en la nevera para evitar que coja sabor a rancio.

El arroz rojo es muy utilizado en la cocina y medicina china y cuenta con numerosos beneficios para la salud. Al no sufrir el proceso de molienda, conserva una capa de salvado sobre el grano que contiene nutrientes y fibra. Su sabor recuerda a la nuez (Pincirolí, Ponzio, & Salsamendi, 2015).

6.5 Automatización de la operación del descascarado.

Para maximizar la producción del procesado de semillas oleaginosas, cereales y legumbres, debe separar las cáscaras de sus semillas de forma eficiente. Se suelta y retira la cáscara con tratamientos mecánicos o se añade un sistema de control de cáscaras para aumentar la eficiencia y el rendimiento.

El descascarado manual del arroz por medio de la combinación de fricción-abrasión entre dos superficies circulares. Un disco superior perforado en el centro y recubierto de caucho hace girar los granos contra un disco inferior fijo y recubierto con lija gruesa. El movimiento relativo desprende la cáscara y limpia el grano. Se descascararán unos 10 kilogramos por hora.

La descascaradora de arroz realiza el proceso en el cual los granos de arroz son descascarados mediante rodillos de goma. Bajo medianas perturbaciones luego se realiza su respectivo blanqueamiento con cepillos para luego clasificar los granos de arroz

Los granos de arroz que no son descascarados mediante los rodillos de goma y no adquieren el blanqueamiento suficiente son identificados en forma manual tomando como referencia el color blanco para reenviarlos al inicio del proceso y hacer que cumpla con las características adecuadas.

Existen dos tipos de descascaradoras, tradicionales y rotativas. A pesar de las distinciones, los dos tipos utilizan un barril giratorio a través del cual se pasa lo recolectado, Luego se frota los granos sobre una superficie interior.

6.6 Implementación del sistema motriz

Su función es la de reducir significativamente velocidad de motores. Además, implemente variedad de técnicas giratorias para controlar fuerza de una máquina. En la mayoría de los coches, relojes podemos observar a un motor reductor en acción, pero principalmente en máquinas de construcción o industriales.

El motor reductor debe su funcionamiento a un motor que lleva incorporado dentro de su sistema. Envía potencia directa DC al equipo haciéndolo marcar una gran diferencia ante los reductores convencionales. Pero lo que realmente ha generado atractivo en su uso es lo fácil, cómodo y útil que es. Se adapta con facilidad a diversos mecanismos y mejora drásticamente el funcionamiento de los equipos.



Figura 9. Motorreductor de corriente directa

Fuente: (Castellanos, 2012)

Se conoce como motor reductor a una máquina muy compacta que combina un reductor de velocidad y un motor. Estos van unidos en una sola pieza y se usa para reducir la velocidad de un equipo de forma automática (Soria, 2018).

Este motor DC de 12V tiene un torque de 60kg*cm y es ideal para aplicaciones como maquinaria, o proyectos donde requieras fuerza, se puede alimentar con una fuente de 12V a 5A y con los drivers adecuados podrías controlarla también diferentes tipos de módulos electrónicos.

El motorreductor por utilizar tiene las siguientes características:

Voltaje: 12 VDC

Corriente continua: 5A

Velocidad nominal: 50 RPM

Potencia con carga: 60 Watts

Torque constante: 6 N-m (60kg*cm)

Tornillos tipo: M6

Eje de 3/8

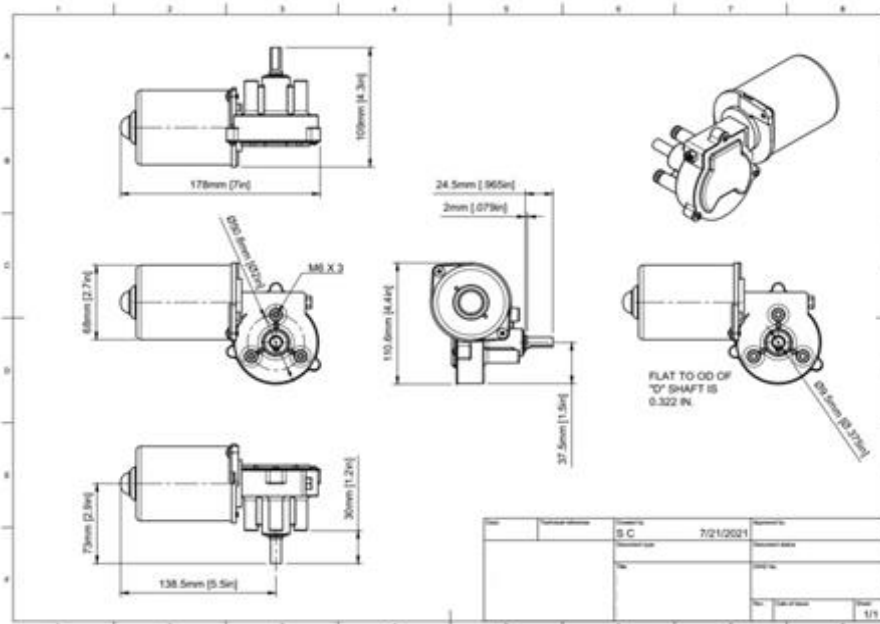


Figura 10. Plano mecánico del motorreductor
Fuente: (Castellanos, 2012)

6.7 Diseñar la programación del sistema de control automático.

El sistema de control automático debe permitir la operación automatizada de una trilladora de arroz. Para implementar el sistema de control, se debe hacer la elección del tipo del programa.

Para el funcionamiento de la máquina por su fácil manejo se elige el programa Mgd-modular para la programación del PLC y comodidad para la instalación que nos brinda un control lógico automático.

El programa de control de la máquina descascaradora se modela mediante un diagrama de entradas y salidas y una secuencia de operación representada por medio de una máquina de estados. Como se observa en la figura 11:

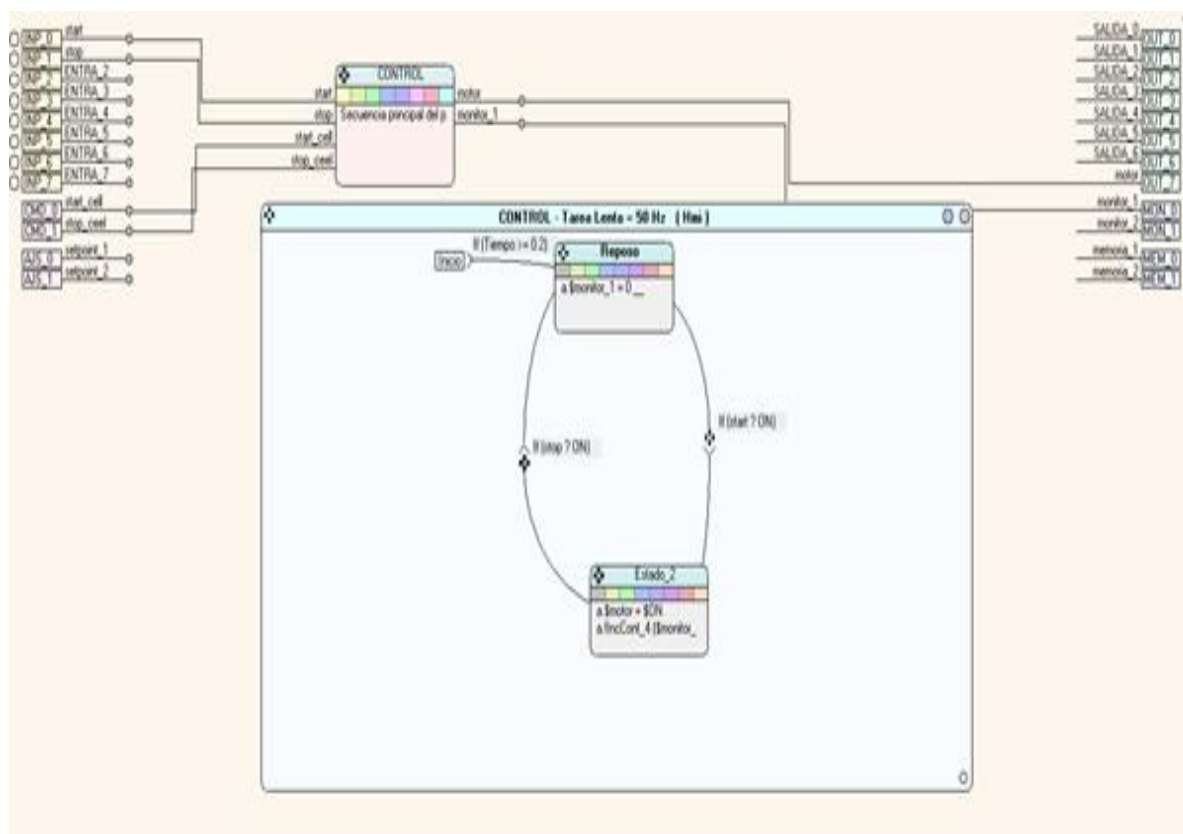


Figura 11. Diagrama de secuencias
Fuente: Mgd-modular

6.8 Montar tablero de control.

El tablero de control de la máquina descascaradora se implementa a partir del diagrama de la figura 12, utilizando un controlador lógico programable, canaletas, cableado, borneras y una fuente de alimentación

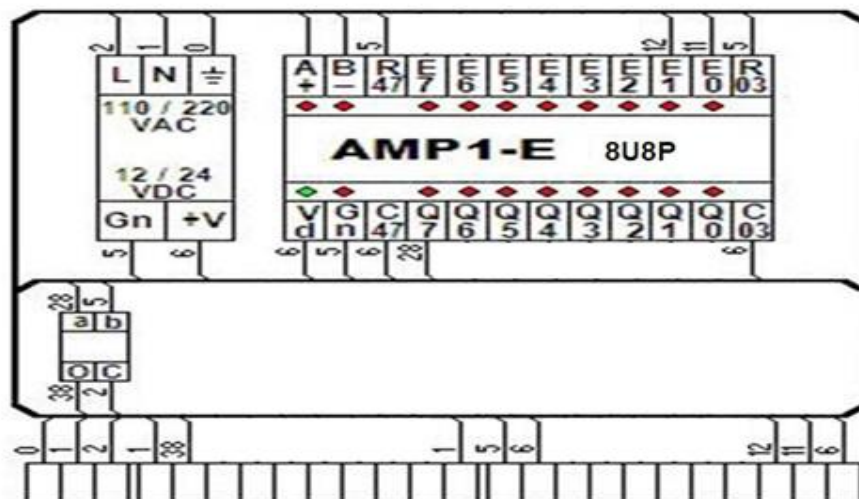


Figura 12. Diagrama de entradas y salidas

Fuente: Mgd-modular

Al energizar el autómata programable se enciende el LED verde indicando que el dispositivo está correctamente energizado y la aplicación almacenada en la memoria está siendo ejecutada.

Cada vez que se activa una de las entradas se enciende el LED que está al frente de esta.

Cada vez que el programa activa una salida digital, se enciende el LED que está al frente de la salida.

Al conectar el autómata programable al PC por medio de un convertor de RS485 a USB con referencia CH340, se puede programar el dispositivo desde el programa Mgdmod.exe. En las ayudas del programa Mgd-mod se explica cómo crear aplicaciones de control y programar el autómata.

6.9 Pruebas de funcionamiento.

Realizar pruebas a la máquina para validar el proceso de funcionamiento mediante el control automatizado para el descascarado del arroz.

La metodología durante las pruebas de la máquina descascaradora se desarrolla para saber con exactitud qué cantidad de grano y de cáscara hay en cierta cantidad de semillas de arroz y de un buen funcionamiento de la maquinaria.

Hacer una revisión general de la máquina antes de poner en funcionamiento, que todas las piezas estén bien adheridas y su estructura este bien estable.

Revisar estructura: Que la estructura soporte la descascaradora de arroz y sea muy estable para que aguante el trabajo diario.

Revisar mecanismo, esperando que el mecanismo de la descascaradora resista el trabajo diario y un buen funcionamiento.

Revisar tablero, esperando un buen funcionamiento del tablero y la resistencia del trabajo diario.

Revisar sensores, esperando que los sensores si respondan con un buen resultado de selecciones para lo que están programados.

Revisar motores que tengan un buen funcionamiento, que estén engrasados que sí están trabajando a las revoluciones para el cual están programadas que si paren e inicien en el momento que se programó.

Revisar funcionamiento, esperando que del resultado que se espera un buen descascarado y muy buenos resultados en su funcionamiento así reducirá los tiempos muertos en estar aprovechándolos en otras tareas.

6.10 Implementar el programa de control.

La máquina funcionará mediante un sistema de control automatizado e inspeccionado por un PLC y controlado desde dos puntos:

1 Start stop que será controlado manualmente.

1 Start stop que será controlado automáticamente mediante un dispositivo remoto.

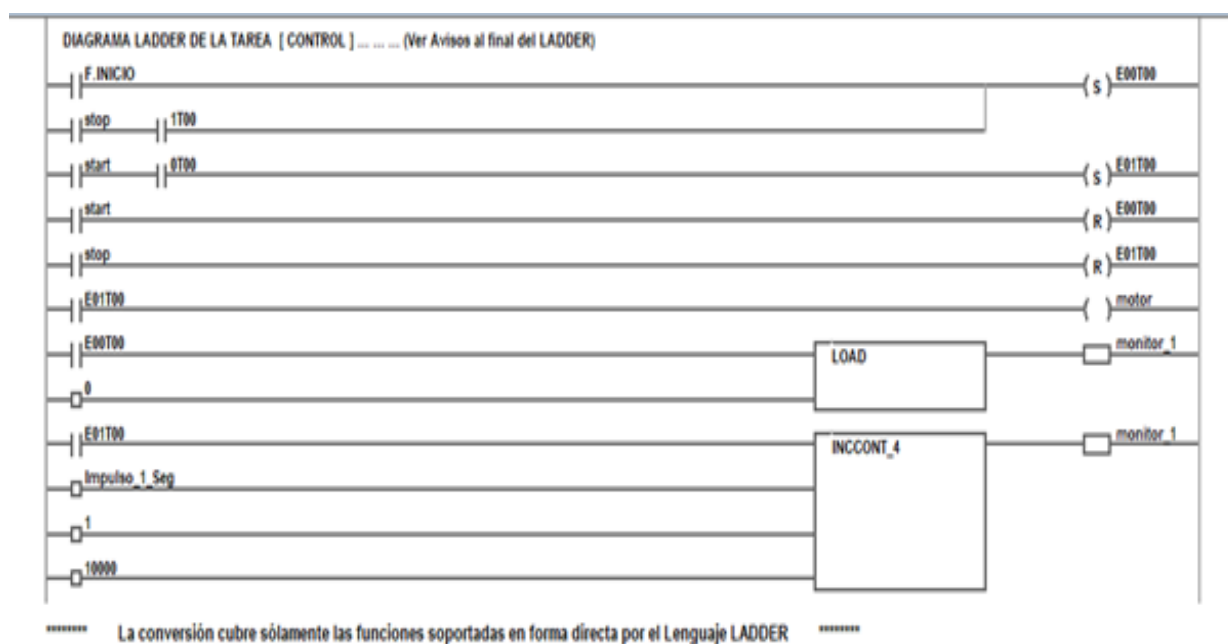


Figura 13. Diagrama en lenguaje Ladder

Fuente: Mgd-modular

El sistema de abastecimiento de la máquina descascaradora de arroz contará con dos fuentes de energía DC que será una batería a 12 voltios o un panel solar a 12 voltios (energía renovable) que alimentará un sistema de control que será el PLC.

El PLC tendrá una compatibilidad con un celular mediante vía bluetooth y aparte de que por este medio vamos a controlar el encendido y apagado de la máquina. También tendrá un contador o un reloj que se podrá mediante el PLC programar un proceso y que este indique cuando inicia o cuando finaliza el proceso de la máquina según el tiempo que se programe el PLC.

6.11 Hacer pruebas del manejo de arroz y evaluaciones finales.

La descascaradora de arroz es una máquina agrícola que separa el grano de trigo y otros cereales de la cáscara, elimina ésta y limpia el grano. Son dos rodillos de goma los cuales funcionan con moto reductores DC de 12 Voltios y su principal funcionamiento es reducir la velocidad de la máquina este rodillo girara uno más rápido que el otro esto hará que cuando se pase el grano por los rodillos retire la cáscara del arroz para de esta manera optimizar el tiempo, calidad y tecnificar el proceso de descascarado (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO-, s.f.).

Las pruebas se realizan energizando la máquina y verificando que todo el grano esté descascarado.

En caso contrario es necesario realizar ajustes de presión entre los rodillos y de velocidad de los motores mediante la comunicación con un dispositivo móvil, el cual no es del alcance del presente proyecto.

Otras pruebas que son importantes para la máquina son aquellas que llevan a la evaluación global de operación de la máquina, Estas son:

Costo de mantenimiento representados en los costos totales de mantenimiento preventivo y correctivo.

Ergonomía que es la facilidad que presenta el equipo para ser operada por el trabajador.

Vida útil que se refiere a la durabilidad del equipo acorde a los requerimientos del cliente.

Menor maltrato de granos, el cual garantiza el menor daño posible de la semilla en su proceso.

Capacidad que es la suficiencia de la máquina para satisfacer los requerimientos del cliente en términos de volumen de producción, considerando que se trata de una máquina de producción personal.

Simplicidad del diseño práctico del equipo en pro de su fácil mantenimiento, cumpliendo con los lineamientos técnicos requeridos en el diseño del equipo además de satisfacer los intereses del cliente.

Dimensiones y peso que permiten la facilidad de transporte y menor espacio ocupado en el área de trabajo teniendo en cuenta factores como la estatura promedio del trabajador colombiano.

7. Conclusiones

Mediante la ejecución y el estudio de la viabilidad para el presente proyecto, se puede establecer la gran importancia de la descascaradora de arroz para las personas y lugares de escasos recursos o difícil acceso a la energía eléctrica, además cabe resaltar el gran aporte económico a la agricultura y su desarrollo sostenible.

Con la construcción de la máquina se basa en garantizar comodidad, facilidad de transporte y mejorar el trabajo para personas de bajos recursos brindándoles una mejor forma de trabajo.

Con este proyecto se espera una buena acogida por parte de personas de bajos recursos y facilitar en alguna forma el trabajo, así aprovechando el tiempo muerto en otras labores.

Mediante la evaluación y realización de las pruebas. del proceso de funcionamiento de la descascaradora de arroz se puede inferir las excelentes condiciones de manejo de equipos con los que se realizará la programación del control de la máquina.

8. Recomendaciones

Es importante que la persona que esté operando la máquina descascaradora tenga en cuenta la vida útil de los rodillos para reemplazarlos en el momento preciso y así prevenir daños y alargar su vida útil.

Realizar pruebas en vacío y con carga para revisar su comportamiento de la máquina y así garantizar un buen desempeño de la máquina descascaradora de arroz.

Antes de iniciar producción en la máquina revisar las baterías que estén en plenas condiciones para el inicio de la máquina descascaradora de arroz así garantizar un buen rendimiento durante el día.

9. Referencias bibliográficas

Agencia de la ONU para los refugiados -ACNUR-. (2009). *Violencia de género y mujeres desplazadas*. Bogotá: ACNUR.

Alcocer Quinteros, P., & Triviño Veloz, H. (2020). *Diseño y simulación de una máquina trilladora de arroz que sea factible para el pequeño agricultor*. Guayaquil-Ecuador: Grupo Compás. Obtenido de <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/442/1/listo19.pdf>

Castellanos, E. I. (2012). *Sistemas de automatización*. Santa Clara: Feijóo.

Departamento Nacional de Planeación. (2012). *Metodologías oficiales y arreglos institucionales para la medición de la pobreza en Colombia*. Bogotá.

Fitzgerald, A., Charles Kingsley, J., & Stephen, D. (2005). *Electric Machinery*. McGraw-Hill .

García-Peñalvo, F. J. (2019). *Inteligencia Artificial. Una perspectiva desde la ficción a la*. Salamanca.

Hernández, A. R. (2012). *Máquinas agrícolas, tracción animal y labores manuales*. La Habana: Arroyo Naranjo.

ICONTEC. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA -NTC- 2090. (1985). *Despulpadoras de café*. Bogotá DC.: Icontec.

Mora, J. F. (2006). *Genios de la Ingeniería Eléctrica. De la A a la Z*. Madrid: Fundación Iberdrola. Obtenido de <https://www.fundacioniberdrolaespana.org/wp-content/uploads/genios-ingenieria-electrica-gigantes-recuperacion-publicaciones-fundacion-iberdrola.pdf>

More soto, o. m., & Vásquez Altamirano, d. r. (2015). *sistema de control automático para optimizar el proceso de ensaque de café en la empresa*. Lambayeque – Perú: universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.

Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de Naciones Unidas:
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Olivares Díaz, E., García Cisneros, E., Pérez De la Cruz, G., & Martínez Rodríguez, A. (2009). *Estudio del estado actual de las máquinas trilladoras*. La Habana, Cuba: Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, vol. 18. Obtenido de
<https://www.redalyc.org/pdf/932/93212367006.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO-. (s.f.). *Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural*. Obtenido de Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural: Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural

Pincioli, M., Ponzio, N., & Salsamendi, M. (2015). *El ARROZ. Alimento de millones*. Buenos Aires.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-. (Noviembre de 2022). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Obtenido de
<https://www.undp.org/es/sobre-nosotros>

Shigley, J. (2008). *Diseño de ingeniería mecánica. 8 ed.* México D.F, México: McGraw-Hill. Obtenido de <https://1library.co/document/dzxmmkwy-diseno-ingenieria-mecanica-shigley-edicion-budynas.html>

Soria, F. M. (2018). *Puesta en marcha de sistemas de automatización industrial*. Málaga: IC Editorial.

10. Bibliografía

Agencia de la ONU para los refugiados -ACNUR-. (2009). *Violencia de género y mujeres desplazadas*. Bogotá: ACNUR.

Alcocer Quinteros, P., & Triviño Veloz, H. (2020). *Diseño y simulación de una máquina trilladora de arroz que sea factible para el pequeño agricultor*. Guayaquil-Ecuador: Grupo Compás. Obtenido de <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/442/1/listo19.pdf>

Castellanos, E. I. (2012). *Sistemas de automatización*. Santa Clara: Feijóo.

Departamento Nacional de Planeación. (2012). *Metodologías oficiales y arreglos institucionales para la medición de la pobreza en Colombia*. Bogotá.

Fitzgerald, A., Charles Kingsley, J., & Stephen, D. (2005). *Electric Machinery*. McGraw-Hill .

García-Peñalvo, F. J. (2019). *Inteligencia Artificial. Una perspectiva desde la ficción a la*. Salamanca.

Hernández, A. R. (2012). *Máquinas agrícolas, tracción animal y labores manuales*. La Habana: Arroyo Naranjo.

ICONTEC. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA -NTC- 2090. (1985). *DESPULPADORAS DE CAFÉ*. Bogotá DC.: Icontec.

Mora, J. F. (2006). *Genios de la Ingeniería Eléctrica. De la A a la Z*. Madrid: Fundación Iberdrola. Obtenido de <https://www.fundacioniberdrolaespana.org/wp-content/uploads/genios-ingenieria-electrica-gigantes-recuperacion-publicaciones-fundacion-iberdrola.pdf>

- MORE SOTO, O. M., & VÁSQUEZ ALTAMIRANO, D. R. (2015). *Sistema de control automático para optimizar el proceso de ensaque de café en la empresa. lambayeque – Perú: universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.*
- Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de Naciones Unidas:
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Olivares Díaz, E., García Cisneros, E., Pérez De la Cruz, G., & Martínez Rodríguez, A. (2009). *Estudio del estado actual de las máquinas trilladoras*. La Habana, Cuba: Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, vol. 18. Obtenido de
<https://www.redalyc.org/pdf/932/93212367006.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO-. (s.f.). *Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural*. Obtenido de Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural: Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural
- Pincioli, M., Ponzio, N., & Salsamendi, M. (2015). *El ARROZ. Alimento de millones*. Buenos Aires.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-. (Noviembre de 2022). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Obtenido de <https://www.undp.org/es/sobre-nosotros>
- Shigley, J. (2008). *Diseño de ingeniería mecánica. 8 ed.* México D.F, México: McGraw-Hill. Obtenido de <https://1library.co/document/dzxmmkwy-diseno-ingenieria-mecanica-shigley-edicion-budynas.html>
- Soria, F. M. (2018). *Puesta en marcha de sistemas de automatización industrial*. Málaga: IC Editorial.