

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA EMPACADORA DE GRANO DE
PRODUCCIÓN PERSONAL EN EL MARCO DEL PROYECTO MECANOS PARA LA
PAZ.**

**DORIS YANETH CEBALLOS CASTAÑO
JUAN DAVID OSORIO USMA
LUISA FERNANDA ZAPATA TABARES**

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

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA EMPACADORA DE GRANO DE
PRODUCCIÓN PERSONAL EN EL MARCO DEL PROYECTO MECANOS PARA LA
PAZ.**

DORIS YANETH CEBALLOS CASTAÑO

JUAN DAVID OSORIO USMA

LUISA FERNANDA ZAPATA TABARES

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en eléctrica

Asesor técnico

Carlos Mario Moreno Paniagua

Ingeniero eléctrico

Asesor metodológico

Gilda Viviana Dávila Duran

Magister en educación

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TECNOLOGÍA ELÉCTRICA

MEDELLÍN

2022

Agradecimientos

A través de estas líneas queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos al asesor técnico Carlos Mario Moreno Paniagua y a la asesora metodológica Guilda Viviana Dávila Duran por su tiempo, dedicación, entrega y por compartir sus conocimientos con nosotros, ya que cuya colaboración ha sido de gran importancia para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto.

Este trabajo va dedicado a nuestras familias por su apoyo incondicional y sus estímulos para superarnos y desarrollarnos profesionalmente.

Contenido

1.	Planteamiento del problema	16
1.1	Descripción	16
1.2	Formulación	17
2.	Justificación	18
3.	Objetivos.....	19
3.1	Objetivo general.....	19
3.2	Objetivos específicos	19
4.	Referentes teóricos	20
4.1	Diseño de estructuras o planos.....	22
4.2	Desarrollo sostenible.....	22
4.3	Control lógico programable	23
4.4	Sensores de nivel o sistema dosificador.....	24
4.5	Sistemas mecánicos	26
4.6	Sistemas eléctricos	28
4.7	Sistemas de sellado	28
4.8	Sistema de automatización.....	30
4.9	Pruebas de ensayo y error	31
4.10	Población vulnerable	32
5.	Metodología.....	34
5.1	Tipo de proyecto	34
5.2	Método	34
5.3	Instrumentos de recolección de información.	35
5.3.1.	Fuentes primarias.	35

5.3.2. Fuentes secundarias.	35
6. Resultados.....	36
7. Conclusiones.....	57
8. Recomendaciones	58
9. Referencias bibliográficas	59
10. Anexos	61

Lista de figuras

Figura 1. Empacadora horizontal.....	20
Figura 2. Empacador manual.....	21
Figura 3. Empacadora semiautomática.....	21
Figura 4. Diagrama de bloques de los componentes del sistema de control de una máquina empacadora.....	23
Figura 5. Dosificador volumétrico de plato giratorio.	24
Figura 6. Dosificador por pesajes de dos cabezales.	25
Figura 7. Dosificador volumétrico por pistón para líquidos.....	25
Figura 8. Caja negra, procesos técnicos de la maquina empacado de grano de producción personal.	28
Figura 9. Esquema de sellado horizontal.....	29
Figura 10. Sellado por contacto directo.....	29
Figura 11. Sellado por impulso.	30
Figura 12. Pirámide de la automatización	31
Figura 13. Población encuestada según nivel educativo - población en situación de vulnerabilidad, desplazados.	33
Figura 14. Iniciativa de prototipo de máquina empacadora de grano de producción personal.	36
Figura 15. Prototipo del desarrollo del programa de control en el software Mgdmod con el PLC 8U8P para el diagrama eléctrico de la maquina empacadora de grano de producción personal.	37
Figura 16. Prototipo del diseño del control entras y salidas en el software Mgdmod con el PLC 8U8P para el diagrama eléctrico de la maquina empacadora de grano.	38
Figura 17. implementación del sistema de control mediante el software Mgdmod lenguaje Ladder.....	39
Figura 18. Iniciativa de diseño de la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.	40
Figura 19. Iniciativa de prototipo de la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.	40

Figura 20. Prototipo de los marcos para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.	41
Figura 21. Prototipo de los esquineros superiores para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.....	42
Figura 22. Prototipo de los perfiles horizontales para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.....	42
Figura 23. Prototipo de los perfiles verticales para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.	43
Figura 24. Prototipo de los esquineros laterales para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.....	43
Figura 25. Prototipo de las patas para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.	44
Figura 26. Prototipo de los esquineros inferiores para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.....	44
Figura 27. Prototipo de las ruedas para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.	45
Figura 28. Prototipo del motor reductor 12V -95RPM para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.	45
Figura 29. Prototipo del relé programable para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.	46
Figura 30. Prototipo del sensor de proximidad para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.....	46
Figura 31. Prototipo del pulsador para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.	46
Figura 32. Prototipo de dosificador para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.	47
Figura 33. Prototipo de tolva para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.	47
Figura 34. Prototipo de resistencia y sellado para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.	48

Figura 35. Prototipo de tablero de control para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.	48
Figura 36. Diseño del prototipo de sellado para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal	49
Figura 37. Lectura de señales de encendido y apagado (Start-Stop) de la máquina empacadora de grano de producción personal.....	50
Figura 38. Lectura de señales del motor reductor, sensor de posición o la resistencia de la máquina empacadora de grano de producción personal.....	51
Figura 39. Prototipo del PLC 8U8P para el control lógico de la maquina empacadora de grano de producción personal.....	52
Figura 40. Prototipo del PLC 8U8P diagrama eléctrico de la maquina empacadora de grano de producción personal.	52

Lista de tablas

Tabla 1. Procesos técnicos de la maquina empacadora de grano de producción personal - caja negra	26
Tabla 2. Matriz morfológica – viabilidad de las alternativas	27
Tabla 3. Prueba de sellado de tres segundos.	54
Tabla 4. Prueba de pesaje de grano - Arroz.....	55
Tabla 5. Prueba de pesaje de grano - frijol	55
Tabla 6. Resultado promedio del número de empaque de grano – referencia el grano de arroz.	56

Lista de anexos

Anexos 1. Sitios web donde podemos encontrar las pruebas de funcionalidad (laboratorio) para una maquina y la pagina donde se puede descargar el software para realizar el control de la maquina empacadora de grano de producción personal.....	62
Anexos 2. Productos de Tecvolucion. En el cual pueden encontrar su ficha técnica, sus características y el software para descargar gratuito. Referencia utilizada 8U8P.....	63

Resumen

IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA EMPACADORA DE GRANO DE PRODUCCIÓN PERSONAL EN EL MARCO DEL PROYECTO MECANOS PARA LA PAZ.

DORIS YANETH CEBALLOS CASTAÑO

JUAN DAVID OSORIO USMA

LUISA FERNANDA ZAPATA TABARES

En el siguiente trabajo se plantea la necesidad de implementar una maquina empacadora de grano de producción personal con cierto grado de automatización, ya que las máquinas empacadoras que se pueden encontrar en el mercado hoy en día cumplen esta función, pero a costos muy elevados, generando que las poblaciones de bajos recursos no puedan acceder estas. No obstante, se llevó a cabo el diseño de la estructura de la máquina utilizando el software de SketchUp y la selección de los materiales con el propósito de implementar el programa de control para el sistema de la máquina en el cual, se utilizó un PLC 8U8P y el software de Mgdmod, con la finalidad de dar soluciones tecnológicas a problemas de las comunidades en situación de vulnerabilidad; obteniendo como resultado la disminución de los costos y aumentando la velocidad de producción para el progreso productivo de una comunidad en el marco del proyecto Mecanos para la paz.

Palabras claves: Automatización, diseño, empacadora, máquina, PLC

Abstract

In the following work, the need to implement a personal production grain packing machine with a certain degree of automation is raised, since the packing machines that can be found in the market today fulfill this function, but at very high costs, generating that low-income populations cannot access these. However, the design of the machine structure was carried out using the SketchUp software and the selection of materials with the purpose of implementing the control program for the machine system in which an 8U8P PLC was used. and the Mgdmod software, in order to provide technological solutions to problems of communities in situations of vulnerability, obtaining as a result the reduction of costs and increasing the speed of production for the productive progress of a community within the framework of the Meccano's project for peace.

Keywords: Automation, Design, Baler, Machine, PLC

Glosario

Autómata programable: un autómata micro controlado programable, es un dispositivo microelectrónico destinado al control de máquinas de forma versátil y con alto grado de conectividad.

Corriente directa: corriente en la cual el flujo continuo de carga eléctrica que no cambia de sentido con el tiempo a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial y carga eléctrica.

Corriente alterna: es un flujo de corriente en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente.

Entradas universales: interfaces de entrada de un controlador microelectrónico programable con capacidad de leer señales digitales y analógicas.

IDE de control: es un recurso de software destinado a la programación de autómatas programables y dispositivos de automatización.

PLC: control lógico programable, es un caso de aplicación de los autómatas programables, orientado al manejo de variables lógicas.

SketchUp: es un software de diseño mecánico de alta calidad y modelado en tres dimensiones.

Motorreductor: combina un reductor de velocidad y un motor. Se usa para reducir la velocidad de un equipo de forma automática implementando variedad de técnicas giratorias para controlar la fuerza.

Tablero de control: permite que una instalación eléctrica funcione en óptimas condiciones ya que en estos se pueden concentrar los dispositivos de conexión, maniobra y protección de un sistema o circuito eléctrico.

Fuente conmutada: fuente de alimentación regulada que garantiza la estabilidad de la tensión que ingresa.

Introducción

La producción de granos es el objeto primordial del hombre como mecanismo de sostén, y por ende como fuente de progreso de su región y de desarrollo en gran manera de la actividad pecuaria. Según Chavarro, Vélez, Montenegro y otros (2018), debido a la gran importancia que generan los granos en la economía nacional surge la necesidad de desarrollar un producto que sea capaz de empaquetar los diversos granos que nuestro campo produce. Por lo tanto, se plantea la necesidad de implementar una máquina empacadora de grano de producción personal con cierto grado de automatización con el fin de contribuir al cumplimiento de Desarrollo Sostenible, disminuyendo los costos y aumentando la velocidad de producción, debido a que es una iniciativa de desarrollo tecnológico, realizada por medio de la elaboración de arquetipos, que busca dar soluciones tecnológicas a problemas en comunidades en situación de vulnerabilidad. Solucionando aspectos tanto de desarrollo social, económico y ambiental.

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción

La máquina empacadora de grano de producción personal busca dar soluciones tecnológicas a problemas de las comunidades en situación de vulnerabilidad; “para el progreso productivo de una comunidad en el marco del proyecto Mecanos para la paz” (Tassara, 2018, P.2). “Por tal motivo, no se dispone de un medio con respecto a la contribución del desarrollo sostenible” (Martínez A, 2015, P.11), según Herrera Bellodas y Lumbre Álvarez (2018) se requiere de la participación de los consumidores para evaluar la complejidad de las nuevas demandas que se reflejan como tecnología en la máquina empacadora de grano de producción personal. Dado esto, no se puede identificar que al desarrollar un programa de control mejore la calidad de los productos, generando satisfacción y sobre todo contribuir a asegurar el bienestar de los consumidores. De modo que, no es posible establecer el total funcionamiento del prototipo de la máquina empacadora de grano de producción personal, ya que puede presentar fallas en el área mecánica o de empaques que pueden afectar la producción personal y requerir modificaciones para su mejora constante.

“De manera que se disminuye la cadena de valor del negocio del empaque y distribución de granos, generando confianza y brindándoles a las poblaciones vulnerables la posibilidad de encontrar los productos ajustados a sus necesidades” (JUNIOR, 2014, P.12), dispuestos en diferentes empaques y presentaciones, brindándole la oportunidad a las nuevas demandas que se ven reflejadas como tecnología en la máquina empacadora de grano de producción personal. Según Junior et al (2014), se hace necesario desarrollar un programa de control para la máquina empacadora de grano de producción personal, para garantizar que las personas en situación de vulnerabilidad consuman productos de calidad y no sean rechazados por las grandes industrias que están enfocados únicamente en clientes que compran al por mayor. De modo que no es posible resolver esta problemática sobre el total funcionamiento del prototipo de la máquina empacadora de grano de producción personal en el área mecánica – eléctrica ya que puede requerir modificaciones para su mejora constante.

1.2 Formulación

¿Cuáles serían las posibles mejoras con la implementación de un programa de control del sistema en la máquina empacadora de grano de producción personal de forma que genere beneficios, tales como la disminución en el tiempo del empaclado?

2. Justificación

La necesidad por el envase y empaque de los alimentos se ha dado desde hace muchos años atrás. “Lo primero que la humanidad aprendió a envasar fue el agua, y lentamente esta práctica se extendió a otros productos ya que los mantiene limpios, secos y facilita el transporte. Por tal motivo, la función de una máquina empacadora de grano de producción personal es combinar, en una unidad simple, el material de empaque y el producto a empacar” (Moreno Zapata, 2010, P.4).

Las máquinas empacadoras que pueden encontrarse en el mercado hoy en día cumplen estas funciones, pero a costos muy elevados, generando que las poblaciones de bajos recursos no puedan acceder estas. Por tal motivo, este proyecto es de vital importancia ya que brinda soluciones tecnológicas a problemas de las comunidades, beneficiando a las poblaciones vulnerables y de bajos recursos.

Por esta razón, es posible hacer el diseño para el ensamble de un sistema de control para la máquina empacadora de grano de producción personal. Ya que se libera a las personas en situación de vulnerabilidad de esfuerzos físicos con el desarrollo de un programa de control automático para la máquina empacadora de grano de producción personal. Por lo consiguiente, es posible validar mediante pruebas experimentales de la máquina empacadora de grano su correcto funcionamiento de producción personal.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Implementar un programa de control del sistema en la máquina empacadora de grano de producción personal, brindando una solución tecnológica en el marco del proyecto Mecanos para la paz.

3.2 Objetivos específicos

Desarrollar un programa de control automático para la máquina empacadora de grano de producción personal.

Implementar el programa de control desarrollado en la maquina empacadora de grano de producción personal.

Interpretar los resultados obtenidos en las pruebas experimentales y el rendimiento del programa de control implementado en la maquina empacadora de producción personal.

4. Referentes teóricos

A continuación, se realiza una revisión de los antecedentes acerca de máquinas destinadas a empaquetamiento de alimentos de consumo humano. Ya que en la actualidad las máquinas empacadoras han evolucionado enormemente, tanto en su construcción y funcionalidad como en su capacidad de producción.

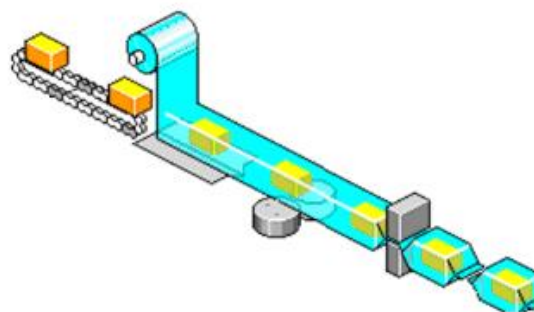
Morales Emilio en el 2010, elaboró una empacadora para alimentos molidos y secos como achote, anís, semilla de mostaza; la capacidad de carga es entre 15 a 25 kg, “el producto desciende por acción de la gravedad a un vaso dosificador este se desplaza con ayuda de un pistón y para el empaque utiliza rollos de polietileno, el costo de construcción de esta es de \$ 10.992.593 pesos” (Artesanal, 2017, P.4).

En el 2013 Mauricio Iza y Medina Alex diseñan una máquina dosificadora y empacadora para snacks, “la dosificación se la realiza por volumen y por peso, permite enfundar entre 23 a 40 unidades por minuto, en peso entre 15 a 120 g. dependiendo del material que se desea empaclar, el costo de fabricación de esta máquina es de \$ 52.396.808 pesos” (Moreno Zapata, 2010, P.16).

Existen empacadoras de tipo manual, semiautomáticas y automáticas, siendo esta última la que mayores prestaciones presenta en el mercado, dado que cuentan con funciones incorporadas que facilitan su operatividad y mantenimiento, tales como se muestran en la **Figura 3**.

Figura 1.

Empacadora horizontal



Nota. Fuente diseño de (Moreno Zapata, 2010, P.14).

Figura 2.

Empacador manual



Nota. Fuente diseño de (Moreno Zapata, 2010, P.15).

Figura 3.

Empacadora semiautomática.



Nota. Fuente diseño de (Moreno Zapata, 2010, P.15).

4.1 Diseño de estructuras o planos

Con el diseño de la máquina empacadora de grano de producción personal se pretende mejorar sus procesos, disminuir costos y brindar máquinas de calidad con un funcionamiento óptimo. Se trata de una máquina empacadora de grano de producción personal vertical, de accionamiento, la cual podrá ser controlada a través de un PLC (controlador lógico programable) la misma que nos permite tener fundas de grano en presentación de 2 y 4 libras.

Para realizar el diseño de la estructura y los planos existen diferentes programas que se pueden utilizar, pero solo hablaremos de dos de los cuales tenemos el conocimiento y nos basaremos para realizar el prototipo del diseño y planos.

4.1.1. AutoCAD. Es un software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D; es uno de los programas más usados por arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales y otros.

4.1.2. Fusión 360. Es un software CAD, CAM y de circuitos impresos de modelado 3D basado en la nube para el diseño y la manufactura de productos. Diseña y proyecta productos para garantizar su ajuste, estética, forma y función.

4.2 Desarrollo sostenible

El concepto de desarrollo sostenible no tiene una definición única. Sin embargo, los historiadores del concepto sitúan sus orígenes en el movimiento ambientalista y en la economía. Ya que hace referencia en “satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones. Es una serie de diecisiete grandes propósitos sociales, económicos y medioambientales que en 193 países acordaron alcanzar para mejorar las condiciones de vida en el mundo” (Naciones Unidas, 2016, P.108).

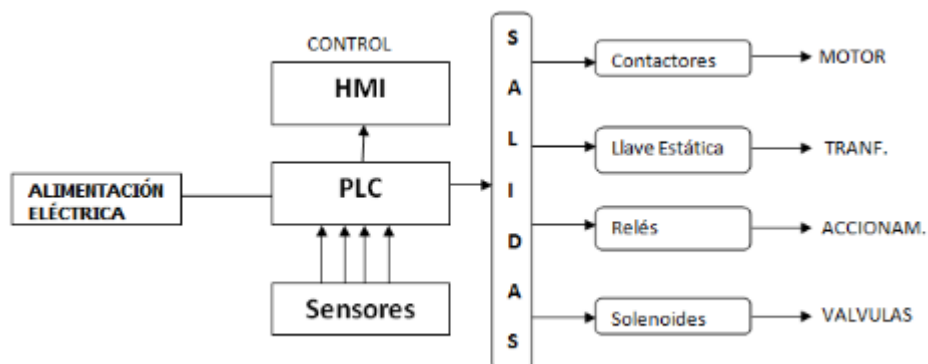
“Estos fueron propuestos por Colombia, en cabeza de la entonces directora de asuntos económicos, sociales y ambientales del Ministerio de Relaciones Exteriores Paula Caballero y su equipo. Desde entonces, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y los países miembros están adelantando esfuerzos integrales para lograr cumplir con los puntos de una agenda para 2030. Su cumplimiento requiere de la coordinación de acciones conjuntas entre organizaciones públicas, empresas, sociedad civil y academia tanto en el nivel nacional como en el internacional. Dentro de estas acciones la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) pueden tener un papel fundamental” (Chavarro et al, 2018, P.4).

4.3 Control lógico programable

Según Avendaño Molina y Puerto Holguín (2011), los sistemas de control son de gran importancia en el desarrollo de la sociedad ya que estos permiten el ahorro de tiempo y dinero al automatizar trabajos del ser humano que, al ser un proceso, estos pueden ser automatizados, además de su gran variedad de zonas de aplicación. “Una de las prestaciones más actuales en la industria para realizar el control de una máquina, es el uso de PLC gracias a su bajo costo y excelente desempeño en el sistema” (Avendaño Molina & Puerto Holguín et al, 2011).

Figura 4.

Diagrama de bloques de los componentes del sistema de control de una máquina empacadora.



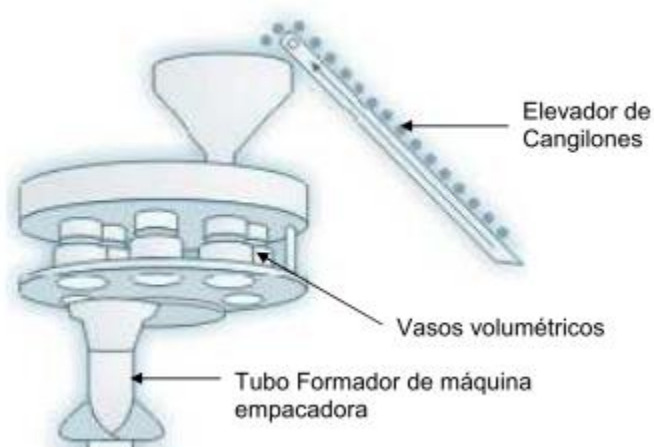
Nota. Fuente diseño de (Fabián, 2011, P.108).

4.4 Sensores de nivel o sistema dosificador

Los sistemas de nivel o el dosificador son los encargados de suministrar la dosis exacta del producto. Se tiene diferentes tipos de dosificadores como:

4.4.1. Volumétrico. Estos dosificadores se pueden usar para máquinas de forma semiautomática, su uso es muy recomendable para polvos de fácil deslizamiento, granos, entre otros. Se construyen en varios tamaños y modelos con cámaras de acero inoxidable y de capacidad regulable.

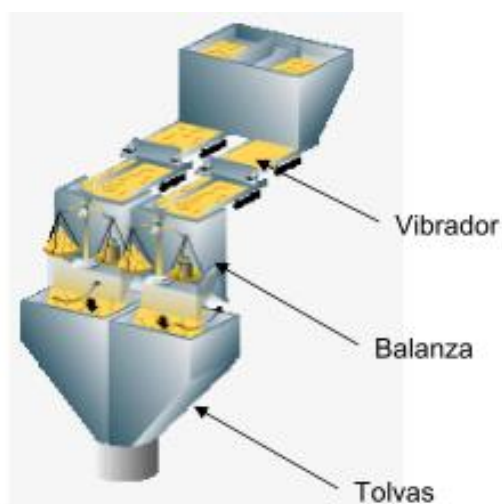
Figura 5.
Dosificador volumétrico de plato giratorio.



Nota. Fuente diseño de (Moreno Zapata, 2010, P.19).

4.4.2. Por pesaje. Estos dosificadores son ideales para trabajar con cualquier producto sólido, polvo, o snack de formas irregulares. Poseen alimentador a la celda de carga de forma vibratoria, lo que evita la rotura del producto. El control del peso se realiza de forma digital, pudiendo realizar dosificaciones de alta precisión. Se construyen en varios tamaños y modelos con cámaras de acero inoxidable y de capacidad regulable.

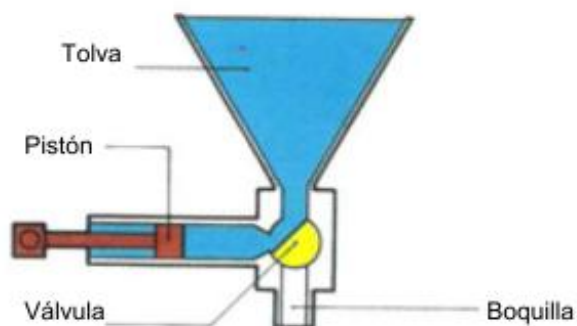
Figura 6.
Dosificador por pesajes de dos cabezales.



Nota. Fuente diseño de (Moreno Zapata, 2010, P.20).

4.4.3. Volumétrico, por pistón neumático. El sistema básicamente está compuesto por un pistón de cámara regulable en su capacidad, que son impulsadas por movimiento de un cilindro neumático, una válvula y una boquilla. Se construyen en varios tamaños y modelos con cámaras de acero inoxidable y de capacidad regulable.

Figura 7.
Dosificador volumétrico por pistón para líquidos.



Nota. Fuente diseño de (Moreno Zapata, 2010, P.21).

4.5 Sistemas mecánicos

Para analizar y evaluar la mejor alternativa de diseño del sistema mecánico que tendrá la máquina; con criterio técnico mediante fórmulas sobre diseño de máquinas y mecanismos. Se realiza la caja negra como se muestra en la **Figura 8** y los procesos técnicos de la máquina. No obstante, también se muestra la matriz morfológica, la cual mediante una evaluación tanto técnica como económica nos permite ver la viabilidad de las alternativas. La matriz morfológica como se muestra en la tabla será la base importante para la selección de los elementos mecánicos.

Tabla 1.

Procesos técnicos de la maquina empacadora de grano de producción personal - caja negra

Actividad	Entradas	Salidas
Material	Granos y empaques	Granos empacados.
Energía	Energía humana para colocar los granos y los empaques Energía mecánica suministrada por el motor	Calor, vibraciones y energía cinética.
Señal	Inicio de funcionamiento	Indicador de correcto funcionamiento.

Nota. Fuente diseño propio.

Tabla 2.
Matriz morfológica – viabilidad de las alternativas

Variable dependiente	Dimensión	Indicador	Índice	Técnica de recolección de datos	Instrumentos de recolección de datos	Instrumentos de medición
Diseño de maquina empacadora de grano de producción personal	Sistema mecánico	Fuerza	N	Observación	Guía de observación	
		Velocidad	Rpm	Observación y análisis de documentos	Guía de observación/guía de análisis de documentos	Tacómetro
		Torque	N.m			Torquímetro
	Sistema eléctrico	Potencia	Hp	Observación y análisis de documentos	Guía de observación/guía de análisis de documentos	Vatímetro
		Amperaje	A	Análisis de documentos	Guía de análisis de documentos	Amperímetro
		Frecuencia	Hz			Frecuencia
	Sistema neumático	Presión	Pa	Observación	Guía de observación	Manómetro
		Caudal	m ³ /s			Caudalímetro
	Sistema de control	Tiempo	s	Observación y análisis de documentos	Guía de observación/guía de análisis de documentos	Cronometro

Nota. Fuente diseño de (Moreno Zapata, 2010, P.48)

Figura 8.

Caja negra, procesos técnicos de la maquina empacado de grano de producción personal.



Nota. Fuente diseño propio.

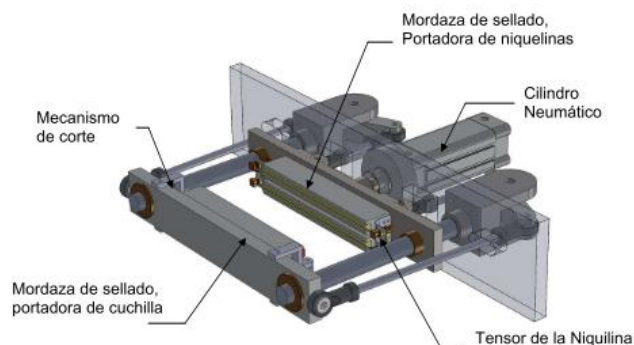
4.6 Sistemas eléctricos

Según la energía de corriente alterna, los motores pueden ser monofásicos o trifásicos. La mayoría de las unidades residenciales y las instalaciones comerciales solo utilizan potencia monofásica, llevada por dos conductores. “La corriente trifásica circula en un sistema de tres conductores, las grandes industrias y en especial las máquinas usan corriente trifásica ya que los motores son más pequeños (con la misma potencia) y la operación es más económica” (Moreno Zapata, 2010, P.48).

4.7 Sistemas de sellado

El sellado es el proceso de soldado de un termoplástico sin desintegrar el material usando calor y presión. Un buen sellado es el resultado de tiempo, temperatura y presión correcta para determinado material.

Figura 9.
Esquema de sellado horizontal.

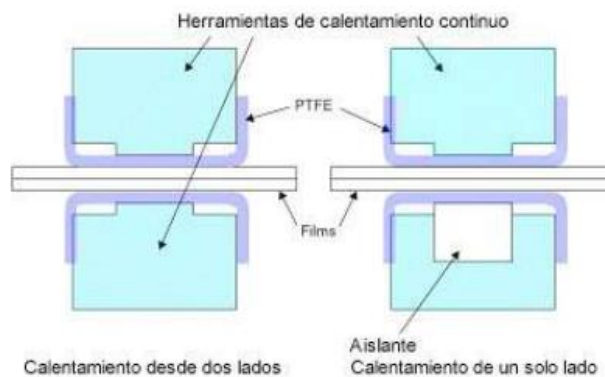


Nota. Fuente diseño de (Moreno Zapata, 2010, P.68)

Así como este esquema de sellado como lo muestra la **Figura 9** existen diferentes tipos de termosellado como:

4.7.1. Sellado por contacto directo. Mantiene una temperatura constante, esta utiliza una o más barras calentadas que hace contacto con el material y con la interfase caliente forma una unión. “Las barras planchas y troqueles tienen diferentes configuraciones y se pueden cubrir con una capa antiadherente para evitar que se pegue de la herramienta caliente” (Artesanal, 2017, P.11).

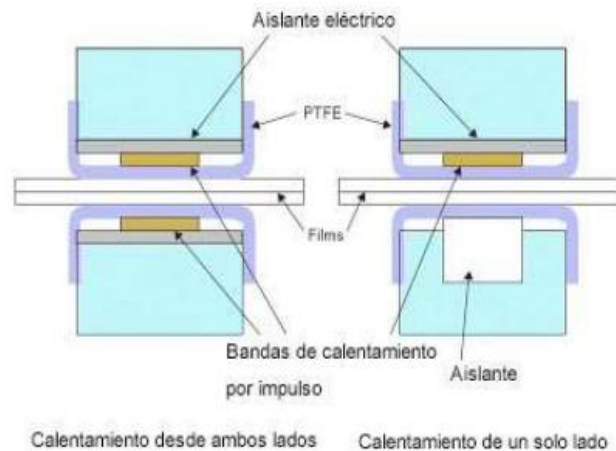
Figura 10.
Sellado por contacto directo.



Nota. Fuente diseño de (Artesanal, 2017, P.11).

4.7.2. Sellado térmico por impulso de mordaza. “Los elementos calefactores no se calientan continuamente, se genera calor solo cuando fluye la corriente. Tiene elementos de calefacción colocados entre un caucho sintético resistente y una superficie antiadherente” (Artesanal, 2017, P.12).

Figura 11.
Sellado por impulso.



Nota. Fuente diseño de (Artesanal, 2017, P.12).

4.8 Sistema de automatización

En un comienzo los automatismos eran mecánicos, después se desarrollaban mediante tecnologías cableadas como los circuitos de relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas y la neumática. En los últimos años esta tecnología cableada se ha sustituido por la implementación de los autómatas programables. La formalización del tratamiento de los automatismos es muy reciente.

“Históricamente se puede decir que el tratamiento de los automatismos lógicos se ha basado en el álgebra de Boole y en la teoría de autómatas finitos. No fue hasta la década de los sesenta que se dispuso de herramientas como las redes de Petri, para el diseño y análisis de automatismos secuenciales y concurrentes” (García & Gonzáles, 2018, P.39).

Algunos elementos que se utilizan para una instalación automatizada son: maquinas, accionadores, accionadores hidráulicos, accionadores neumáticos, captadores, HMI (interfaz hombre-maquina) y elementos de mando, entre otros.

Figura 12.
Pirámide de la automatización



Nota. Fuente diseño de. (García & Gonzáles, 2018).

4.9 Pruebas de ensayo y error

Es un método heurístico para obtener conocimiento, tanto proposicional como procedimental. Ya que consiste en probar una alternativa y verificar si funciona. Si es así, se tiene una solución. En caso contrario, si se obtienen resultados erróneos, se intenta una nueva alternativa diferente. Orientados a soluciones, problemas específicos y costos. De tal forma, se busca mediante pruebas experimentales de la máquina empacadora de grano su correcto funcionamiento, tanto en el área estructural mecánica-eléctrica como en su rendimiento de producción personal. Ya que puede requerir modificaciones para su mejora constante.

4.10 Población vulnerable

Según Restrepo, Conversa, y Naranjo en el 2008 en Colombia más de cuatro millones de personas han sido desplazadas por la violencia. Diversas investigaciones han mostrado las graves repercusiones del desplazamiento forzado sobre la salud, al punto de ser considerado una emergencia sanitaria. La alta morbilidad por patologías de la piel, alérgicas, respiratorias y digestivas por el aumento de enfermedades inmune-prevenibles y transmisibles; el incremento de la violencia doméstica; los embarazos en adolescentes; el riesgo de contraer VIH Virus de Inmunodeficiencia Humana y otras infecciones de transmisión sexual y las afecciones psicológicas que afectan el comportamiento social, ocupacional y familiar, son de presentación común entre los desplazados y explicables por las circunstancias y condiciones de vida de la población

“La desnutrición e inseguridad alimentaria, deficiencias en saneamiento básico, falta de vivienda adecuada, hacinamiento, limitaciones para el acceso a servicios públicos, exposición a vectores de enfermedad y contaminantes ambientales, dificultades de acceso a educación, demora en la entrega de las ayudas estatales y obstáculos para el uso de los servicios de salud. Este conjunto de problemas, determinantes y riesgos que generan en la población un nuevo perfil de enfermedad, discapacidad y muerte, parecen haber sido impuestos por el desplazamiento y por las limitaciones de la respuesta oficial” (Restrepo, Conversa, & Naranjo, 2008, P.40).

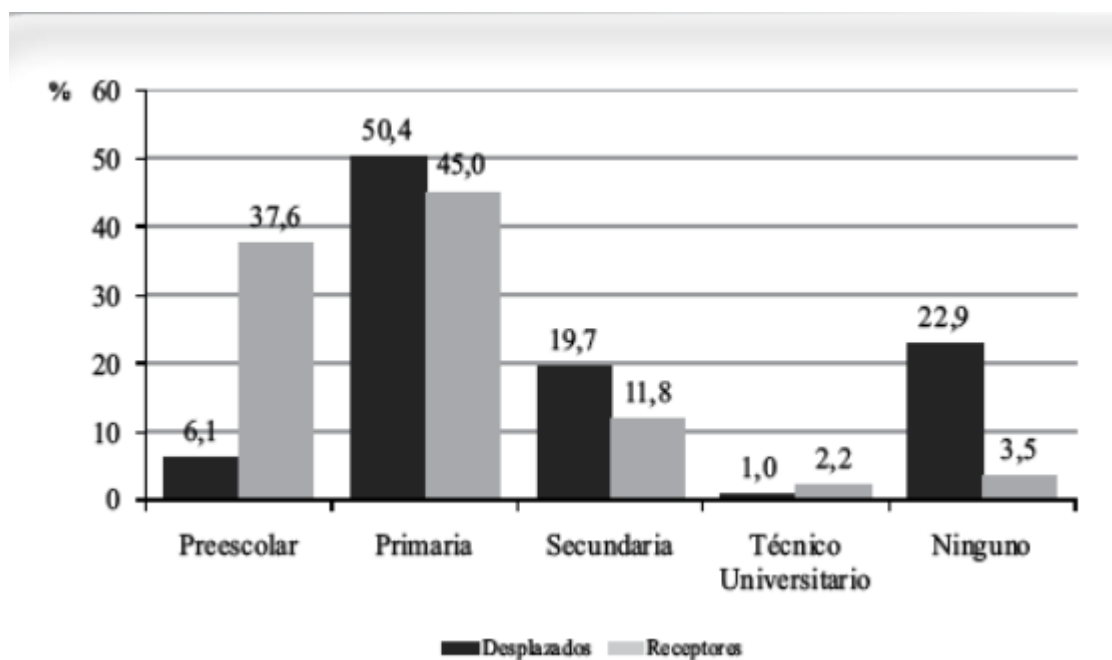
“Para responder a estas necesidades la atención a la población desplazada se rige por lo dispuesto en la Ley 387 de 19971 y sus decretos reglamentarios con los que se adoptan las normas para la prevención, atención humanitaria y estabilización socioeconómica, y se crean el sistema y el plan nacional de atención. La fase de prevención busca anticipar los riesgos del desplazamiento. La fase de atención humanitaria de emergencia tiende a asistir las necesidades básicas de alimentación, alojamiento, salud, atención psicosocial y provisión de elementos básicos para la sobrevivencia, y la fase de estabilización socioeconómica, apoyo en educación, salud, vivienda y generación de ingresos” (Restrepo, Conversa, & Naranjo et al, 2008, P.60).

No obstante, algunos indicadores presentaron cambios dramáticos a partir del proceso de desplazamiento como se muestra en la **Figura 13**, donde podemos concluir que las personas en

situación de vulnerabilidad no tienen acceso a un nivel de educación ni desarrollo tecnológico, generando que dicha población presenta problemas de desarrollo social, económico y ambiental.

Figura 13.

Población encuestada según nivel educativo - población en situación de vulnerabilidad, desplazados



Nota. Fuente diseño de (Restrepo et al., 2008, P.40)

5. Metodología

5.1 Tipo de proyecto

Se trata de un proyecto de desarrollo experimental. Ya que consiste en un trabajo sistemático que aprovecha el conocimiento existente obtenido de la investigación o la experiencia práctica, y está dirigido a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; a la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas y servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes.

5.2 Método

En primer lugar, es importante diseñar la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal y para esto es significativo considerar sus especificaciones, sus parámetros funcionales y sus dimensiones, ya que “al no disponer de un diseño en el cual basarse para la construcción de la máquina, esto obliga al personal a tomar decisiones de forma empírica que repercute pérdidas de tiempo, materiales y se ve reflejado en el costo final de la máquina” (Avendaño Molina & Puerto Holguín, 2011, P.125).

Después de tener claro el diseño, se procede a seleccionar los materiales y componentes de la máquina empacadora de grano de producción personal, lo cual es importante, ya que esto nos ayudará a disminuir costos y a brindar una máquina de calidad con un funcionamiento óptimo.

No obstante, al momento de diseñar el modelo del sistema de control, es sustancial tener presente varios componentes que conforman el sistema eléctrico de la máquina empacadora de grano de producción personal como la alimentación eléctrica, el PLC, el HMI (control) y los sensores.

Ahora bien, esto nos ayudará para montar el tablero e implementar el programa de control, siendo el más importante el PLC (controlador lógico programable), responsable de todo el sincronismo de la máquina, lectura de las señales de los sensores y el accionamiento de los dispositivos.

Para construir la estructura mecánica se considera una estructura de perfil en aluminio tipo 80-20 ya que es importante tener un concepto básico del funcionamiento mecánico de la máquina e identificar las partes que la componen para así adaptar el sistema de control evitando entorpecer y garantizar el buen funcionamiento y la manipulación del producto final.

Después pasamos a realizar las pruebas del sistema del control automático, “el PLC que ha sido diseñado exclusivamente para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real, ya que una de las ventajas de este tipo de control, es la optimización del tiempo para la puesta en funcionamiento, presentando una facilidad para incorporar una interfaz hombre-máquina mediante sus protocolos de comunicación” (Herrera Bellodas & Lumbres Álvarez, 2018, P.126).

De tal forma, es importante considerar e implementar el sistema de sellado de la máquina empacadora de grano de producción personal, ya que varios sistemas utilizan calor y presión, los más usados son los que funcionan con resistencias eléctricas como fuentes de calor, sin embargo, la ultra frecuencia y el aire caliente son también usados para este fin.

Finalmente, se realizaron pruebas en el prototipo en la parte mecánica, eléctrica y de control; Con la finalidad de comprobar el correcto funcionamiento de los diferentes sistemas, así como también el cumplimiento de las pruebas en vacío y con carga.

5.3 Instrumentos de recolección de información.

5.3.1. Fuentes primarias. Experimentos, Entrevistas directas, manuales de dispositivos.

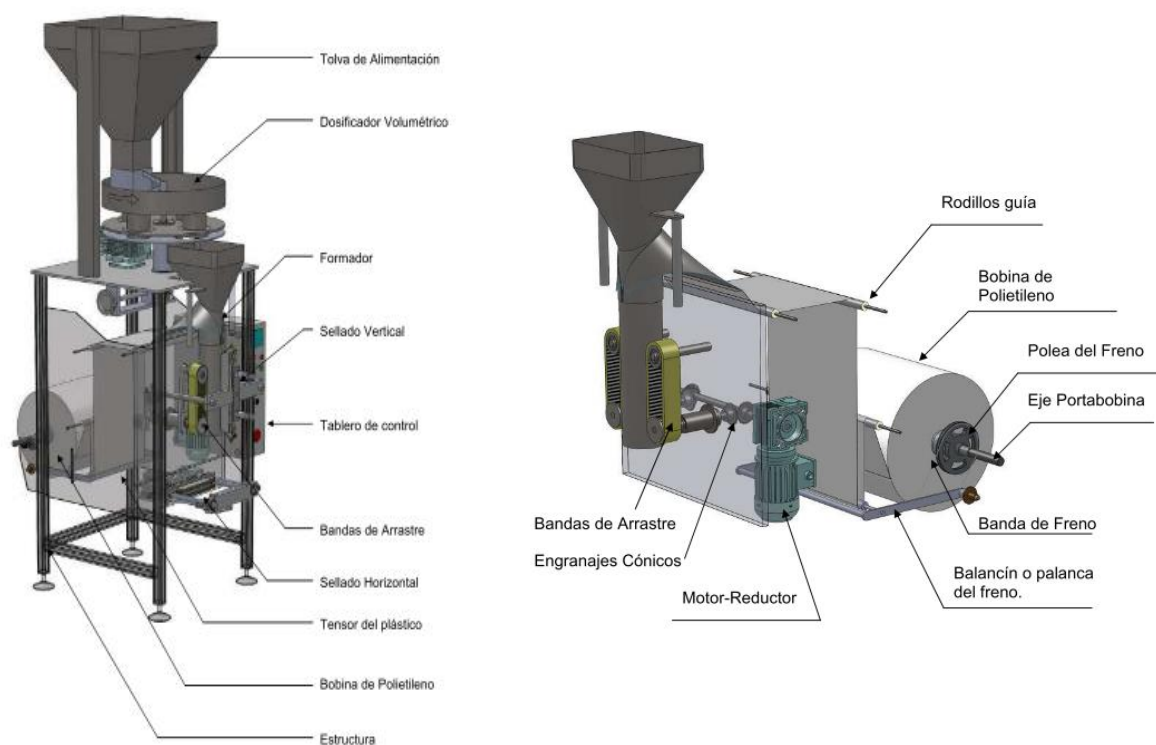
5.3.2. Fuentes secundarias. Libros, artículos científicos, revistas, artículos.

6. Resultados

El principio operativo del prototipo a desarrollar de la máquina empacadora de grano de producción personal. Tiene como parámetros funcionales la dosificación volumétrica de grano en una cantidad de 500 gramos como máximo y una producción de cuatro paquetes sellados por minuto. Realizando un diseño del sistema de control para el ensamble de la máquina; no obstante, entre esos mismos parámetros, está la implementación del programa de control automático para la máquina empacadora de grano de producción personal. integrando el mecanismo del módulo productivo con el tablero de control como tecnología, para dar cumplimiento a la contribución del desarrollo sostenible. Finalmente, está la validación mediante pruebas experimentales de la máquina empacadora de grano y su correcto funcionamiento tanto en el área estructural, mecánica- eléctrica como en su rendimiento de producción personal.

Figura 14.

Iniciativa de prototipo de máquina empacadora de grano de producción personal.

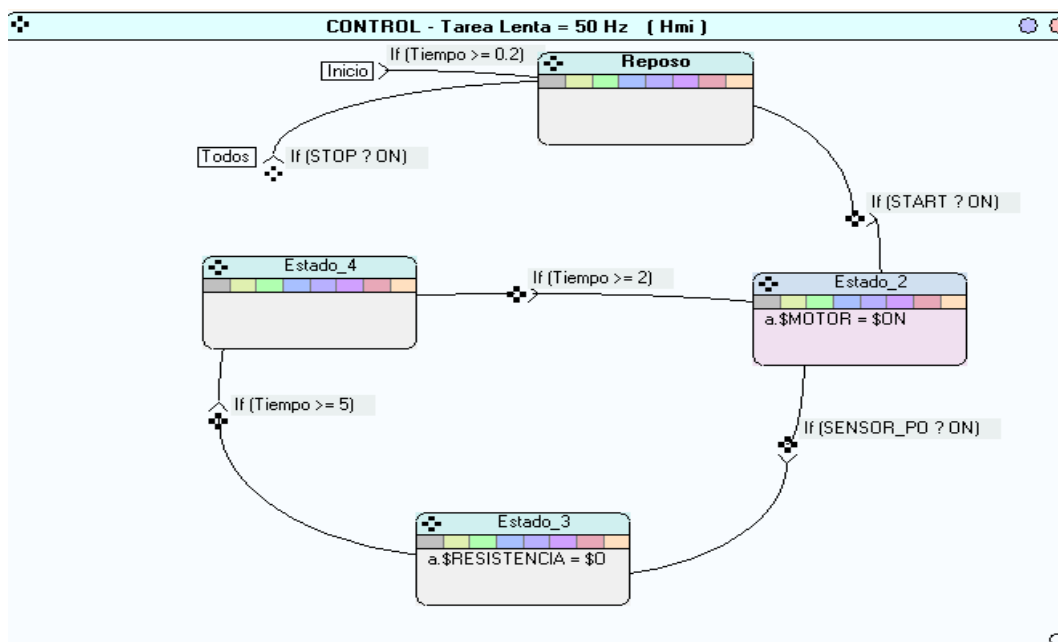


Nota. Fuente diseño de (Moreno Zapata, 2010, P.96).

Al momento de diseñar y desarrollar el modelo del sistema de control automático de la maquina empacadora de grano de producción personal, se utilizó el software Mgdmod y el PLC 8U8P (controlador microcontrolado con ocho entradas universales y ocho salidas con transistor positivo). Ahora bien, en el primer módulo nos muestra que la máquina se encuentra en reposo, al pulsar start en el segundo estado el motor empieza a funcionar haciendo que el sistema de la maquina (la rueda) empiece a girar, esta acción hace que en un cuarto de vuelta se active el sensor de proximidad. En el tercer estado se activa la resistencia la cual corta y sella la bolsa llena de granos en un tiempo de cinco segundos. En el cuarto estado se espera dos segundos para que la resistencia se enfríe y pasado los dos segundos se vuelve a realizar el ciclo de los cuatro estados.

Figura 15.

Prototipo del desarrollo del programa de control en el software Mgdmod con el PLC 8U8P para el diagrama eléctrico de la maquina empacadora de grano de producción personal.

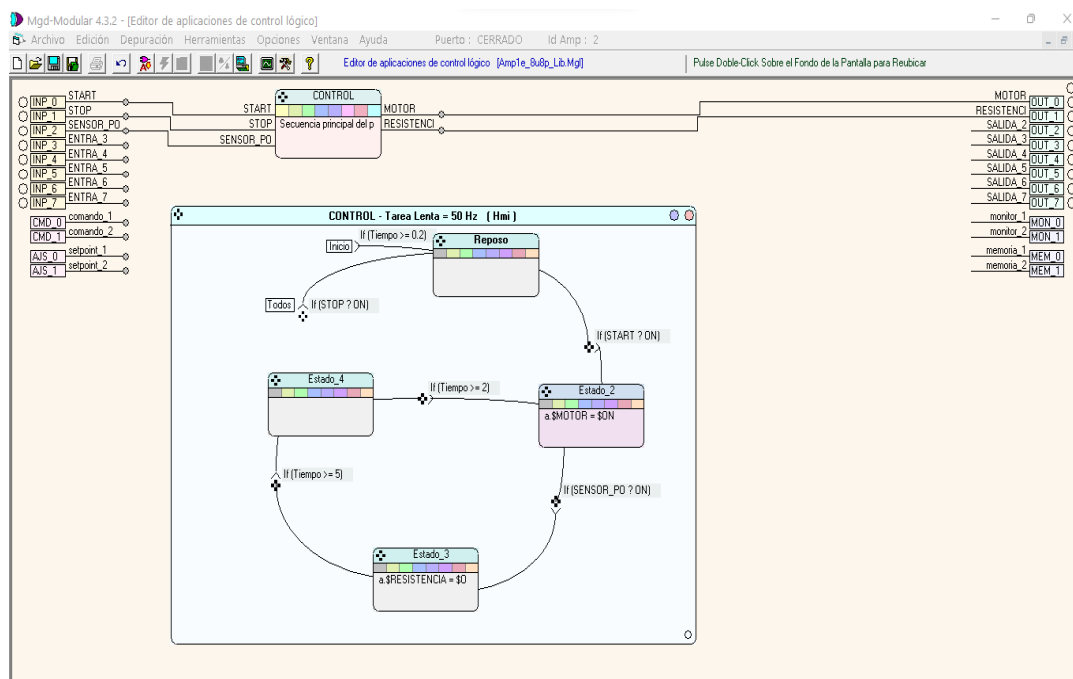


Nota. Fuente diseño propio.

Finalmente, colocamos la transición del stop antes del primer estado, esto se debe a que cuando pulsemos el stop la maquina se pare totalmente y no siga funcionando por estados o partes. Todo esto lo podemos observar en la **Figura 15** y **Figura 16**.

Figura 16.

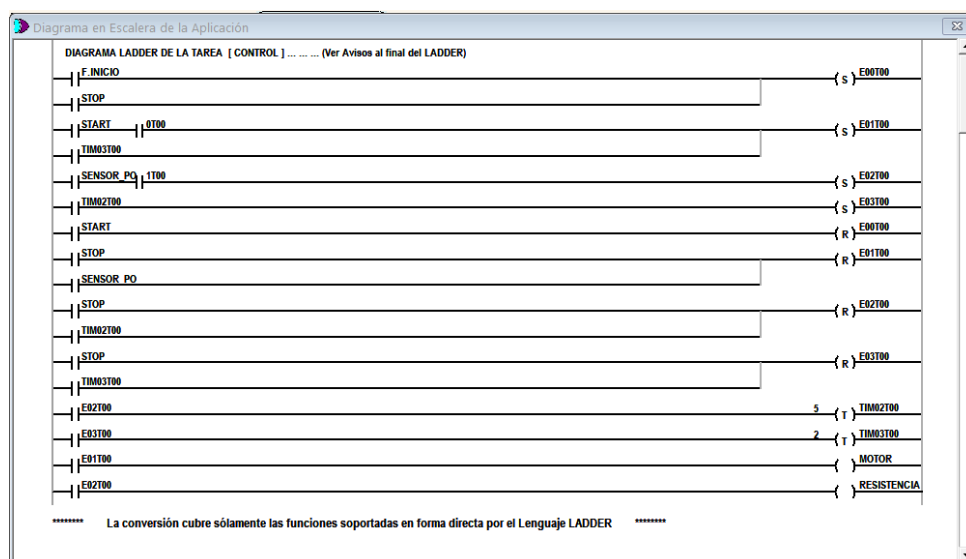
Prototipo del diseño del control entras y salidas en el software Mgdmod con el PLC 8U8P para el diagrama eléctrico de la maquina empacadora de grano.



Nota. Fuente diseño propio.

No obstante, al momento de Implementar el programa de control desarrollado en la maquina empacadora de grano de producción personal para el progreso productivo como iniciativa de desarrollo tecnológico, con finalidad de dar soluciones a problemas de las comunidades en situación de vulnerabilidad en el marco del proyecto Mecanos para la paz. Siendo el más importante el PLC (controlador lógico programable), responsable de todo el sincronismo de la máquina, por ende, se realiza el diseño del sistema de control de la maquina en el software Mgdmod como se mostró anteriormente y se implementó también en el diagrama en escalera conocido como diagrama Ladder como se puede observar en la **Figura 17**.

Figura 17.
implementación del sistema de control mediante el software Mgdmod lenguaje Ladder.

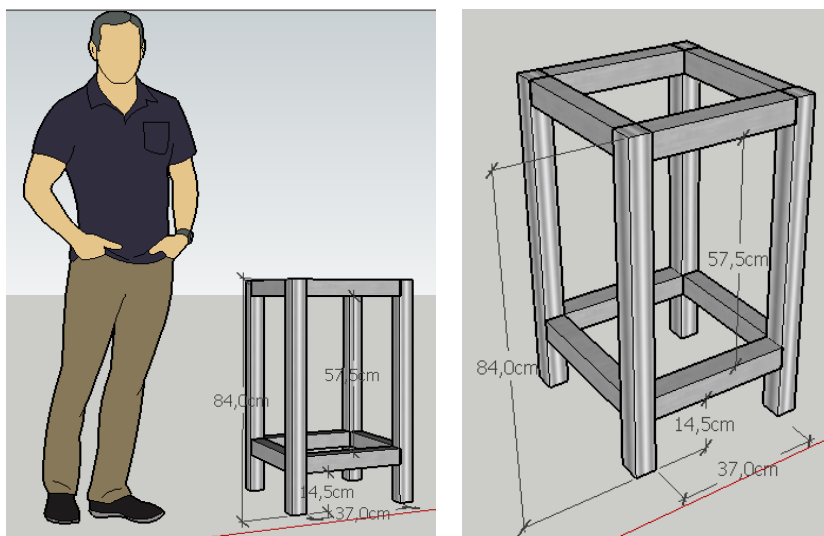


Nota. Fuente diseño propio.

En primer lugar, es importante diseñar la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal y para esto es significativo considerar sus especificaciones, sus parámetros funcionales y sus dimensiones, ya que al no disponer de un diseño en el cual basarse para la construcción de la máquina, esto obliga al personal a tomar decisiones de forma empírica que repercute pérdidas de tiempo, materiales y se ve reflejado en el costo final de la máquina (Avenida Molina & Puerto Holguín, 2011).

Figura 18.

Iniciativa de diseño de la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal



Nota. Fuente diseño propio.

La máquina empacadora de grano de producción personal está compuesta por una estructura como se muestra en el diseño de la **Figura 18**. Para construir la estructura de la maquina empacadora de grano de producción personal es importante tener un concepto básico del funcionamiento mecánico de la máquina.

Figura 19.

Iniciativa de prototipo de la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.



Nota. Fuente fotografía propia.

Se realizó el prototipo de la estructura en aluminio como se muestra en la **Figura 19**, Se considera la elaboración de la estructura en perfil de aluminio tipo 80-20. El aluminio se destaca por ser un material ligero, la ventaja de su poco peso ha hecho de este material una opción por excelencia en la industria, el transporte y la construcción, debido a que ofrece mayor facilidad de traslado y manipulación que otros materiales. Identificar las partes que la componen para así adaptar el sistema de control evitando entorpecer y garantizar el buen funcionamiento y la manipulación del producto final.

La máquina empacadora de grano de producción personal tiene dos marcos como se observa en la **Figura 19**, el prototipo esta realizado en aluminio. El marco superior y el marco inferior tiene las medidas de 40x40 cm² lo cual nos sirve para dar forma a la estructura de nuestra máquina.

Figura 20.

Prototipo de los marcos para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.

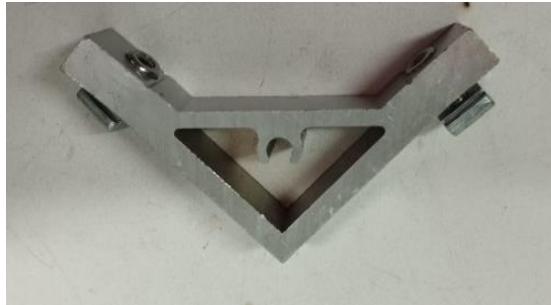


Nota. Fuente fotografía propia.

El esquinero está ubicado en el marco superior el cual nos sirve para dar firmeza a la estructura de la maquina empacadora de grano de producción personal como se puede observar en la **Figura 19**.

Figura 21.

Prototipo de los esquineros superiores para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal



Nota. Fuente fotografía propia.

Los perfiles horizontales son un componente de $20 \times 20 \text{ mm}^2$ el cual nos sirve para formar la estructura del marco como se puede observa en la **Figura 20**.

Figura 22.

Prototipo de los perfiles horizontales para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal



Nota. Fuente fotografía propia.

Los perfiles verticales de $30 \times 30 \text{ mm}^2$ ocupan el nombre de parales de 55 cm como el componente que une el marco superior con el marco inferior como se puede observar en la **Figura 19**.

Figura 23.

Prototipo de los perfiles verticales para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.



Nota. Fuente fotografía propia.

Los esquineros laterales son utilizados en la estructura de la maquina empacadora de grano de produccion personal y son ubicadomo como lo podemos observar en la **Figura 19** de forma externa para darnos estabilidad y resistencia en la estructura.

Figura 24.

Prototipo de los esquineros laterales para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.



Nota. Fuente fotografía propia.

La máquina empacadora de grano de producción personal tiene cuatro patas con medidas de 25 cm de alto, las cuales son un componente que se unen con el marco inferior y a las ruedas de caucho como se puede observar en la **Figura 19**.

Figura 25.

Prototipo de las patas para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.



Nota. Fuente fotografía propia.

Los esquineros están ubicados en la parte inferior del prototipo como se puede observar en la **Figura 19**, este componente es el que permite la unión con las patas y las ruedas de caucho y es el que permite la conexión entre estas piezas por medio de otros componentes como lo son la tornillería de la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.

Figura 26.

Prototipo de los esquineros inferiores para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.



Nota. Fuente fotografía propia.

La estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal tiene cuatro componentes como lo son las ruedas de caucho con freno, estas le brindan estabilidad a la estructura y le facilita el desplazamiento a la máquina como se pueden observar en la **Figura 19** y en la **Figura 27**.

Figura 27.

Prototipo de las ruedas para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.



Nota. Fuente fotografía propia.

Después de tener claro el diseño, se procede a seleccionar los materiales y componentes de la máquina empacadora de grano de producción personal, lo cual es importante, ya que esto nos ayudará a disminuir costos y a brindar una máquina de calidad con un funcionamiento óptimo.

Los materiales y componentes que seleccionamos para la elaboración de la máquina empacadora de grano de producción personal son:

Motor reductor: Nos sirve para que la velocidad de entrada se regule y genere otra velocidad de salida esta es la que permite mover la máquina bajo una fuerza regulada que no dañe el equipo.

Figura 28.

Prototipo del motor reductor 12V -95RPM para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.



Nota. Fuente fotografía propia.

Relé: Son utilizados principalmente para el procesamiento de señales.

Figura 29.

Prototipo del relé programable para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.



Nota. Fuente fotografía propia.

Sensor de proximidad: Es un transductor que detecta objetos o señales que se encuentran cerca.

Figura 30.

Prototipo del sensor de proximidad para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.



Nota. Fuente fotografía propia.

Pulsadores: Permite el paso o interrupción de la corriente mientras es accionado.

Figura 31.

Prototipo del pulsador para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.



Nota. Fuente fotografía propia.

Dosificador: Fabricados especialmente para productos granulados.

Figura 32.

Prototipo de dosificador para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.



Nota. Fuente fotografía propia.

Tolva: En ella es almacenada el material y cuando se necesita se abre la parte inferior del cono para dejar salir su contenido de manera dosificada.

Figura 33.

Prototipo de tolva para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.



Nota. Fuente fotografía propia.

Sellador o resistencia: Es el proceso de soldado de un termoplástico sin desintegrar el material

Figura 34.

Prototipo de resistencia y sellado para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.

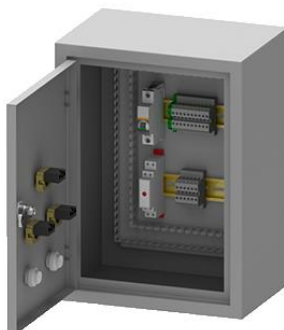


Nota. Fuente fotografía propia.

Tablero de control: Está equipado con piezas como placas, conectores o cables, consiste en controlar y ejecutar todos los movimientos según las instrucciones que recibe.

Figura 35.

Prototipo de tablero de control para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal.



Nota. Fuente fotografía propia.

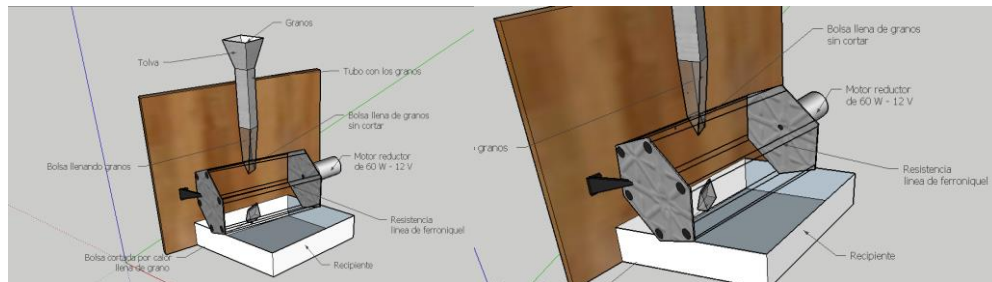
De tal forma, es importante considerar e implementar el sistema de sellado de la máquina empacadora de grano de producción personal, ya que varios sistemas utilizan calor y presión, los más usados son los que funcionan con resistencias eléctricas como fuentes de calor, sin embargo, la ultra frecuencia y el aire caliente son también usados para este fin.

El prototipo del sistema de sellado de la maquina empacadora de grano de producción personal es una resistencia eléctrica como fuente de calor de línea de ferroníquel, la cual esta insertada en el sistema del prototipo de la máquina, y así cada que el sistema del prototipo de un

cuarto de giro el sensor de proximidad se detiene y esto genera que la resistencia corte y selle el empaque evitando el desperdicio de materia prima como se puede observar en la **Figura 36**. Finalmente, la bolsa llena de granos cae en el recipiente y se repite nuevamente el proceso de llenado y sellado con cada empaque.

Figura 36.

Diseño del prototipo de sellado para la estructura de la máquina empacadora de grano de producción personal



Nota. Fuente diseño propio.

Es sustancial tener presente varios componentes que conforman el sistema eléctrico de la máquina empacadora de grano de producción personal como la alimentación eléctrica, de tal forma, que una de las partes que se ensambla y forma parte fundamental del sistema de la maquina es el tablero de control como se muestra en el prototipo **Figura 35**. Los subensambles que hacen parte del tablero de control son:

Canaletas: Tubos aplanados que se fijan en las paredes, pisos o techos para trasportar los cables de un circuito eléctrico.

Fuente: Elemento activo que es capaz de entregar energía.

Bornes: Terminales o conector de pasajes, son un dispositivo que sirve como un conector de cables.

Arnés: Cableado cubierto por espiral que une los sensores y los motores con el PLC

PLC: Un controlador lógico programable, la función que tiene un PLC es detectar diversos tipos de señales del proceso, y elaborar y enviar acciones de acuerdo a lo que se ha programado. es un “cerebro” que activa los componentes de la maquinaria para que desarrollen actividades.

No obstante, anteriormente se menciona la descripción y la función tan significativa del relé, los pulsadores y del motor como se puede observar en las *Figura 28*, *Figura 29* y *Figura 30*.

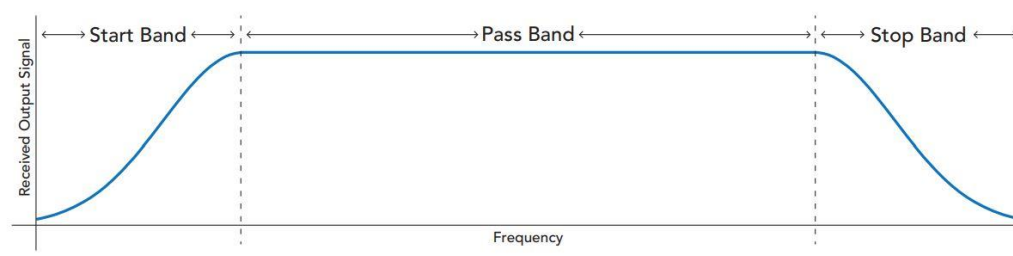
Lectura de las señales de los sensores y el accionamiento de los dispositivos. En el diseño del control lógico contamos con tres entradas tales como:

Start: Es un sistema eléctrico que al oprimir el pulsador esto crea la acción como lo muestra la *Figura 37*, la cual deja pasar el flujo de corriente y genera el encendido del motor reductor de la maquina empacadora de grano de producción personal.

Stop: Es lo contrario del Start, al oprimir el pulsador se detiene el flujo de la corriente y esto genera que el motor reductor pase de un estado de activación a un estado de reposo e incluso que se apague como se puede observar en la *Figura 37*.

Figura 37.

Lectura de señales de encendido y apagado (Start-Stop) de la máquina empacadora de grano de producción personal.



Nota. Fuente diseño propio.

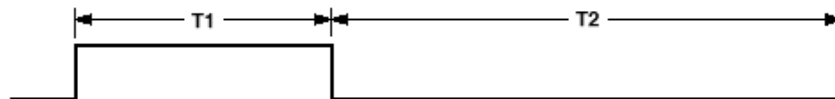
Sensor de posición: Generan una señal que es proporcional a la posición real, ya sea estacionaria o móvil.

Así mismo, el control lógico se diseñó con dos salidas del tales como:

El motor reductor y la resistencia: Anteriormente hablamos de sus respectivas definiciones como se puede observar en la **Figura 28** y **Figura 34**. No obstante, tenemos unas lecturas de señales que podemos interpretar como su respectivo funcionamiento a la hora de hacer las pertinentes pruebas ya sean del motor reductor o la resistencia como se observa en la **Figura 38**.

Figura 38.

Lectura de señales del motor reductor, sensor de posición o la resistencia de la máquina empacadora de grano de producción personal.



Nota. Fuente diseño propio.

El PLC y el HMI (control)

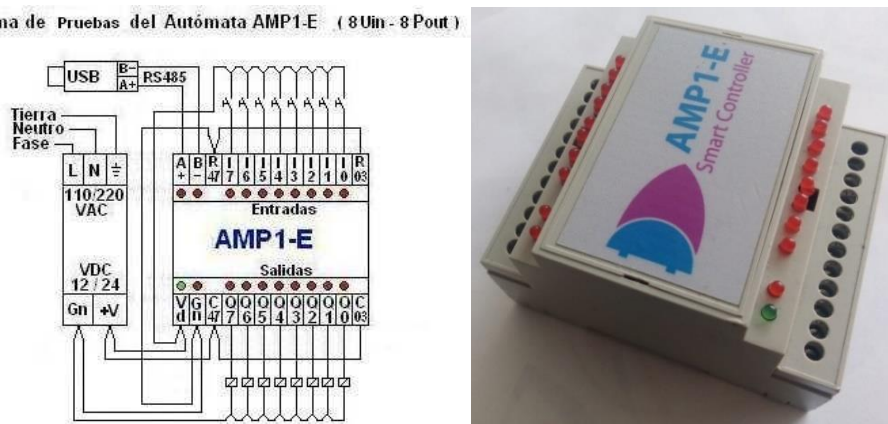
La máquina empacadora de grano de producción personal entre sus partes tiene un tablero de control-suministro de energía y un ensamble de producción, que varía según el diseño de la máquina. Para adaptar el sistema de control es importante identificar cual y que tipo de PLC en Mgdmod se requiere para la máquina empacadora de grano de producción personal.

Al tener claro el diseño y los materiales de la maquina empacadora de grano de producción personal se identifica el tipo de PLC que se requiere para el sistema de control, como se puede observar en la **Figura 39**. El controlador lógico programable es el autómata AMPIE1-E de Mgdmod (8U8P).

Figura 39.

Prototipo del PLC 8U8P para el control lógico de la maquina empacadora de grano de producción personal.

Diagrama de Pruebas del Automata AMP1-E (8Uin - 8Pout)

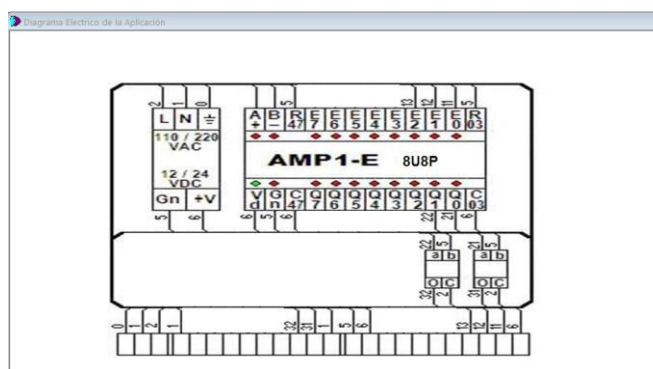


Nota. Fuente diseño propio.

Ahora bien, el diagrama eléctrico que se realizó en el software Mgdmod nos ayudará para montar el tablero eléctrico de la maquina empacadora de grano de producción personal. Ya que el diagrama eléctrico nos indica como debemos proceder a conectar el PLC. No obstante, se puede observar en el diagrama que se tienen tres entradas (start-stop-sensor) y dos salidas (motor-resistencia), nos muestra el positivo (A+) y el negativo (B -), los voltajes que se manejan en corriente Alterna y en corriente directa, nos indica cual es la fase, la neutra y el polo a tierra como se muestra en la **Figura 40**.

Figura 40.

Prototipo del PLC 8U8P diagrama eléctrico de la maquina empacadora de grano de producción personal.



Nota. Fuente diseño propio.

Después se realiza las pruebas del sistema del control automático, el PLC que ha sido diseñado exclusivamente para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real, ya que una de las ventajas de este tipo de control, es la optimización del tiempo para la puesta en funcionamiento, presentando una facilidad para incorporar una interfaz hombre-máquina mediante sus protocolos de comunicación (Herrera Bellodas & Lumbres Álvarez, 2018).

En las pruebas eléctricas se comprueban los circuitos, estas pruebas determinar si ocurre alguna falla por conexión o si funcionan correctamente en conjunto, se basan en tomar las mediciones de voltaje y corriente de los circuitos eléctricos que conforman el sistema en funcionamiento normal. De tal forma, el analizador de carga y sistemas eléctricos FLUKE, permite capturar y registrar automáticamente la tensión, la corriente, los armónicos y los valores asociados a la calidad eléctrica.

Estas pruebas permiten verificar si el sistema funciona o no, independientemente de la forma en que lo haga. Por ende, Se procede a pulsar el botón de Start de la maquina empacadora de grano de producción personal, contemplando funcionamiento normal y casos de errores, para verificar los siguientes puntos: El total funcionamiento de los circuitos, pasar de estado de reposo al funcionamiento del motor reductor generando que el sistema de llenado, empaque y sellado estén en funcionamiento.

Finalmente, se realizaron las pruebas en el prototipo en la parte mecánica, eléctrica y de control; Con la finalidad de comprobar el correcto funcionamiento de los diferentes sistemas, así como también el cumplimiento de las pruebas mecánicas en vacío y con carga.

Tabla 3.

Prueba de sellado de tres segundos.

Numero de pruebas	Temperatura (°C)	Resultados
1	70	Solo calienta la bolsa
2	75	Solo calienta la bolsa
3	80	Sellado solo en borde
4	85	Sellador parcial
5	90	Sellado completo, sin corte
6	95	Sellado adecuado, corte total
7	100	Sellado con bolsa deformada
8	105	Bolsa quemada parcialmente
9	115	Bolsa derretida en mordaza
10	130	Bolsa derretida en mordaza

Nota. Fuente elaboración propia.

Las pruebas de funcionamiento se realizan con el fin de sincronizar correctamente el prototipo de la maquina empacadora de grano de producción personal y asegurar el correcto funcionamiento de esta, dentro de las pruebas que se realizaron, se tiene las pruebas de sellado y las pruebas de eficiencia.

Se puede observar de la *Tabla 3* que el tiempo y la temperatura adecuada para el correcto sellado es a una temperatura de 95 °C y un tiempo de contacto de tres segundos.

Tabla 4.

Prueba de pesaje de grano - Arroz

Numero de pruebas	Tiempo (segundos)	Resultado (pesaje en gramos)
1	1	350
2	1.3	450
3	1.5	480
4	1.8	500
5	2	560

Nota. Fuente elaboración propia.

Se puede observar de la *Tabla 4* y *Tabla 5* que el tiempo y el gramaje adecuado para el empaque correcto de una libra es a un tiempo de 1.8 y 1.9 segundos para un gramaje de 500 gramos.

Tabla 5.*Prueba de pesaje de grano - frijol*

Numero de pruebas	Tiempo (segundos)	Resultado (pesaje en gramos)
1	1	350
2	1.4	450
3	1.5	480
4	1.9	500
5	2	560

Nota. Fuente elaboración propia.

Por último, una vez ya sincronizada correctamente el prototipo de la maquina empacadora de grano de producción personal, se procede a realizar la prueba de eficiencia, es decir, cuántos empaques es capaz de empacar el prototipo de la maquina por un rango de tiempo estimado.

Tabla 6.

Resultado promedio del número de empaque de grano – referencia el grano de arroz.

Numero de pruebas	Tiempo (minutos)	Resultado (empaques)
1	1	1
2	1	1
3	1	3
4	1	2
5	1	4

Nota. Fuente elaboración propia.

De la **Tabla 6** se puede observar que el resultado promedio del número de empaques (se toma como referencia el grano de arroz) por minuto es aproximadamente 4 empaques, el cual haciendo un cálculo podemos estimar el número de empaques por hora como se observa en la ecuación (1).

$$4 \frac{\text{empaques}}{\text{minutos}} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = 240 \frac{\text{empaque}}{\text{hora}} \quad (1)$$

1 empaque = 500 gramos

$$240 \text{ empaques} * 500 \text{ gramos} = 120000 \text{ gramos} * \frac{1 \text{ kilo}}{1000 \text{ gramos}} = 120 \text{ kilos} \quad (2)$$

De la ecuación (2) se observa que el resultado promedio de kilos para 240 empaques de grano (se toma como referencia el grano de arroz) por hora son aproximadamente 120 kilos.

7. Conclusiones

Mediante la metodología de prueba y error se logró encontrar las variables (temperatura y tiempo) adecuadas para la correcta sincronización en los procesos de sellado del prototipo de la máquina.

El diseño mecánico realizado previamente a todos los componentes del prototipo de la máquina, mediante el uso del software, resulto de gran ayuda en el momento del ensamble y construcción de las piezas aportando en la reducción de errores de medidas.

El prototipo de la máquina podría ser una ayuda en el mejoramiento de calidad de vida y oportunidad de crecimiento a las poblaciones vulnerables debido a su eficacia al momento de empacar los granos.

Se puede decir que este proyecto contribuye al cumplimiento de Desarrollo Sostenible, ya que es una iniciativa de desarrollo tecnológico con cierto grado de automatización, que plantea la necesidad de implementar un programa de control del sistema de la máquina empacadora de grano de producción personal, buscando dar soluciones de desarrollo social, económico y ambiental.

En la terminación de este proyecto se emplearon todos los conocimientos teóricos y prácticos que fueron adquiridos a lo largo de la tecnología eléctrica, así como también valores y principios que fueron adoptados de la Institución Universitaria Pascual Bravo con el fin de formar profesionales íntegros en todos sus sentidos.

8. Recomendaciones

El prototipo de maquina está destinada a trabajar con productos como el arroz, el frijol y la lenteja, sin embargo, puede adaptarse a trabajar con otros tipos de granos, por lo cual se les recomienda que los granos tengan características similares a los usados en este proyecto.

9. Referencias bibliográficas

- Artesanal, I. (2017). *Carrera de ingeniería en mecatrónica “máquina dosificadora volumétrica y selladora de maní enconfitado, para la proyecto previo a la obtención del título de cristina Alexandra Chuquín Ordóñez director: MSc . Víctor Erazo Ibarra, Julio 2017.*
- Avendaño Molina, J. G., & Puerto Holguín, M. A. (2011). Diseño de sistema de control para empacadora. *Corporación Universitaria Minuto de Dios*, 1–25. Recuperado de <http://repository.uniminuto.edu:8080/xmlui/handle/10656/1191>
- Chavarro, D., Vélez, M., Montenegro, I., Hernández, A., & Olaya, A. (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible en Colombia y el aporte de la ciencia, la tecnología y la innovación. *“Patrimonio”: Economía Cultural Y Educación Para La Paz (Mec-Edupaz)*, 2(14), 100–117.
- Fabián, L. (2011). *Diseño E Implementación De Un Módulo De Ajuste Y Corrección De Peso Para Una Empaquetadora De Granos Indumak (Modelo Gr-1000) Perteneciente a La Empresa Mascorona. Proyecto.* Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4305/1/CD-3920.pdf>
- García, F., & Gonzáles, A. (2018). Elaboración y Automatización de una Máquina Empacadora Industrial a Escala. *Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga*, 277.
- Herrera Bellodas, E. D., & Lumbres Álvarez, R. S. (2018). Diseño de una máquina vertical empacadora, dosificadora y selladora de accionamiento mecánico – neumático controlado por un PLC para fundas de arroz. *Repositorio Institucional - USS*. Recuperado de <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/4414#.X9DKIH66IvU.mendeley>
- Junior, D. H. M. (2014). Title. *Territorialização E Caracterização Da População Adscrita Da Equipe De Saúde Da Família 905*, 3(2), 1–46. Recuperado de <http://journal.stainkudus.ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127>
- Martínez A, M. del P. (2015). Objetivos de desarrollo sostenible (ods , 2015-2030) y agenda de desarrollo post 2015 a partir de los objetivos de desarrollo del milenio (2000-2015) M^a del Pilar Martínez Agut Universitat de València. *Quadernsaminacio.net*, (21), 16.
- Moreno Zapata, E. P. (2010). *Maquina dosificadora de arroz*. 198. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/CA18E256-D7F0-4E94-83A8-B2EB46FEEE7A/FinalDownload/DownloadId->

606A47300A809DB6A0D1347FD75055DB/CA18E256-D7F0-4E94-83A8-B2EB46FEEE7A/bitstream/15000/1287/1/CD-2667.pdf

- Naciones Unidas, O. de las. (2016). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). *Revista de la Universidad de La Salle*, 2016(70), 141.
- Restrepo, O., Conversa, L., & Naranjo, C. (2008). *Vulnerabilidad y exclusión: condiciones de Vida, situación de salud y acceso a servicios de salud*. 7(14), 145–176.
- Tassara, C. (2018). Pobreza y Desigualdad en Colombia: análisis del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. *Seguimiento y Análisis de políticas públicas en Colombia. Anuario 2015*, (December 2015), 77–90.

Anexos

Anexo 1. Sitios web donde podemos encontrar las pruebas de funcionalidad (laboratorio) para una maquina y la pagina donde se puede descargar el software para realizar el control de la maquina empacadora de grano de producción personal.

[PRUEBAS FUNCIONALES - PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA](#)

[\(library.co\)](#)

www.tecvolucion.net/wp/amp1-e-

Nombre del producto	Descripción
AMP1-E-8U8Q	Controlador Microcontrolado programable con 8 entradas universales y 8 salidas por transistor negativo
AMP1-E-8U8P	Controlador Microcontrolado programable con 8 entradas universales y 8 salidas por transistor positivo
AMP1-E-8H8P	Controlador Microcontrolado programable con 8 entradas hasta 220 voltios y 8 salidas por transistor positivo
AMP1-E-8U8S	Controlador Microcontrolado programable con 8 entradas universales y 8 salidas por SSR
AMP1-E-8U4Q4B	Controlador Solar Motion Controler con 8 entradas de instrumentación, 4 salidas por transistor negativo y 4 salidas bidireccionales.
MGDMOD	Software Mgdmod versión 3.4.2

Anexo 2. Productos de Tecvolucion. En el cual pueden encontrar su ficha técnica, sus características y el software para descargar gratuito. Referencia utilizada 8U8P.

Fuente. Tomado de www.tecvolucion.net/wp/amp1-e-