



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LAS INGENIERÍAS Y APLICADAS

CARRERA INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA DE PESADO Y SELLADO DE PRODUCTOS GRANULADOS EN EL SUPERMERCADO CASTRO.

Autores:

Alex Wladimir Tepan Tenempaguay

Carlos Bladimir Ynde Manobanda

Tutores:

Ing. Segundo Ángel Cevallos Betún Ms.C.

LATACUNGA – ECUADOR

FEBRERO 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Alex Wladimir Tepan Tenenpaguay, Carlos Bladimir Ynde Manobanda” declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA DE PESADO Y SELLADO DE PRODUCTOS GRANULADOS EN EL SUPERMERCADO CASTRO** Ubicado en la provincia de Tungurahua, siendo **Ing. Segundo Ángel Cevallos Betún Ms.C.** Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....
Alex Wladimir Tepan Tenenpaguay

CL: 172281621-0

.....
Carlos Bladimir Ynde Manobanda

Cl: 180473168-3

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA DE PESADO Y SELLADO DE PRODUCTOS GRANULADOS EN EL SUPERMERCADO CASTRO.** De Alex Wladimir Tepan Tenempaguay y Carlos Bladimir Ynde Manobanda de la carrera Electromecánica considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la ingeniería y aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero del 2020

Tutor:



Ing. Segundo Ángel Cevallos Betún Ms.C.

C.I. 0501782437

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de ciencias de la ingeniería y aplicadas ; por cuanto, el o los postulantes: Alex Wladimir Tepan Tenempaguay portador del número de cedula 1722816210 y Carlos Bladimir Ynde Manobanda portador del número de cedula 1804731683 con el título de Proyecto de titulación: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA DE PESADO Y SELLADO DE PRODUCTOS GRANULADOS EN EL SUPERMERCADO CASTRO** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, enero del 2020 para constancia firman:

Para constancia firman:



Lector 1 (presidente).

Nombre: Ing. Jeferson Porras M.Sc.

CC: 070440044-9



Lector 2.

Nombre: Ing. Hector Laurencio Dr.C.

CC: 1758367252



Lector 3.

Nombre: Ing. Mauro Albarracín MgC.

CC: 050311373-0

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO TECNOLÓGICO

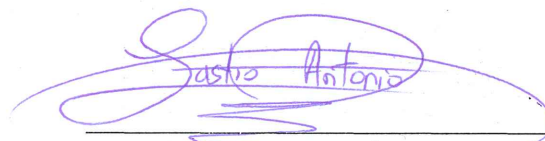
SUPERMERCADO CASTRO

RUC: 180221629-9

Tungurahua, enero 22 del 2020

Con el presente documento hago constar que los señores estudiantes Alex Wladimir Tepan Tenempagua y Carlos Bladimir Ynde Manobanda de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi implementaron en mi propiedad un proyecto cuyo título es **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA DE PESADO Y SELLADO DE PRODUCTOS GRANULADOS EN EL SUPERMERCADO CASTRO** Ubicado en la provincia de Tungurahua cantón Tisaleo.

Autorizo a los mencionados señores para que le den al presente documento el uso legal que más convenga en su interés.



Castro Clavijo Antonio Marcelo

C.I.180221629-9

AGRADECIMIENTO 1

Primeraamente, agradezco a Dios por darme la salud y ser luz guía en este camino próspero y cumplir mis anhelos, metas e ilusiones.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por formarme en sus prestigiosas aulas, a mis docentes, personas de gran sabiduría quienes me han ayudado a llegar al punto en el que me encuentro y a sus ganas de trasmitirme sus conocimientos logrando importantes objetivos como el fin de formarme como Ing. Electromecánico y terminar con éxitos esta propuesta tecnológica.

Agradezco a nuestro asesor técnico Ing. Gonzalo Vacancela ya que fue de ayudan con sus conocimientos adquiridos para poder guiarnos en la construcción de la máquina de pesado y sellado de productos granulados.

Carlos Ynde

AGRADECIMIENTO 2

En primera instancia, agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas, de empezar un gran proceso de aprendizaje y formarme día a día, por ayudarme a cumplir una meta profesional.

A mis formadores, persona con gran sabiduría que supieron guiarme en el camino profesional. gracias a mis compañeros especialmente al Ing. Gonzalo Vacancela que fue un gran amigo y profesional que con empeño supimos resolver las adversidades y así con empeño, valores y conocimiento alcanzamos la meta de ingenieros electromecánicos.

Alex Tepan

DEDICATORIA 1

Esta propuesta tecnológica va dedicada con todo mi amor y cariño a mis padres: Carlos Ynde y Leonela Manobanda, ya con su sacrificio y esfuerzo fueron mi guía, mi apoyo y me impulsaron para ser el mejor durante toda mi formación estudiantil y así lograr el título de Ingeniero Electromecánico.

A mi esposa Kandy Samaniego por ser mi amiga mi confidente y apoyarme cuando más lo necesitaba.

A mi hija Keyla Ynde por ser mi motivación e inspiración para lograr mis objetivos y salir adelante.

A mis familiares en general quienes sin esperar nada a cambio me apoyaron y compartieron sus conocimientos, alegrías, tristezas durante 5 años de carrera universitaria.

Carlos Ynde

DEDICATORIA 2

Ese proyecto va dedicado a mis padres mi mamá Julia Esther Tepàn que con su esfuerzo y sabiduría supo guiarme por un buen camino.

A mis familiares por el apoyo por sus consejos que en todo este trayecto de estudios me alentaron a seguir adelante, luchando por un sueño.

Alex Tepan

ÍNDICE

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACION.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO TECNOLÓGICO	v
AGRADECIMIENTO 1	vi
AGRADECIMIENTO 2	vii
DEDICATORIA 1	viii
DEDICATORIA 2.....	ix
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	3
2.1. Título de la propuesta tecnológica	3
2.2. Tipo de alcance.....	3
2.3. Área del conocimiento	3
2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica.....	3
2.5. Objeto de estudio y campo de acción.....	3
2.5.1. Objeto de estudio.....	3
2.5.2. Campo de acción	3
2.6. Situación problémica y problema.....	3
2.6.1. Situación problémica.....	3
2.6.2. Problema.....	4
2.7. Beneficiarios.....	4
2.8. Hipótesis	4
2.9. Objetivos	4
2.9.1. Objetivo general	4
2.9.2. Objetivos específicos.....	4
2.10. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecido.....	4
3. MARCO TEÓRICO	6

3.1.	Contextualización.....	6
3.2.	Análisis de los trabajos precedentes.....	6
3.3.	Descripción del proceso luego de la construcción de la máquina.....	7
3.4.	Materiales en el diseño mecánico.....	7
3.4.1.	Clasificación de los materiales.....	8
3.5.	Criterios de selección del material a emplearse en la construcción de la máquina..	8
3.5.1.	Criterio de selección del material de la pesadora y selladora	9
3.6.	Tolva de almacenamiento.....	10
3.6.1.	Elementos de una tolva en general.....	10
3.6.2.	Tipos de tolvas de almacenamiento de alimentos	10
3.6.3.	Tolvas según su forma.....	10
3.6.4.	Tolvas automáticas	10
3.6.5.	Criterio de selección de la tolva a emplearse en la máquina.....	11
3.7.	Dosificador.....	12
3.7.1.	Tipos de dosificadores.....	12
3.7.2.	Criterio de selección de la dosificadora a emplearse en la máquina.....	12
3.7.3.	Descripción del tornillo sin fin en la máquina	13
3.7.4.	Tipos de transportador de tornillo sin fin.....	13
3.7.5.	Criterio de selección de la tolva a emplearse en la máquina.....	14
3.7.6.	Boquilla o tubo de descarga	14
3.8.	Estudio de los sistemas de sellado	15
3.8.1.	Sellado por inducción.....	15
3.8.2.	Sellado por mordazas	16
3.8.3.	Sellado por ultrasonido.....	16
3.8.4.	Sellado por niquelina.....	17
3.8.5.	Criterio de selección del material para sellar la funda plástica a emplearse en la construcción de la máquina	18
3.9.	Mecanismos de cierre de mordazas en el sistema de sellado.....	19
3.10.	Chumaceras	19
3.11.	Cojinetes	20
3.12.	Sistemas de control de la pesadora y selladora.....	20

3.13.	Dispositivos y componentes del sistema de pesado	20
3.13.1.	Sensores.....	20
3.13.2.	Tipos de Sensor peso.....	21
3.13.3.	Criterio de selección del material para del sistema de pesado.	23
3.13.4.	Ejecución de acciones de mando.....	24
3.14.	Plataforma Arduino microcontrolador.....	24
3.14.1.	Tipos de Arduino.....	24
3.14.2.	Criterio de selección de Arduino para la máquina	25
3.15.	Características seleccionadas del micro controlador del Atmega 328	26
3.16.	Pantallas LCD.....	26
3.16.1.	Tipos de pantallas LCD.....	26
3.17.	Pulsadores e indicadores.....	27
3.17.1.	Luz piloto roja	27
3.17.2.	Luz piloto verde	27
3.17.3.	Selector.....	27
3.18.	Servomotor o motorreductores lineales.....	27
3.18.1.	Criterio de selección de mecanismos a utilizarse en la máquina	29
3.19.	Motorreductor.....	29
3.19.1.	Beneficio de utilizar el moto reductor.....	30
4.	METODOLOGÍA Y TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PESADORA Y SELLADORA DE PRODUCTO GRANULADO	31
4.1.	Señalización de variables	31
4.2.	Metodología de investigación	32
4.3.	Descripción del proceso de pesado en libras.....	32
4.4.	Metodológica cuantitativa	33
4.5.	Diseño e implementación del Sistema Electrónico	33
4.6.	Selección de los componentes del sistema eléctrico	34
4.7.	Metodología de cálculo	34
4.7.1.	Diseño de la estructura metálica.....	34
4.8.	Cálculo de la densidad de los productos	34
4.8.1.	Volumen ocupado por la boca de la tolva	35

4.8.2.	Capacidad total de la tolva	36
4.8.3.	Capacidad máxima de alimento que puede ingresar en la tolva	36
4.8.4.	Tolva de la boquilla o cono de descarga	36
4.9.	Determinación de la velocidad del transportador de tornillo sinfín	36
4.10.	Determinación de la potencia del transportador del tornillo sin fin	37
4.11.	Diseño de eje para el tornillo sin fin.....	38
4.12.	Cálculo del diámetro del eje	38
4.13.	Longitud de banda de acuerdo al torque que actúa en el tonillo sin fin	38
4.14.	Relación de transmisión	39
4.15.	Selección de las chumaceras para el eje de transmisión.....	39
4.16.	Método experimental	39
4.16.1.	Método experimental de caída de alimentos granulados	39
4.17.	Diseño del sistema de control de la máquina	40
4.18.	Componentes que integran al sistema electrónico.....	41
4.19.	Proceso de soldadura en acero inoxidable	42
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	43
5.1.	Especificaciones de la pesadora y selladora en el supermercado Castro	43
5.2.	Densidad de los productos granulados a pesar	43
5.3.	Análisis de cálculo para el diseño	43
5.4.	Resultado de cálculo para la velocidad requerida del transportador de tornillo sin fin.....	44
5.5.	Características de la chumacera seleccionada.....	46
5.6.	Diseño del eje para el tornillo sin fin	46
5.7.	Relación de transmisión del tornillo sin fin	47
5.8.	Soporte del motorreductor	47
5.10.	Resultados de operación de la máquina.....	48
5.11.	Resultado del tiempo de pesado y sellado de la máquina.....	48
5.12.	Resultados de la funda a utilizar y la cantidad de libras a pesar	49
5.13.	Protección del sistema eléctrico	50
5.14.	Posibles fallas a revisar en a la máquina	51
5.15.	Circuito de control de la pesadora y sellador	52

6.	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS	53
6.1.	Costo de la máquina	53
6.2.	Impacto económico de la pesadora y selladora de productos granulados.....	56
6.3.	Análisis de impactos.....	57
7.	CONCLUSIONES	57
7.1.	RECOMENDACIONES	58
8.	BIBLIOGRAFÍA	58
9.	ANEXOS	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3. 1. Proceso de aplicación.....	7
Figura 3. 2. Clasificación de los materiales de diseño mecánico.	8
Figura 3. 3. Tolva piramidal.	11
Figura 3. 4. Partes un dosificador con tornillo sin fin.	13
Figura 3. 5. Tornillo sin fin estándar.	14
Figura 3. 6. Diseño de la boquilla de descarga.	15
Figura 3. 7. Selladora manual.	19
Figura 3. 8. Elementos que conforman los sellados.	19
Figura 3. 9. Mecanismo de sellado.	20
Figura 3. 10. Clasificación de los sensores de nivel y proximidad.	21
Figura 3. 11. Sensor de peso de carga.	22
Figura 3. 12. Sensores de peso.	23
Figura 3. 13. Micro controlador.	25
Figura 3. 14. Pantalla LCD.	26
Figura 3. 15. Selector e indicadores.	27
Figura 3. 16. Esquema de funcionamiento del motor DC.	28
Figura 3. 17. Esquema de funcionamiento del motor DC.	28
Figura 3. 18. Motorreductor lineal.	29
Figura 4. 1. Etapas del proceso.....	32
Figura 4. 2. Descripción del proceso.	32
Figura 4. 3. Etapas para el diseño e implementación del sistema electrónico.....	34
Figura 4. 4. Esquema de la tolva.	35
Figura 4. 5. Experimento para determinar la distancia al producto a sellar.	40
Figura 4. 6. Diagrama simplificado del sistema de control.	41
Figura 4. 7. Componentes del sistema semiautomático.	41
Figura 5. 1. Chumaceras a emplearse en la máquina.	46
Figura 5. 2. Circuito de control del motorreductor.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1. Tareas por objetivo.	5
Tabla 3. 1. Descripción de ponderación.	9
Tabla 3. 2. Tipo de material para la construcción de la máquina pesadora y selladora	9
Tabla 3. 3. Ponderaciones para la selección de la tolva.....	11
Tabla 3. 4. Selección del dosificador a implementarse.	12
Tabla 3. 5. Selección del tornillo sin fin a emplearse.	14
Tabla 3. 6. Ponderaciones para la selección del sellado.	18
Tabla 3. 7. Características de la selladora manual.....	18
Tabla 3. 8. Selección del sistema de pesado.	23
Tabla 3. 9. Ponderaciones para la selección del sellado.	25
Tabla 3. 10. Características Atmega.	26
Tabla 3. 11. Características técnicas del LCD.	27
Tabla 3. 12. Selección de alternativas para el mecanismo de sellado.	29
Tabla 4. 1. Variable Dependiente.	31
Tabla 4. 2. Variable Independiente.....	31
Tabla 4. 3. Puntos de importancia en las demandas del usuario.	33
Tabla 4. 4. Detalle de características técnicas que solicita el usuario.	33
Tabla 5. 1. Densidad promedio de los productos.....	43
Tabla 5. 2. Resultado de las ecuaciones calculadas.....	44
Tabla 5. 3. Resultado para el diseño del tornillo sin fin.	44
Tabla 5. 4. Características del motorreductor.	45
Tabla 5. 5. Resultados del sistema de transmisión por bandas.	45
Tabla 5. 6. Características de a chumacera.....	46
Tabla 5. 7. Dimensionamiento del eje del tornillo sin fin.	47
Tabla 5. 8. Relación de transmisión de la máquina.	47
Tabla 5. 9. Consideraciones del usuario a la máquina.....	48
Tabla 5. 10. Relación de peso del producto.....	48
Tabla 5. 11. Relación de tiempo de pesado y sellado del producto.....	48
Tabla 5. 12. Tiempo y temperatura a utilizaren el sistema.	49
Tabla 5. 13. Elementos del sistema eléctrico.....	50
Tabla 5. 14. Posibles fallas de la máquina.....	51
Tabla 6. 1. Costo de la estructura de la máquina.	53

Tabla 6. 2. Costo del sistema de transmisión.	53
Tabla 6. 3. Costo del material eléctrico.	54
Tabla 6. 4. Costo de materiales adicionales.....	55
Tabla 6. 5. Costo total de la máquina.	55
Tabla 6. 6. Cálculo económico.	56

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA DE PESADO Y SELLADO DE PRODUCTOS GRANULADOS EN EL SUPERMERCADO “CASTRO”.

Autores:

Alex Wladimir Tepan Tenempaguay

Carlos Bladimir Ynde Manobanda

RESUMEN

En la actualidad el Cantón Tisaleo Provincia de Tungurahua es una de las principales distribuidoras de productos granulados en las parroquias, por lo cual es necesario tener una eficiencia de pesado y sellado. El proyecto surge de la necesidad de contar con una máquina que permita disminuir el tiempo de pesado y sellado que sea de sencilla operación. Como objetivo fundamental es el diseño e implementación de una maquina semiautomática de pesado y sellado de productos granulados en el supermercado Castro. El funcionamiento de la maquina semiautomática se establecieron tecinas correspondientes como sistema electrónico para el pesado y sistema mecánico para el sellado, lo cual se utilizó un micro controlador Admega 328 que nos permite controlar las variables de entrada (selectores, pulsadores, sensor de peso) y salida (motor reductor, luz piloto, servo motor, LCD). El pesado se hace por medio del control de giro de un tornillo sin fin, el producto fluye hasta la tolva de pesado y posteriormente obtenido la cantidad programada se descarga a la funda para su sellado. El proceso de pesado y sellado se pueden visualizar en un LCD. Los resultados obtenidos de la implementación determinaron que la maquina logro reducir el tiempo y obtuvo peso exacto con comparación con el proceso manual.

PALABRAS CLAVES: semiautomática, empackado y sellado, Atmega328.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

THEME: "THE DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A SEMIAUTOMATIC HEAVY AND SEALED MACHINE OF GRANULATED PRODUCTS IN THE CASTRO SUPERMARKET."

Authors: Tepan Tenempaguay Alex Wladimir

Ynde Manobanda Carlos Bladimir

ABSTRACT

At present, Canton Tisaleo Province of Tungurahua is one of the main distributors of granular products in the parishes, so it is necessary to have efficient weighting and sealing. The project arises from the need for a machine that allows to reduce the weighting and sealing time and becoming easy to operate. The main objective is the design and implementation of a semi-automatic weighting and sealing machine for granulated products in the Castro supermarket. The operation of the semiautomatic machine was established as an electronic system for weighting and mechanical system for sealing, which uses an Admega 328 microcontroller that allows us to control the input variables (selectors, pushbuttons, weight sensor) and output (reducing motor, pilot light, servo motor, LCD). The weighting is done by the rotation control of an endless screw. The product flows to the weighing hopper, and after obtaining the programmed quantity is discharged to the sheath for sealing. The weighting and sealing process can be displayed on an LCD. The results obtained from the implementation determined that the machine reduced the time and obtained the exact weight in contrast to the manual process.

Keywords: Semi-automatic, Packed and Sealed, Atmega 328.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de la tesis al Idioma Inglés presentado por los estudiantes **Alex Wladimir Tepan Tenempaguay** y **Ynde Manobanda Carlos Bladimir** de la **CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**, cuyo título versa **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA DE PESADO Y SELLADO DE PRODUCTOS GRANULADOS EN EL SUPERMERCADO CASTRO**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, febrero del 2020

Atentamente



Mg. Bolívar Maximiliano Cevallos Galarza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C: 091082166-9

1. INFORMACIÓN GENERAL

Propuesto por:

- Alex Wladimir Tepan Tenenpaguay
- Carlos Bladimir Ynde Manobanda

Tema aprobado:

Diseño e implementación de una máquina semiautomática de pesado y sellado de productos granulados en el “supermercado Castro”.

Carrera:

Ingeniería Electromecánica

Director del proyecto de titulación:

Ing. Segundo Cevallos Ms.C,

Equipo de trabajo:

- Ing. Segundo Cevallos Ms.C.
- Celular: 0994793325
- Correo electrónico: segundo.cevallos@utc.edu.ec
- Dirección: Latacunga

Coordinador del proyecto

- Nombre: Alex Wladimir Tepan Tenmepaguay
- Celular:0999862235
- Correo electrónico: alextepan0@utc.edu.ec

Coordinador del proyecto

- Carlos Bladimir Ynde Manobanda
- Celular: 0988025188
- Correo electrónico: Carlos.ynde3@utc.edu.ec

Tutor de la propuesta tecnológica, asesor técnico:

Ing. Segundo Cevallos Ms.C,

Lugar de ejecución:

Región Sierra, provincia de Tungurahua cantón Tisaleo, Supermercado Castro

Tiempo de duración del proyecto:

6 meses

Fecha de entrega:

febrero 2020

Líneas y sublíneas de investigación a las que se asocia el proyecto:

Líneas de investigación:

Procesos industriales

Esta línea de investigación está enfocada a promover el desarrollo de tecnologías y procesos en alimentos de consumo humano, que permite mejorar el proceso de pesado y sellado de productos granulados en el supermercado Castro.

Sub líneas de investigación:

Diseño construcción y mantenimiento de elementos y sistemas electromecánicos

Esta sublínea de investigación está enfocada en el diseño, control y protección de sistemas y procesos, los cuales reemplazan a los métodos tradicionales de pesado y sellado de productos granulados para lograr mejores beneficios.

Tipo de propuesta tecnológica:

Debido a la innovación del proyecto (pesado y sellado de productos granulados) los clientes estarán más satisfechos y conformes por el servicio que garantiza la cantidad justa de su compra en un determinado tiempo.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. Título de la propuesta tecnológica

Diseño e implementación de una máquina semiautomática de pesado y sellado de productos granulados en el “Supermercado Castro”.

2.2. Tipo de alcance

Productivo: Con la implementación de la máquina se pretende reducir el tiempo en el proceso de pesado y sellado y garantizar cantidades exacta en un tiempo establecido.

2.3. Área del conocimiento

Ingeniería, Industria y Construcción

2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica

En la actualidad el supermercado Castro es una de las principales distribuidoras de producto granulado a las Parroquias este proyecto se realiza tomando en cuenta la pérdida de tiempo al pesar y sellar manualmente el producto, el objetivo es entregar una cantidad de pesado y sellado de productos dentro de un tiempo establecido implementando una máquina semiautomática que facilite y garantice el pesado y sellado.

2.5. Objeto de estudio y campo de acción

2.5.1. Objeto de estudio

Máquina

2.5.2. Campo de acción

Construcción de un sistema semiautomático de pesado y sellado de productos granulados para la reducción de tiempo de operación y garantizar la cantidad exacta del producto.

2.6. Situación problémica y problema

2.6.1. Situación problémica

El pesado y sellado de productos la realiza un operador en forma manual, lo que hace que el producto final no cumpla con el peso correcto en la mayoría de las veces ya que el supermercado Castro es el principal distribuidor de alimentos granulados, el proceso de pesado y sellado lo realizan manual mente lo que toma mucho tiempo en realizar dicho proceso y además surgen perdidas de materia prima y existe mucho desgaste físico en el operador.

Como consecuencia de lo anterior se ha hecho necesario aplicar los conocimientos adquiridos en nuestra formación profesional para realizar el diseño y construcción de una máquina de pesado y sellado semiautomático de productos granulados para el supermercado Castro.

2.6.2. Problema

¿Cómo incide la falta de un sistema semiautomático en el proceso de pesado y sellado de productos granulados en la disminución del tiempo de operación?

2.7. Beneficiarios

Directos. El micro mercado Castro debido a la implementación de la máquina, y los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica.

Indirectos. Personal encargado en pesar y sellar los productos alimenticios granulados.

2.8. Hipótesis

La implementación de una máquina pesadora y selladora permitirá disminuir el tiempo de operación y tener mejor precisión en el peso para producto granulado en el supermercado Castro ubicado en la provincia de Tungurahua.

2.9. Objetivos

2.9.1. Objetivo general

Construir una máquina semiautomática de pesado y sellado en fundas plásticas mediante mecanismos y microcontroladores, que permitan disminuir el tiempo de operación y tener mejor precisión en el peso del producto al supermercado Castro ubicado en la provincia de Tungurahua.

2.9.2. Objetivos específicos

- Identificar los distintos tipos de máquinas pesadoras y selladoras para seleccionar la que mejor se adapte a las necesidades del supermercado Castro.
- Construir el sistema de pesado y un mecanismo de sellado en fundas plásticas en base a las necesidades del supermercado Castro.
- Implementar el sistema de funcionamiento de pesado y sellado de funda para la máquina.

2.10. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos

En la tabla 2.1 se muestra los resultados y medios de verificación que se obtuvieron de las tareas por objetivo con el fin de llevar una buena estructura del trabajo.

Tabla 2. 1. Tareas por objetivo.

Objetivos	Actividad	Resultado de las actividades	Medios de verificación
Identificar los distintos tipos de máquinas pesadoras y selladoras	Recopilación de información de diferentes autores que traten sobre el pesado de alimentos para producto granulado	Conocer los resultados de cada uno de los temas elaborados del sistema de sellado	Desarrollo del marco teórico
Diseñar y construir el sistema de pesado y sellado	Análisis de procesos similares e investigación de normativas a ejecutarse	Conocimientos generales de los procesos y funcionamiento cada una de las partes del sistema de medición	Planos
Implementar el sistema de funcionamiento de pesado y sellado	Aplicación de la memoria de cálculo y el alcance del proyecto	Búsqueda de fórmulas para el dimensionamiento	Metodología y análisis de resultados
		Delimitación del proyecto	Desarrollo de la metodología
	Detalle de la ingeniería Y los instrumentos de medida y control	Diseño de la máquina Búsqueda los instrumentos de medición	Técnicas de anexos

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Contextualización

Para este proyecto se adoptaron diferentes normas nacionales e internacionales que permitirán que el mismo sea realizado de la mejor manera y cumpla con los reglamentos establecidos por organizaciones dedicadas a normalizar los diseños de máquinas, y el peso específico para los productos alimenticios. La implementación de una máquina dosificadora de producto granulado está dirigido hacia el beneficio de los micro mercados en los cuales se generan grandes cantidades de pesado y sellado de productos alimenticios en los que adquieren los productos en libras y kilogramos, es por eso que se emplearon las siguientes normas NTE INEN ISO/IEC 17025: 2006. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración ecuatoriano en lo cual hace referencia que el estado controla que no se estafe al usuario en la parte de la adquisición del producto. De igual manera se encuentran normas establecidas para el diseño de la máquina dosificadora de productos granulados alimenticios INEN 1672-2, 2009 pág. 2 que hace referencia al diseño, procesamiento de alimentos y requisitos de higiene en la implementación de máquinas que procesan alimentos.

3.2. Análisis de los trabajos precedentes

- En el año 2007, Santacruz y Suarez en su trabajo de investigación concluyen que, El modelo final obtenido de la máquina establece una alternativa real para su implementación, quedando pendiente la evaluación final y los posibles ajustes en el sistema de control del diseño y modelamiento de una maquina dosificadora y empacadora de frutas deshidratadas de la misma. Sin embargo, los resultados obtenidos son una base fundamental para una eventual implementación como sistema de empaque en una situación real [1].
- En el año 2011, Avendaño y Puerto en su trabajo de investigación concluyen que actualmente el crecimiento de actividad de producción en una empresa obliga a esta a buscar nuevas soluciones de calidad así dando oportunidad de implementar nuevos sistemas de diseño tanto de máquinas como del mismo sistema que las gobierna, aplicando tecnologías como las del plc y neumática. En el diseño de un sistema de control para empacadora [2].
- En el año 2015, Veloz y Veloz en su trabajo de una estación de dosificación de productos a granel para prácticas de automatismo industrial concluyen que se determinó que existen diferentes tipos de sistemas para la dosificación de un producto y estos están basados bajo las necesidades que necesite el proceso. Esto quiere decir que la elección del dosificador dependerá de los parámetros que se requieran aplicar en un proceso determinado.

- En el año 2008, Aguinza Durazno en su trabajo de diseño y construcción de una máquina dosificadora automática de encimas para balanceado de camarón para la empresa empagran s.a determina que la dosificación de materiales es un aspecto muy importante en ciertas industrias, donde el producto final constituye una mezcla de diferentes componentes los cuales deben ser aplicados o transportados en su proporción exacta cumpliendo así con el requerimiento final de la mezcla o fórmula [3].

La información recopilada de trabajos previos ha sido de gran ayuda para la realización de este proyecto ya que ayuda mucho para seleccionar el tipo de máquina y sistemas de mecanismo para el pesado y sellado de productos granulados del supermercado Castro.

3.3. Descripción del proceso luego de la construcción de la máquina

El supermercado se dedica a la venta de alimentos granulados al por mayor y menor con su pesado y sellado del producto, el proceso comienza desde que los camiones depositan la materia prima en una bodega y esta es transportada a la tolva, el operador de la máquina podrá manipular la cantidad que desee a través de un selector, y el sellado se lo realizará con un cierto tiempo de manera manual; la máquina opera de la siguiente manera (ver figura 3.1).

- Pesa el producto
- Sella el producto
- Se entrega al cliente el producto

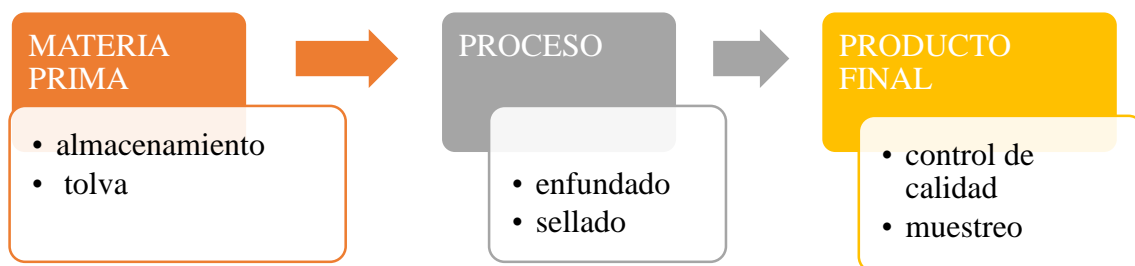


Figura 3. 1. Proceso de aplicación.

3.4. Materiales en el diseño mecánico

En el diseño de cualquier máquina o dispositivo es importante conocer las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales que se usarán para determinar:

- El comportamiento, ante estas variables que presentara en el medio de trabajo el equipo diseñado.
- El momento o las condiciones en que pueden presentar fallas o cambios drásticos en el material.
- Los cuidados o recomendaciones que se deben tener en cuenta para su utilización.

3.4.1. Clasificación de los materiales

Los materiales para el diseño mecánico se clasifican generalmente en cinco grupos: metales, cerámicos, polímeros, semiconductores y materiales compuestos (Ver figura 3.2).

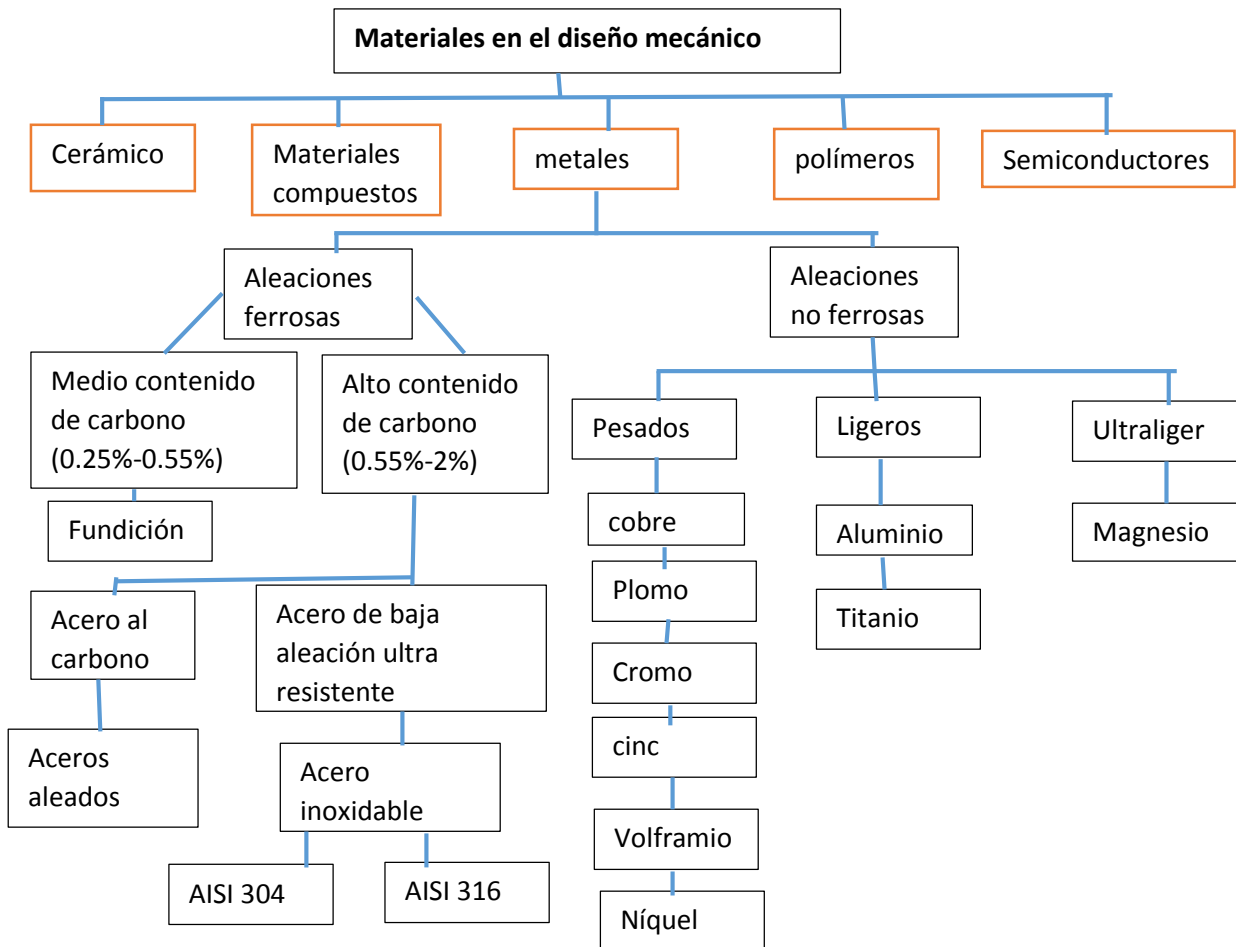


Figura 3. 2. Clasificación de los materiales de diseño mecánico.

Fuente: [4].

3.5. Criterios de selección del material a emplearse en la construcción de la máquina

Se elaboró una tabla cuantitativa donde se especifica una breve descripción de las diferentes alternativas que existe en el mercado para el diseño de la máquina pesadora y selladora de productos granulados.

Tabla 3. 1. Descripción de ponderación.

Valoración de cada número	
3 a 4	Regular
5 a 6	Bueno
7 a 8	Muy bueno
9 a 10	Excelente

Esta ponderación fue dada por la electrónica ENRIQUES y el centro ferretero DIPAC ya que para las alternativas de selección de los materiales de la máquina se tomó en cuenta el costo, peso, durabilidad, adaptabilidad, y tiempo de vida.

3.5.1. Criterio de selección del material de la pesadora y selladora

Tabla 3. 2. Tipo de material para la construcción de la máquina pesadora y selladora

Características	Alternativa 1 ANSI 302 ACERO NEGRO	Alternativa 2 ANSI 304 ACERO INOXIDABLE	Alternativa 3 ANSI 420 ACERO CROMO
Costo	4	9	9
Peso	7	7	7
Diseño	9	6	6
Durabilidad	9	6	6
Adaptabilidad	7	7	7
Tiempo de vida	9	10	7
Resistencia	9	6	6
Ponderación	54	51	48

De acuerdo al criterio de selección la mejor alternativa fue el acero inoxidable AISI 304 de 2mm de espesor por su no reacción química con el alimento.

Sus características se obtienen mediante la formación de una película adherente e invisible de óxido de cromo. La aleación 304 es un acero inoxidable austenítico de uso general con una estructura cúbica de caras centradas. Es esencialmente no magnético en estado recocido y sólo puede endurecerse en frío. Su bajo contenido en carbono con respecto a la aleación 302 otorga

una mejor resistencia a la corrosión en estructuras soldadas son aleaciones de hierro con un mínimo de un 10,5% de cromo (ANEXO I).

3.6. Tolva de almacenamiento

La tolva recibe el producto de la línea de producción ya sea por una banda transportadora, por un tornillo transportador o descargándolo manualmente. La función principal de la tolva es mantener producto en su interior para ser dosificado o proporcionado en cantidades a elegir [5].

3.6.1. Elementos de una tolva en general

Las tolvas de almacenamiento constan de las siguientes partes

- Carcasa cilíndrica – cónico
- Sistema de descarga
- Tapa de sistema de descarga

3.6.2. Tipos de tolvas de almacenamiento de alimentos

La diferente tipología del producto depende, como no, del uso que le vamos a dar, por eso es importante en primer lugar plantear cuales son nuestras necesidades, que es lo que estamos buscando y que es lo que mejor se adapta a nuestra forma de trabajar. Aquí le exponemos de forma sintética la diferente tipología de las tolvas [5].

3.6.3. Tolvas según su forma

➤ Tolva rectangular

De acero al carbono 2 fases, con cubierta. Diseño y fabricación adaptable para cualquier capacidad.

➤ Tolva cuadrada

De acero al carbono, para almacenamiento de alpe rujo de dos fases y descarga mediante válvula tajadera neumática la forma cuadrada de la tolva permite una mayor área de recepción de desechos al momento de ser descargadas desde un volquete.

➤ Tolva piramidal

La configuración standard de fabricación de este tipo de equipos, tradicionalmente, es la inclusión de un tronco piramidal invertido con una apertura inferior cuadrada para la salida del producto almacenado, y un faldón perimetral de la altura necesaria como para otorgar la capacidad de almacenamiento deseada.

3.6.4. Tolvas automáticas

➤ **Tolvas de pistón**

Se emplea para el suministro de alimentos líquidos y semilíquidos. En este caso la tolva es hermética conteniendo en su interior líquido que se va distribuyendo a medida que se desplaza el pistón por el interior de la tolva. Esta es la tolva automática perfecta para alimentos líquidos de alta densidad o viscosos, aunque puede ser usada con líquidos normales.

3.6.5. Criterio de selección de la tolva a emplearse en la máquina

Tabla 3. 3. Ponderaciones para la selección de la tolva.

Características	Alternativa 1 Tolva Rectangular	Alternativa 2 Tolva Pistón	Alternativa 3 Tolva Cuadrada	Alternativa 4 Tolva Piramidal
Costo	6	4	4	9
Peso	4	6	4	7
Periodo de mantenimiento	7	7	7	7
Diseño	6	7	9	4
Adaptabilidad	4	4	4	7
Tiempo de vida	4	4	4	7
Ponderación	31	32	32	41

Para el diseño de la maquina se utilizó una tolva piramidal con una ponderación de 41 puntos ya que se usa para agregar un producto a una mezcla (a cierta velocidad) o para la alimentación directa de la ensacadora.



Figura 3. 3. Tolva piramidal.

Fuente: [5].

3.7. Dosificador

Aparato o mecanismo que sirve para suministrar cantidades determinadas de un producto o sustancia [6].

3.7.1. Tipos de dosificadores

Existen diferentes tipos de dosificadores, se van a describir los más utilizados en la industria alimenticia especialmente para la dosificación de producto granulado [3].

➤ Dosificador por vibración

Este sistema es práctico para dosificar productos secos de estructura rígida con una precisión no muy alta. Este compuesto por un elemento que produce la vibración y un soporte elástico.

➤ Dosificador por tornillo

El elemento de dosificación en este tipo es una rosca, que al girar desenroscando traslada el material desde la tolva a la salida.

3.7.2. Criterio de selección de la dosificadora a emplearse en la máquina.

Tabla 3. 4. Selección del dosificador a implementarse.

Característica	Alternativa 1 Dosificación por vibración	Alternativa 2 Dosificación por tornillo sin fin
Costo	6	9
Peso	4	7
Periodo de mantenimiento	7	7
Diseño	6	4
Adaptabilidad	4	7
Vida útil	4	7
Ponderación	31	41

Para el diseño de la máquina se utilizó la dosificadora por tornillo sin fin por una solución sencilla y económica para la dosificación continua o el llenado por fundas. Los dosificadores en formato de tornillo sin fin trabajan con precisión, son fáciles de limpiar y se pueden ajustar de forma rápida y flexible para nuevos productos.

3.7.3. Descripción del tornillo sin fin en la máquina

En 1 tenemos la tolva con producto granulado, 2 el motorreductor de velocidad variable y 3 el tornillo sin fin dentro de su camisa. Este sistema es de precisión.

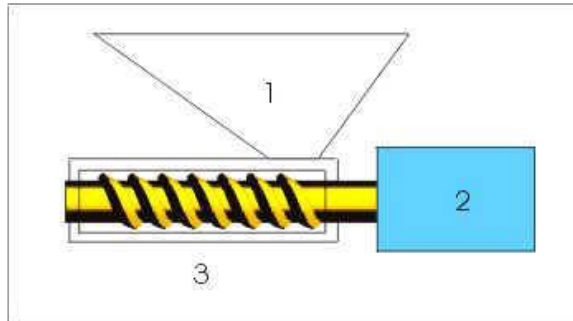


Figura 3. 4. Partes un dosificador con tornillo sin fin.

Fuente: [4].

➤ **Tornillo sin fin**

En ingeniería mecánica se denomina tornillo sin fin a un dispositivo que transmite el movimiento entre ejes que son perpendiculares entre sí, mediante un sistema de dos piezas.

3.7.4. Tipos de transportador de tornillo sin fin

➤ **Transportador de tornillo sin fin standard**

Son usados para el traslado de la mayoría de los materiales. El diámetro del tornillo es igual paso del mismo.

➤ **Transportador de tornillo sin fin standard con doble hélice**

Son requeridos para una proyección suave y descarga de ciertos materiales.

➤ **Transportador de tornillo sin fin standard con paletas**

Están equipados con paletas ajustables, las cuales hacen oposición al flujo de materiales suficientemente para proveer una mezcla moderada en tránsito.

3.7.5. Criterio de selección de la tolva a emplearse en la máquina.

Tabla 3. 5. Selección del tornillo sin fin a emplearse.

Características	Alternativa 1 tornillo sin fin standard con doble hélice	Alternativa 2 tornillo sin fin standard	Alternativa 3 tornillo sin fin standard con paletas
Costo	4	9	4
Peso	6	7	6
Temperatura	1	1	1
Diseño	7	9	7
Adaptabilidad	9	9	9
Tiempo de vida	6	7	6
Ponderación	33	42	33

Para el diseño de la dosificación se utilizó el tornillo sin fin estándar como se muestra en la figura 3.5. ya que es uno de los dispositivos más versátiles y ampliamente utilizado para el transporte de producto granulares en muchas industrias.

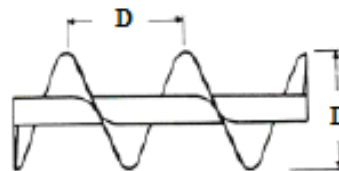


Figura 3. 5. Tornillo sin fin estándar.

Fuente: [3].

3.7.6. Boquilla o tubo de descarga

Las boquillas o tubos de descarga son los encargados de impedir que el producto que sale pesado no se riegue o desperdicie, y se dirija correctamente a la funda plástica para el proceso de sellado.

Para el sistema de dosificación, se diseñó una boquilla cónica y de paredes inclinadas, de tal forma que la descarga deslice por la parte interior.

Debido al tipo de material que se va a manipular con la máquina de pesado y sellado (alimento para consumo humano) y a su capacidad de dosificación, la boquilla cónica debe cumplir los siguientes requerimientos:

- El material de la boquilla no debe reaccionar químicamente con el alimento.
- El material de la boquilla debe impedir la unión contaminante biológicos.
- La capacidad de la boquilla debe permitir pasar el producto preestablecido.



Figura 3. 6. Diseño de la boquilla de descarga.

Fuente: [7].

El sistema de la tolva cónica se utiliza para el momento de caer el producto granulado pesado se introduce la funda plástica y así sellarle manualmente mediante un mecanismo.

3.8.Estudio de los sistemas de sellado

3.8.1. Sellado por inducción

Es un sistema que mediante un proceso de calentamiento por inducción de corriente realiza un sello entre un polímero y el envase.

Los componentes del sistema son: una fuente de potencia y un cabezal de sellado. El cabezal es una caja plástica que posee un espiral conductor que al activarse por la fuente de potencia produce una corriente electromagnética.

Para el sellado el envase y el sello ingresan a la corriente que genera calor, debido al aluminio que se comporta como resistencia a al paso de corriente, ese calor derrite el sello dando una hermeticidad final a este sistema de sellado [8].

Ventajas

- Reducción de peso de los envases.
- Reducción de mantenimiento y aumento de velocidad de producción
- Mantiene la frescura del producto (olor, color, sabor)

Desventajas

- Alto consumo de energía
- Alta restricción en materiales de sellado
- Funciones limitadas (uso general para sellado de botellas)

3.8.2. Sellado por mordazas

El sellado térmico por mordazas consiste en el calentamiento de dichas mordazas por resistencias colocadas en su interior, su alta temperatura regulada por pirómetros y una pequeña presión en el empaque permite el sellado.

Las mordazas son bloques de hierro fundido o bronce con superficie rugosa que evitan que la funda se pegue, en su interior se encuentran dos ranuras cilíndricas, en una se coloca la resistencia para el calentamiento y en el otro pirómetro para el control de la temperatura.

Ventajas

- Temperatura en las mordazas controladas fácilmente.
- Ranuras en las mordazas ayudan a un sellado hermético.
- Vida útil de las mordazas y componentes es muy alta.
- Sella continuamente los empaques.

Desventajas

- Fabricación de las mordazas requieren mucho material y se dificulta de acuerdo a su tamaño.
- Calentamiento de las mordazas no es instantáneo.
- Alto costo dependiendo del material

3.8.3. Sellado por ultrasonido

Este tipo de sellado emplea vibraciones acústicas ultrasónicas que trabajan a altas frecuencias, las que permiten la unión de la funda.

El sellado por ultrasonido se compone de: Un yunque donde se coloca el plástico y permite que las vibraciones sean dirigidas a las interfaces, una pila de ultrasonidos compuesta por un transductor o pieza eléctrica, un aumentador de presión y un convertidor que convierte la señal eléctrica en una vibración mecánica que permite modificar la amplitud de la vibración.

Ventajas

- Permite el ahorro de energía y tiempo de sellado.
- Se puede sellar todo tipo de termoplásticos y la combinación de estos.
- Tiene una elevada resistencia de cierre.

Desventajas

- Se utiliza para sellar plásticos gruesos como PVC.
- El sistema es muy caro debido a que emplea elementos específicos.
- Utiliza niveles altos de voltaje y calor, por lo que el fabricante del equipo debe suministrar un manual de operación y la seguridad para manejar el equipo.

3.8.4. Sellado por niquelina

El sellado por “impulso” utiliza selladoras tipo cizalla que se abren y se cierran, emplea bandas planas o circulares de niquelina que se calientan en periodos cortos de tiempo y sellan la funda. La niquelina funciona como resistencia al paso de corriente eléctrica permitiendo que esta se caliente, la temperatura de la niquelina se regula por medio del voltaje que se suministra y por un temporizador.

Ventajas

- Ofrece un sellado uniforme.
- Costo es mínimo.
- Fácil instalación en cualquier equipo.

Desventajas

- La niquelina tiene poco tiempo de vida útil, debido a que se quema al calentarse por mucho tiempo.
- El recubrimiento de teflón se quema fácilmente cuando hay exceso de temperatura en la niquelina.
- Material frágil depende de la geometría.
- El sellado es defectuoso cuando los espesores de los empaques son muy pequeños o muy grandes

3.8.5. Criterio de selección del material para sellar la funda plástica a emplearse en la construcción de la máquina

Tabla 3. 6. Ponderaciones para la selección del sellado.

Características	Alternativa 1 Por inducción	Alternativa 2 Niquelina	Alternativa 3 Ultrasonido	Alternativa 4 Mordaza
Costo	4	9	4	4
Peso	6	7	6	4
Temperatura	9	9	9	9
Diseño	7	9	7	6
Adaptabilidad	9	9	9	9
Tiempo de vida	6	7	6	7
Ponderación	41	50	41	39

De acuerdo al criterio de selección considerando costos la mejor alternativa 2 es la selladora por niquelina ya que es comercial, en esta etapa la distancia entre balanza y selladora es importante por el espacio requerido, este debe ser suficiente para ingresar la funda donde caerá el producto debidamente pesado, como se observa en la figura 3.7.

Tabla 3. 7. Características de la selladora manual.

MODELO DE LA SELLADORA MANUAL DE IMPULSO	
DESCRIPCION	CARACTERISTICA
Voltaje	110 V
Potencia	300 W
Ancho de niquelina	2mm

Fuente: [9].

Se selecciona de acuerdo a sus características ya que es un sistema de impulso, hace que caliente el elemento de forma instantánea y sella la funda plástica, temperatura regulable según el espesor de la funda plástica. como se muestra en la figura 3.7 (ANEXO II).



Figura 3. 7. Selladora manual.

Fuente: [8].

3.9.Mecanismos de cierre de mordazas en el sistema de sellado

La separación es importante para facilitar la introducción de las fundas entre ellas se establece una separación de 15 a 20 cm permitiendo el funcionamiento de la mandíbula móvil haciendo que esta permanezca separada respecto a la fija juntándose únicamente en el momento que se aplica la fuerza de sellado y retorna inmediatamente a su posición inicial cuando no actúa.

Para que esto suceda es necesario una fuerza recuperadora en sentido contrario a la fuerza de sellado la que se logra por medio de la acción de resortes helicoidales de compresión en los ejes como se muestra en la figura 3.8.

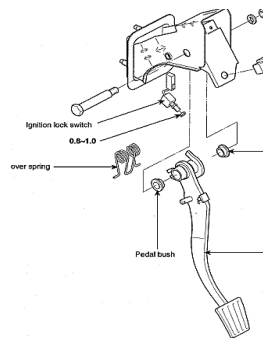


Figura 3. 8. Elementos que conforman los sellados.

Fuente: Grupo de investigación.

3.10. Chumaceras

La chumacera u horquilla es una pieza de metal o madera con una muesca en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria. Ésta se usa también en las embarcaciones de remo, donde se apoya el remo permitiéndole que gire en su eje longitudinal, y también que se pueda mover el remo en torno a el eje vertical del portante.

3.11. Cojinetes

Es el conjunto de esferas que se encuentran unidas por un anillo interior y uno exterior, el rodamiento produce movimiento al objeto que se coloque sobre este y se mueve sobre el cual se apoya [3].

- **Tipo de cojinetes**
- **Cojinetes rígidos de bolas**

Robustos, versátiles y silenciosos. Pueden funcionar a altas velocidades y son fáciles de montar. Los rodamientos de una hilera también están disponibles en versiones obturadas; están lubricados de por vida y no necesitan mantenimiento. Los rodamientos de una hilera con escote de llenado y los de dos hileras son adecuados para cargas pesadas.

- **Cojinetes de agujas**

Su baja sección transversal los hace adecuados para espacios radiales limitados. Pueden soportar cargas radiales pesadas. La amplia variedad de diseños, incluyendo cojinetes combinados para cargas radiales y axiales, permite unas disposiciones de cojinetes sencillas, compactas y económicas.

3.12. Sistemas de control de la pesadora y selladora

Es un conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados deseados. En la aplicación utilizamos el circuito abierto como muestra la figura 3.9.

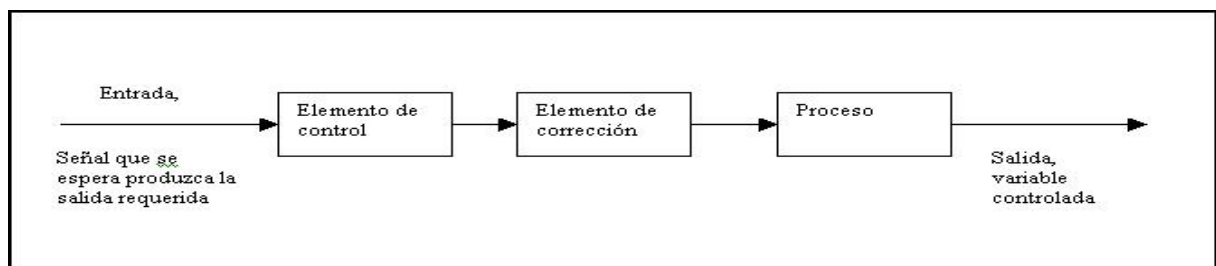


Figura 3. 9. Mecanismo de sellado.

3.13. Dispositivos y componentes del sistema de pesado

3.13.1. Sensores

Los sensores o transductores son dispositivos que transforman una cantidad física de entrada en otra de salida equivalente. Nos concentraremos especialmente en los sensores eléctricos, es decir aquellos cuya salida es una señal eléctrica de tensión o corriente. Esta salida puede ser digital, en los casos donde funcionan como elementos de detección, o analógica, cuando se trata

de una medición. Por otra parte, los actuadores o accionamientos son los encargados de realizar un trabajo y producir cambios energéticos en el proceso [10].

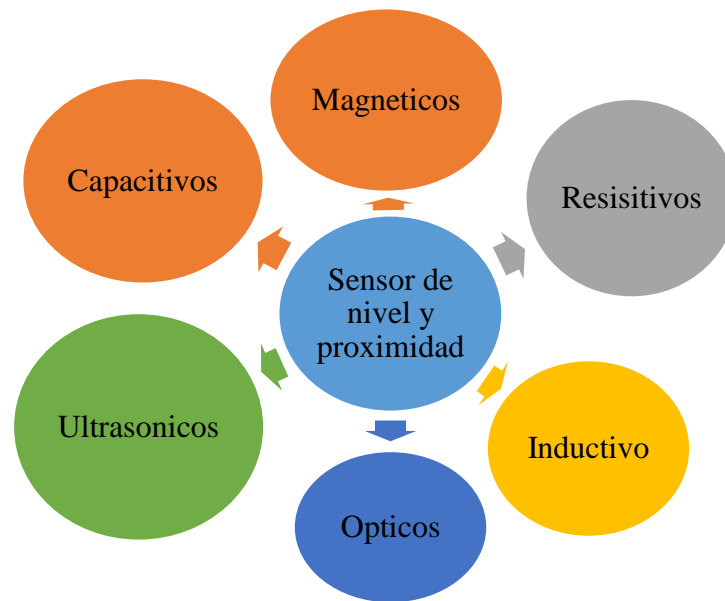


Figura 3. 10. Clasificación de los sensores de nivel y proximidad.

Fuente: [10].

De acuerdo con su aplicación, un sensor puede estar formado por materiales metálicos, no metálicos, orgánicos o inorgánicos, y por fluidos, gases, plasmas o semiconductores. Al usar características especiales de esos materiales, los sensores convierten la cantidad o propiedad medida en una salida analógica o digital. Por ejemplo, el funcionamiento de un termómetro ordinario de mercurio, se basa en la diferencia entre la dilatación térmica del mercurio y la del vidrio.

Un tipo de clasificación muy básico es diferenciar a los sensores entre PASIVOS o ACTIVOS; los sensores activos generan la señal de salida sin la necesidad de una fuente de alimentación externa, mientras que los pasivos si requieren de esta alimentación para poder efectuar su función [11].

3.13.2. Tipos de Sensor peso

Son aquellos dispositivos electrónicos desarrollados con la finalidad es la de detectar los cambios eléctricos provocados por una variante en la intensidad de un peso aplicado sobre la báscula o balanza, información que a su vez transmite hacia un indicador de peso o controlador de peso [12].

➤ Células de carga

Las celdas de carga convencionales consisten en una pieza de metal a la que se adhieren galgas extensiométricas. Estas galgas cambian su resistencia eléctrica al traccionarse o comprimirse cuando se deforma la pieza metálica que soporta el peso del objeto; por tanto, miden peso.

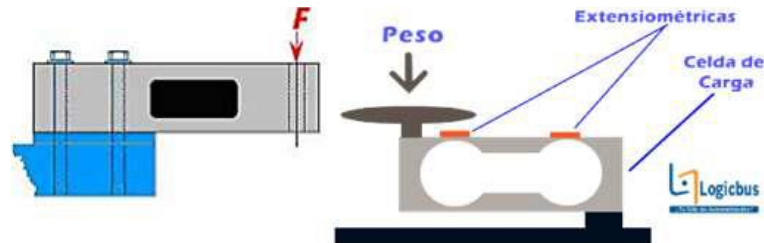


Figura 3. 11. Sensor de peso de carga.

Fuente: [12].

➤ Células de carga en forma de perno

Los sensores de fuerza en forma de perno constituyen uno de los componentes más importantes para la medición de fuerzas permiten una fácil incorporación en la aplicación sustituyendo pernos previamente instalados las áreas de uso son, por ejemplo, la maquinaria, sistemas de elevación e incluso la construcción de escenarios estos transductores de fuerza se planifican a menudo en el diseño de las máquinas, debido a su facilidad de integración directa en el trayecto de fuerza, sin ocupar espacio.

➤ Células de carga por tensión vincular

Los grandes dispositivos de elevación y las grúas suelen mover cargas de pesos muy elevados. En puertos (con movimiento de contenedor), en aplicaciones en alta mar o en obras de construcción, la seguridad en el movimiento de mercancías y cargas es de importancia primordial. Las personas y las máquinas deben estar protegidas y se debe garantizar un proceso sin riesgos. Para asegurar la manipulación de los contenedores se colocan las células de carga directamente en el trayecto de fuerza para evitar la sobrecarga de la estructura y de las máquinas. Se ofrecen versiones en dimensiones muy variadas.

3.13.3. Criterio de selección del material para del sistema de pesado.

Tabla 3. 8. Selección del sistema de pesado.

Características	Alternativa 1 Células de carga en forma de perno	Alternativa 2 Célula de carga	Alternativa 3 Células de carga por tensión vincular
Costo	4	9	4
Peso	6	7	6
Temperatura	9	9	9
Diseño	7	9	7
Adaptabilidad	9	9	9
Tiempo de vida	6	7	6
Ponderación	41	50	41

De acuerdo al criterio de selección considerando costos la mejor alternativa para el sistema de pesado es la célula de carga, ya que hay adaptaciones especiales de transductores de fuerza para su uso en equipos de pesaje y permiten exactitudes de medición muy elevadas entre el 0,01% y el 0,05% FE. Las células de carga se utilizan en plataformas de pesaje, equipos de llenado, sistemas de embalaje, sistemas de prueba dinámica, así como en balanzas electrónicas de precisión, dispositivos de etiquetado de precios y balanzas industriales [10].

Se utilizo un sensor de 50kg de alta calidad y precisión para uso de peso de diferentes granos de alimentos. Este sensor es diseñado para ser sistemas de pesaje completos. incluyen células de carga de alta capacidad y precisión, acompañadas de sensores de fuerza, extensómetro y ejes dinamométricos como se muestra en la figura 3.12.ver (ANEXO III)



Figura 3. 12. Sensores de peso.

Fuente: [10].

3.13.4. Ejecución de acciones de mando

Estas se pueden realizar por técnicas convencionales (pulsadores, interruptores, potenciómetros, etc. Las características del puesto de mando deben estudiarse cuidadosamente. Con el puesto de mando se debe buscar comodidad para el operador [13].

3.14. Plataforma Arduino microcontrolador

Arduino es una plataforma de electrónica de código abierto cuyos principios son contar con software y hardware fáciles de usar. Es decir, una forma sencilla de realizar proyectos interactivos para cualquier persona [14].

3.14.1. Tipos de Arduino

➤ Arduino Duemilanove

puede ser alimentado vía la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. El origen de la alimentación se selecciona automáticamente. Las fuentes de alimentación externas (no-USB) pueden ser tanto un transformador o una batería.

➤ Arduino mega

El Arduino Mega es una placa microcontrolador basada ATmega1280 (datasheet). Tiene 54 entradas/salidas digitales (de las cuales 14 proporcionan salida PWM), 16 entradas digitales, 4 UARTS (puertos serie por hardware), un cristal oscilador de 16MHz, conexión USB, entrada de corriente, conector ICSP y botón de reset.

➤ Arduino nano

El Arduino Nano es una pequeña y completa placa basada en el ATmega328 (Arduino Nano 3.0) o ATmega168 (Arduino Nano 2.x) que se usa conectándola a una protoboard. Tiene más o menos la misma funcionalidad que el Arduino Duemilanove, pero con una presentación diferente.

➤ Atmega328

El Atmega328 AVR 8-bit es un Circuito integrado de alto rendimiento que está basado un microcontrolador RISC, combinando 32 KB (ISP) flash una memoria con la capacidad de leer-mientras-escribe, 1 KB de memoria EEPROM, 2 KB de SRAM, 23 líneas de E/S de propósito general, 32 registros de proceso general, tres temporizadores flexibles/contadores con modo de comparación.

3.14.2. Criterio de selección de Arduino para la máquina

Tabla 3. 9. Ponderaciones para la selección del sellado.

Características	Alternativa 1 Mega	Alternativa 2 Atmega328	Alternativa 3 Nano	Alternativa 3 Pro
Costo	4	9	4	4
Peso	6	7	6	4
Diseño	7	9	7	6
Adaptabilidad	9	9	9	9
Tiempo de vida	6	7	6	7
Ponderación	41	50	41	39

Se tomo como la mejor opción el Atmega328 con mayor puntaje que es la alternativa 2 este microcontrolador se puede utilizar para desarrollar elementos autónomos, o bien conectarse a otros dispositivos o interactuar con otros programas, para interactuar tanto con el hardware como con el software. Sirve tanto para controlar las variables de entra (pulsadores, selectores sensor de peso) y salida (LCD servomotor, motor reductor).

El Atmega328 ya que tiene las características necesarias para nuestro circuito integrado de alto rendimiento que está basado un microcontrolador, como se muestra en la figura 5.7 ver (ANEXO IV).

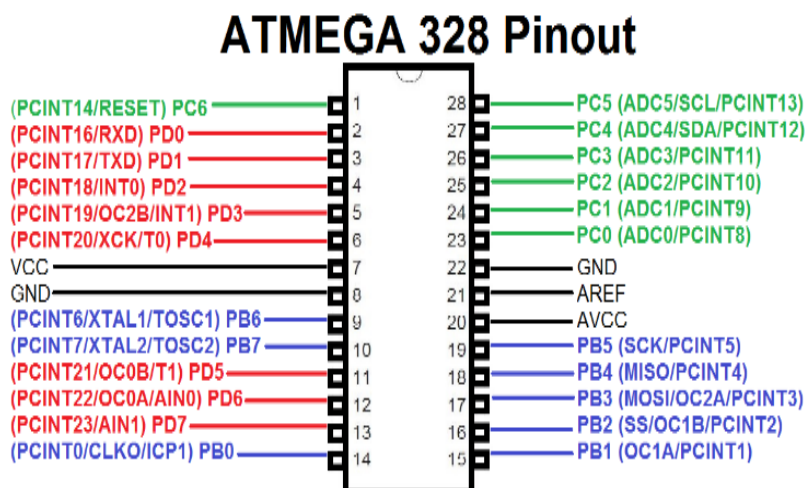


Figura 3. 13. Micro controlador.

Fuente: [14].

3.15. Características seleccionadas del micro controlador del Atmega 328

Tabla 3. 10. Características Atmega.

Características Atmega 328	
Descripción	Características
Voltaje de operación	1,8 a 5,5 VDC
Arquitectura de CPU	8 bit AVR
Memoria flash	32 KB
Frecuencia de operación	20Mhz
Pines	23

Fuente: [14].

3.16. Pantallas LCD

Una pantalla LCD son dispositivos diseñados para mostrar información en forma gráfica. LCD significa Liquid Crystal Display (Display de cristal líquido). La mayoría de las pantallas LCD vienen unidas a una placa de circuito y poseen pines de entrada/salida de datos, Atmega es capaz de utilizar las pantallas LCD para desplegar datos.

3.16.1. Tipos de pantallas LCD

Actualmente encontramos en el mercado tres tipos de pantallas lcd:

- Lcd de líneas.
- Lcd por puntos.
- Display OLED.
- Display LED.
- Display TFT.

Se seleccionó un LCD 20x4 ya que posee un tamaño apropiado para esta aplicación, permitiendo mostrar el menú de configuración del dispositivo de una manera más adecuada como se muestra en la figura 3.14 ver (ANEXO III)



Figura 3. 14. Pantalla LCD.

Fuente: [11].

Características técnicas que posee la pantalla LCD seleccionada.

Tabla 3. 11. Características técnicas del LCD.

Descripción	Características
Resolución	Horizontal y vertical
Pixeles	1280.720 hasta 3840.2160 pixeles
Tamaño	7 hasta 60 pulgadas

Fuente: [11].

Se selección esta pantalla LCD por su costo y su adaptabilidad a nuestro proyecto.

3.17. Pulsadores e indicadores

3.17.1. Luz piloto roja

Indica cuando el sistema ha parado por alguna averiaría que presente alguna etapa del proceso, el cual se enciende cuando el botón de paro ha sido accionado.

3.17.2. Luz piloto verde

Indica cuando el sistema automatizado está en funcionamiento y no presenta ninguna falla.

3.17.3. Selector

Selector industrial, que se observa en la Figura 3.15 posee dos estados que son encender y apagar el sistema según sea la necesidad de los usuarios.

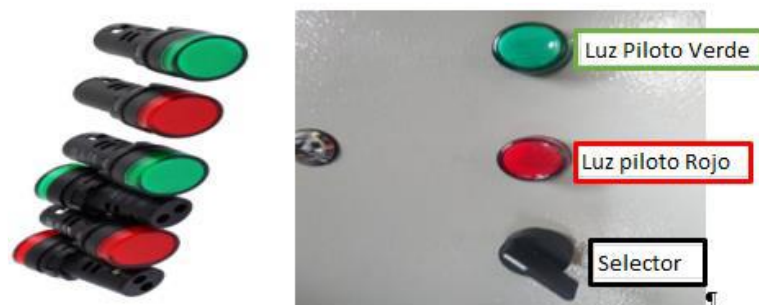


Figura 3. 15. Selector e indicadores.

Fuente: [13].

3.18. Servomotor o motorreductores lineales

Este sistema de sellado de películas plásticas consiste en implementar un servomotor para realizar el movimiento de los brazos figura, los cuales realizarán la apertura y cierre de las mordazas. De la misma manera que en el sistema de sellado mediante un cilindro neumático se acopla el sistema de corte de funda al interior de una de las mordazas.

➤ Motores DC

Es una máquina que convierte energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio, gracias a la acción de un campo magnético.

Un motor de corriente continua se compone principalmente de dos partes. El estátor da soporte mecánico al aparato y contiene los polos de la máquina, que pueden ser o bien devanados de hilo de cobre sobre un núcleo de hierro, o imanes permanentes. El rotor es generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, alimentado con corriente directa a través de delgas, que están en contacto alternante con escobillas fijas [15].

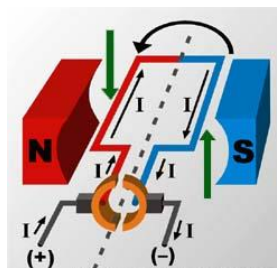


Figura 3. 16. Esquema de funcionamiento del motor DC.

Fuente: [15].

Este tipo de motor es empleado cuando es importante poder regular la velocidad del eje continuamente, y cuando se requiere de un torque de arranque elevado. Se utilizan además cuando es imprescindible usar corriente continua.

➤ Motor paso a paso

El motor paso a paso conocido también como motor de pasos es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso) dependiendo de sus entradas de control. El motor paso a paso se comporta de la misma manera que un convertor digital-analógico (D/A) y puede ser gobernado por impulsos procedentes de sistemas digitales.

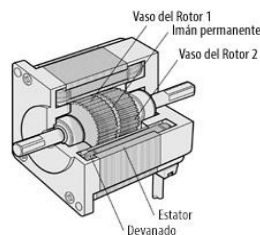


Figura 3. 17. Esquema de funcionamiento del motor DC.

Fuente: [15].

Existe una gran variedad de modelos de estos motores, los cuales varían en relación al número de fases de su estator, el tipo de alimentación, del número de paso por vuelta, el tipo de imanes, entre otras características. Respecto al control, existen tres modos: paso entero, medio paso y micro pasó.

3.18.1. Criterio de selección de mecanismos a utilizarse en la máquina

Tabla 3. 12. Selección de alternativas para el mecanismo de sellado.

Características	Alternativa 1 Un cilindro neumático	Alternativa 2 Servomotor o moto reductor lineal	Alternativa 3 Dos cilindros neumáticos
Costo	4	9	4
Versatilidad	6	7	6
Manufactura	7	9	7
Mantenimiento	7	9	7
TOTAL	37	48	36

Tomamos como la mejor opción el mecanismo con mayor puntaje la maquina utiliza un mecanismo servomotor o motorreductor lineal para el sellado y su funcionamiento de la máquina.

3.19. Motorreductor

Se llama motorreductor al conjunto formado por un motor y un reductor, teniendo por finalidad reducir la velocidad generada por el motor, antes de su aplicación industrial a la máquina o elemento a accionar [15].

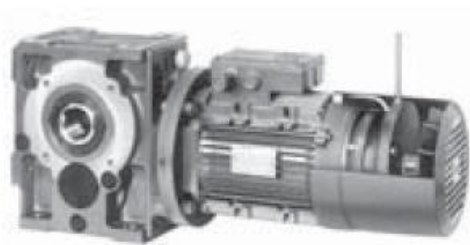


Figura 3. 18. Motorreductor lineal.

Fuente: [15].

3.19.1. Beneficio de utilizar el moto reductor

Al emplear motorreductores se obtiene una serie de beneficios sobre estas otras formas de reducción. Algunos de estos beneficios son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

4. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PESADORA Y SELLADORA DE PRODUCTO GRANULADO

4.1. Señalización de variables

Se realiza una comparación de causas y efectos para establecer las necesidades básicas para el diseño de la máquina.

Tabla 4. 1. Variable Dependiente.

CONCEPTO	INDICADORES	DIMENSIONES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La máquina es Un sistema semiautomático, su función es entregar o suministrar de forma ágil el peso adecuado del producto granulado en un tiempo determinado.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Producción ➤ Alimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Peso (gramos, kilogramos, libras) • Tipo de producto (arroz, avena, trigo). 	lb/h Días establecidos para cada producto según la demanda de cada uno.	Controlar el peso mediante un sensor y un mecanismo para el llenado del producto. Circuitos de programación que permitan automatizar la máquina y que trabaje por un determinado tiempo.

Tabla 4. 2. Variable Independiente.

CONCEPTO	INDICADORES	DIMENSIONES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La máquina hace un sistema de medición y sellado de productos granulados	<ul style="list-style-type: none"> ➤ peso ➤ Tiempo ➤ precisión al sellar 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad • Horas, minutos • Calidad 	1 libra 2 libras Manual Semiautomática Automática	Observación directa Registros automático

4.2. Metodología de investigación

Se presenta el proceso empleado para realizar la implementación de máquina semiautomático de pesado, y sellado de productos granulados.

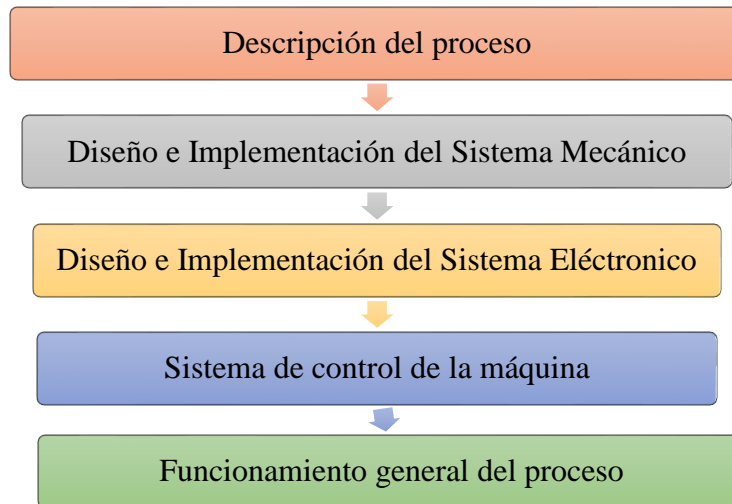


Figura 4. 1. Etapas del proceso.

Se especifican los elementos, requerimientos y concepción del sistema, así como las etapas que lo conforman en primera instancia describe el proceso de que producto se va a pesar teniendo en cuenta el producto a pesar diseñamos el sistema mecánico para la tolva y pesa, diseñamos el sistema electrónico para el encendido y apagado de la máquina el sistema de control para el peso requerido por el operador.

4.3. Descripción del proceso de pesado en libras

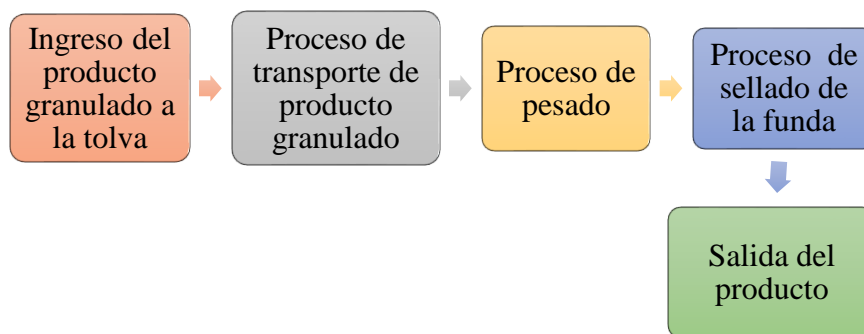


Figura 4. 2. Descripción del proceso.

El operador puede ingresar el producto granulado a la tolva de carga, para transportar el producto a la tolva de peso, esto ocurre con el accionamiento de un motorreductor que hace caer el producto la fase final consiste en el pesado y sellado de la funda plástica que se lo realiza manualmente.

4.4. Metodológica cuantitativa

Mediante la información recogida de acuerdo al usuario tenemos los siguientes puntos de satisfacción de la máquina para el supermercado.

Tabla 4. 3. Puntos de importancia en las demandas del usuario.

Demanda	Puntos de importancia
Básica	<ul style="list-style-type: none">• Larga vida útil• Confiable• Estable• Acero inoxidable
Unidimensional	<ul style="list-style-type: none">• Liviano• Fácil mantenimiento• Bajo costo• Fácil manejo

A partir de la tabla con importancia en las demandas del usuario se presentan características técnicas del mecanismo para el diseño de una máquina pesadora y selladora de productos granulados.

Tabla 4. 4. Detalle de características técnicas que solicita el usuario.

Características	Magnitud	Unidad de medida
Tiempo de vida	10	Años
Peso	100	kg
Tiempo de operación	2	min
Bajo costo	2000	\$
Altura y magnitud de la máquina	1,70	m

4.5. Diseño e implementación del Sistema Electrónico

Previo al diseño del sistema eléctrico que conforma el sistema de control, se selecciona los componentes que integran el sistema y esquema de conexión. En la figura 4.4, se enlistan los pasos que se siguieron para el diseño e implementación del sistema eléctrico.

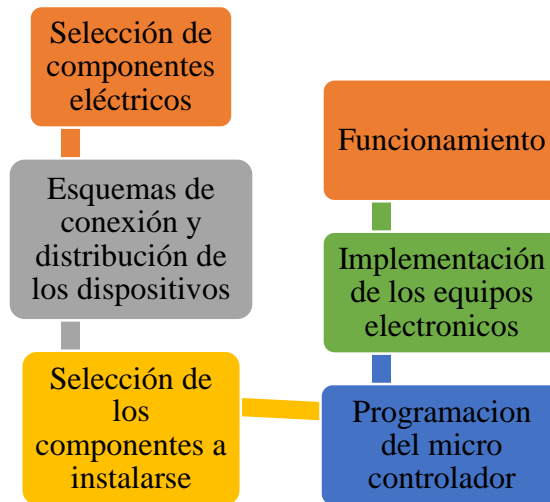


Figura 4. 3. Etapas para el diseño e implementación del sistema electrónico.

Para el funcionamiento de la máquina se realizó un estudio de los componentes electrónicos que se necesita para el prendido y apagado del sistema y el control de peso por libras.

4.6. Selección de los componentes del sistema eléctrico

Este sistema permite controlar el encendido y apagado del motor para que el producto pueda ser introducido sin ninguna dificultad, además los elementos del sistema eléctrico protegerán al motorreductor cuando exista alguna sobrecarga.

Los elementos a utilizarse son los siguientes:

- Selector de encendido y apagado
- Paro de emergencia
- Contactor
- Relé térmico
- Cables flexibles
- Luz piloto

4.7. Metodología de cálculo

4.7.1. Diseño de la estructura metálica

Para el análisis se aplicarán las recomendaciones de diferentes citas bibliográficas como el de Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley que recomiendan tomar como punto de partida los tipos de perfiles estructurales

4.8. Cálculo de la densidad de los productos

Medición de la densidad de los productos granulados

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (4.1)$$

Donde:

ρ = densidad del producto; $\left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$.

m = masa; (kg).

V = Volumen; (cm^3).

➤ **Cálculo de la sección transversal de la tolva**

Para calcular la sección transversal tomamos en cuenta la siguiente ecuación.

$$h = \frac{V}{A_{\text{base}}} \quad (4.2)$$

Donde:

A_{base} = Area de la base; (cm).

h = Altura; (cm).

4.8.1. Volumen ocupado por la boca de la tolva

El volumen ocupado por la boca dosificadora será determinado por su forma de tronco de pirámide.

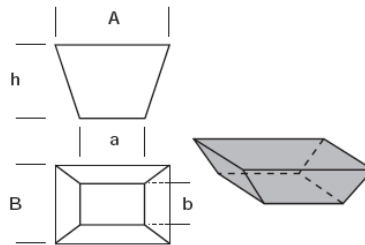


Figura 4. 4. Esquema de la tolva.

$$V = \frac{h}{6} \cdot (2 AB + Ab + aB + 2 ab)$$

Donde:

(4.3)

V = volumen; (cm^3).

A_{B1} = Area de la base; (cm).

A_{B2} = Area de la cara superior; (cm).

h = Altura; (cm).

4.8.2. Capacidad total de la tolva

Debido a esto para no repetir cálculos se toma solo una de la salida de la tolva para hacer el análisis.

$$V_T = V_1 + V_2 \quad (4.4)$$

Donde:

V_T = volumen total; (cm^3).

4.8.3. Capacidad máxima de alimento que puede ingresar en la tolva

$$\text{máx} = \rho \cdot V \quad (4.5)$$

Donde:

máx. tolva = capacidad máxima de la tolva; (kg).

ρ = densidad; (cm^3).

V = volumen; (cm^3).

4.8.4. Tolva de la boquilla o cono de descarga

$$V_C = \frac{\pi}{12} \cdot h \cdot (D^2 + dD + d^2) \quad (4.6)$$

Donde:

V_C = volumen del cono; (cm^3).

D = diámetro mayor del cono; (cm).

d = diámetro menor del cono; (cm).

h = altura del cono; (cm).

4.9. Determinación de la velocidad del transportador de tornillo sin fin

La expresión matemática que se utiliza para el cálculo de la capacidad de transportación del tornillo sin fin es la siguiente.

$$C = \frac{\pi(DT^2 - DE^2)P \cdot K \cdot n \cdot 60 \cdot \rho \cdot R}{4} \quad (4.7)$$

Donde:

C = capacidad de transportación del tornillo sin fin; ($\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$).

DT = Diámetro del tornillo; (m).

DE = Diámetro del eje; (m).

P = paso; (m).

K = Factor de llenado; (0 – 1).

n = número de revoluciones ; $\left(\frac{\text{rev}}{\text{min}}\right)$.

ρ = densidad; $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

R = reducción de la capacidad; (0 – 1).

4.10. Determinación de la potencia del transportador del tornillo sin fin

$$F = M_{\text{TOTAL}} \cdot g \quad (4.8)$$

Donde:

F = fuerza; (N).

M_{TOTAL} = Masa total; (kg).

g = Gravedad; $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$.

$$T = F \cdot r \quad (4.9)$$

Donde:

T = Torque; (N. m.)

F = Fuerza o carga; (N).

r = radio de tornillo sin fin; (m).

$$P = T \cdot \omega \quad (4.10)$$

Donde:

P = potencia; (w).

T = Torque; (N. m).

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

4.11. Diseño de eje para el tornillo sin fin

$$\tau = \frac{16T}{\pi D^3} \quad (4.11)$$

$$\tau = \frac{Ssy}{n} \quad (4.12)$$

Donde:

τ = Esfuerzo cortante debido a la torzi3n o esfuerzo a la cizalladura; (Pa).

T = torque; (N. m).

D = D3ametro del eje; (cm).

Ssy = resistencia a la fluencia del corte; (N).

n = Factor de seguridad; (adimensional).

P = Potencia del motorreductor; (W).

4.12. C3lculo del di3metro del eje

$$D = \sqrt[3]{\frac{16T \cdot n}{\pi \cdot Ssy}} \quad (4.13)$$

Donde:

D = Diametro del eje; (cm).

T = torque; (N. m).

T = factor de seguridad; (adimensional).

$\pi = 31416$

Ssy = resistencia a la fluencia del corte; (N).

4.13. Longitud de banda de acuerdo al torque que actúa en el tonillo sin fin

$$TD = F_{TC} \cdot \frac{\emptyset}{2} \quad (4.14)$$

Donde:

TD = torque que actua en el tornillo sin fin; (N. m).

F_{TC} = fuerza total de corte; (kg. f).

\emptyset = diametro del eje del tornillo sin fin; (mm).

4.14. Relación de transmisión

Para encontrar la relación de transmisión se emplea la siguiente fórmula en donde se tiene que:

$$i = \frac{n1}{n2} \quad (4.15)$$

Donde:

i = relación de transmisión; (adimencional).

$n1$ = revolucion por minuto del eje motriz; (rev/min).

$n2$ = revolucion por minuto del eje conducido; (rev/min).

4.15. Selección de las chumaceras para el eje de transmisión

Se utilizará rodamientos de bolas los mismos que tendrán un diámetro interior que va acorde al diámetro del eje que se utilizará, es por esto que necesitaremos un rodamiento de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro.

Para los cálculos de la vida útil de las chumaceras se empleará la siguiente ecuación:

$$L_{10} = \left(\frac{c}{p}\right)^k \quad (4.16)$$

Donde:

L_{10} = vida estimada en millones de revoluciones

c = capacidad de la carga dinámica

p = carga equivalente sobre el rodamiento

k = es 3 para los rodamientos de bolas

4.16. Método experimental

4.16.1. Método experimental de caída de alimentos granulados

En esta parte se determinó la distancia adecuada a la cual debe estar la salida del dosificador; para la entrada de la funda se tuvo que experimento a diferentes distancias entre ellas



Figura 4. 5. Experimento para determinar la distancia al producto a sellar.

En este experimento se tomó en cuenta tres distancias 20 cm, 10 cm, 5 cm

Se toma una referencia de 5 cm ya que no hay pérdida de alimentos granulados.

4.17. Diseño del sistema de control de la máquina

Para diseñar el sistema de control del dosificador es importante determinar las características y la funcionalidad, el diseño del sistema de control debe cumplir los siguientes requerimientos:

El sistema de control:

Debe ser robusto para evitar mal funcionamiento.

- Debe buscar economía, en los elementos que se utilicen.
- Debe acondicionar y manipular la señal de salida del sensor capacitivo.
- No debe usar elementos que químicamente reaccionen con

Se puede observar el diagrama simplificado del diseño sistema de control del dosificador de productos granulados

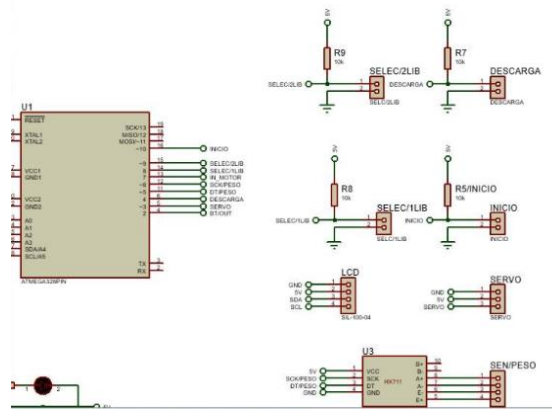


Figura 4. 6. Diagrama simplificado del sistema de control.

Se escoge para el control de los circuitos electrónicos el Atmega 328, ya que cumple los requerimientos antes mencionados. ver ANEXO (VII)

Se observar el flujograma de las funciones que debe cumplir el sistema de control, entre las principales funciones del sistema de control debe censar la existencia material en la tolva para que pueda ser dosificado, el sistema debe estar listo para recibir las operaciones (encendido, apagado, pausa y reset), y por último va a realizar un conteo de la dosificación que se han hecho.

4.18. Componentes que integran al sistema electrónico

Una vez analizado las necesidades y funcionamiento del proceso, además implementando el diseño de la máquina, se seleccionan los componentes del equipo para implementar el sistema automatizado. A continuación, en la figura 4.7 se describe estos componentes y su funcionalidad en el sistema.

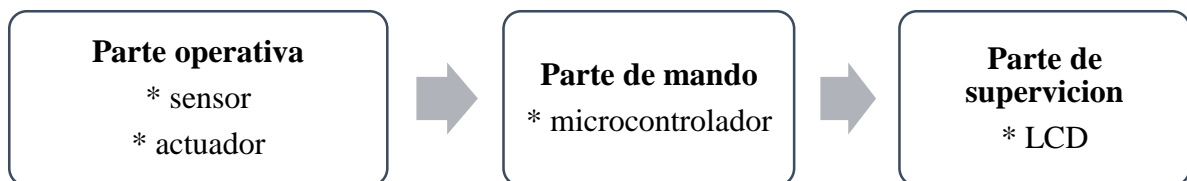


Figura 4. 7. Componentes del sistema semiautomático.

Fuente: [16].

4.19. Proceso de soldadura en acero inoxidable

Las propiedades de los aceros inoxidables difieren considerablemente de las de los aceros al carbono. Esto requiere una revisión detallada de sus características, fenómenos a los cuales están expuestos al someterlos a una fuente de calor y procesos de soldadura, para finalmente llegar a algunas recomendaciones prácticas que ayuden a soldadores e ingenieros de materiales a obtener soldaduras satisfactorias.

Procedimiento de soldadura y parámetros de operación:

Los parámetros de operación como intensidad de corriente, voltaje y otros, deben ser los apropiados y deben estar especificados en el procedimiento de soldadura.

- Se debe utilizar los rangos de corriente recomendados por el fabricante. A falta de esta información y considerando la mayor resistencia eléctrica de los aceros inoxidables con respecto a los aceros comunes, se recomiendan rangos entre un (25% y 50%) de los utilizados para un acero común.
- Para soldadura plana, mantener el electrodo con el parte superior inclinado en el sentido del avance unos 15°. Mantener el arco lo más corto posible.

Para soldadura vertical, el electrodo debe mantenerse perpendicular a la plancha y usarse una leve oscilación en la pasada de raíz.

- Con el objeto de obtener una soldadura con mejor resistencia a la corrosión, se recomienda utilizar la intensidad de corriente mínima y con cordones rectos.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Especificaciones de la pesadora y selladora en el supermercado Castro

Se realiza el diseño conforme a la norma (INEN 1672-2, 2009 pág. 2) y exigencias de usuario que hace referencia al diseño, procesamiento de alimentos y requisitos de higiene en la implementación de máquinas que procesan alimentos se utilizara el material de acero inoxidable 304 para la construcción de la máquina.

5.2. Densidad de los productos granulados a pesar

Los resultados obtenidos en esta medición ayudaron al diseño de la tolva para el pesado del producto.

Tabla 5. 1. Densidad promedio de los productos.

Ecuación	Producto	Masa (kg)	Volumen en saco (cm³)	Densidad $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$
Ecuación 4.1	Arroz	0,0014	68	0,10
	Cebada	0,0028	71	0,20
	Avena	0,0020	44	0,09
	Trigo	0,0092	65	0,6
	PROMEDIO	4150	6,4	0,99

Como se observa en la tabla 5.1 se realiza un promedio de las densidades, por lo tanto, para el diseño de la máquina se utilizará una densidad de $0,99 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$ lo que ayudará a un correcto dimensionamiento para la tolva.

5.3. Análisis de cálculo para el diseño

Debido al tipo de material que se va a manipular con la máquina (peso de producto granulado) y a su capacidad de dosificación, la tolva debe cumplirlos siguientes requerimientos:

- El material de la tolva no debe reaccionar químicamente con el alimento.
- El material de la tolva no debe reaccionar químicamente con el producto de limpieza y desinfección
- La tolva debe soportar el peso del bulto de alimento sin deformarse
- Los ángulos de salida de la tolva, deben ser tales que no se deje acumular alimento a dicha salida

En las pruebas realizadas en la maquina se obtuvo los resultados esperados es decir la capacidad de dosificación del producto granulado para lo cual fue diseñado.

Tabla 5. 2. Resultado de las ecuaciones calculadas.

Numero de ecuación	Ecuación	Resultados
Ecuación 4.2	Sección transversal de la tolva	55 cm
Ecuación 4.3	Volumen ocupado por la boca de la tolva	25013,33 cm ³
Ecuación 4.4	Capacidad total de la tolva	49,01333 cm ³
Ecuación 4.5	Capacidad máxima de la tolva	28,51 kg
Ecuación 4.6	Volumen del cono de descarga	13,78 cm ³

Para la construcción de la tolva de carga se tomará en cuenta 55 cm de alto debido a que abarca una capacidad de almacenamiento del producto granulado de 28,51 kg cabe recalcar que coincidieron con las características del micro mercado las obligaciones de los expendedores del producto del pesado y sellado se detalla en los planos del Anexo A.

5.4. Resultado de cálculo para la velocidad requerida del transportador de tornillo sin fin.

Con la información proporcionada por el supermercado Castro, acerca de la cantidad de productos granulados de pesado y sellado que necesitan la máquina debe pesar para ser más precisos la cantidad de 30 lb/h cuando la tolva este casi llena, por lo que tuvimos que buscar algunas opciones para saber cuál es el mejor mecanismo de pesado para los productos granulados alimenticios.

El mecanismo de dosificación seleccionado fue el de transportador de tornillo sin fin, se tuvo que realizar la selección del accionamiento que le dará el movimiento giratorio que necesita el tornillo para que pueda realizar el pesado de productos granulados.

Tabla 5. 3. Resultado para el diseño del tornillo sin fin.

Numero de ecuación	Ecuación	Resultados
Ecuación 4.7	Velocidad del tornillo sin fin	16 $\frac{\text{rev}}{\text{min}}$
Ecuación 4.8	Fuerza del tornillo sin fin	733,824 N
Ecuación 4.9	Torque del tornillo sin fin	6,4209 N.m
Ecuación 4.10	Potencia del tonillo sin fin	10,45 W

Después de realizar los cálculos y en función a las características del proceso a optimizar, se planteó algunas opciones como: la utilización de motores a pasos, servomotores y motorreductores debido a la gran precisión, bajo torque y velocidad que necesita el tornillo para transportar los productos granulados alimenticios. se decidió utilizar un motorreductor. Ver (ANEXO VI)

Para la tolva de descarga, cerrar y abrir la puerta se selección un motor paso a paso para así poder programar la velocidad dependiendo cuando sensor ya envié la señal de peso adecuada para abrir la puerta que entre el producto granulado y poder sellarla

Tabla 5. 4. Características del motorreductor.

MOTOR PASO A PASO	
Descripción	Características
Angulo de paso	1.8 ANGULO DE PASO
Voltaje	4.83 V
Corriente	0.84 A
Resistencia	5.75 Ω
Inductancia	9.3 Mh
Torque	2.64 kg/cm
Aislamiento	B

Fuente: [15].

Como se dijo anteriormente, en la máquina de pesado y sellado de productos granulados se utilizó un motorreductor y un motor paso a paso, uno para el movimiento del tornillo sinfín y otro para el movimiento del cono de descarga, cada uno de estos tienen su propio soporte. Ver (ANEXO VIII)

Tabla 5. 5. Resultados del sistema de transmisión por bandas.

Cálculo del sistema de transmisión por bandas		
Numero de ecuación	Ecuación	Resultados
Ecuación 4.14	Longitud de banda	29,7"
Ecuación 4.16	Vida útil del rodamiento	386942,61

De acuerdo a estos cálculos se eligió banda serie A 30 por ser la más económica y común en el mercado y las chumaceras tendrán una vida útil de 386942,61 revoluciones. ANEXO(IX)

Los soportes de las chumaceras que transmiten el movimiento giratorio al tornillo sin fin fueron contruidos en una plancha de acero ASTM A 36 de 4 mm de espesor, luego los soportes de las chumaceras se soldaron en los extremos laterales de la tolva tal como se indica en la figura5.1. y (ANEXO X)



Figura 5. 1. Chumaceras a emplearse en la máquina.

5.5. Características de la chumacera seleccionada

Tabla 5. 6. Características de a chumacera.

Datos técnicos de chumaceras de apoyo	
Descripción	Características
Material	Acero fundido y babbit
Diámetro del eje	13 mm
Tipo del eje	Horizontal
Revoluciones del eje	300 $\frac{\text{rev}}{\text{min}}$

Fuente: [17].

La chumacera seleccionada es una de pared de cuatro huecos necesaria mente debe que tener las misas características para el eje de transmisión del tornillo sin fin.

5.6.Diseño del eje para el tornillo sin fin

Para determinar el diámetro mínimo que deben tener el eje del motorreductor del tornillo sin fin, para transmitir la potencia y velocidad del motorreductor.

El diseño se realizó en base a la resistencia a la fluencia que tienen el acero de transmisión SAE 1018 que es de 6.89 MPa, es así que:

Tabla 5. 7. Dimensionamiento del eje del tornillo sin fin.

Numero de ecuación	Ecuación	Resultados
Ecuación 4.13	Diámetro del eje del tornillo sin fin	12,7 mm

El diámetro del eje se acopla directamente al sistema de transmisión por lo tanto se determinó que no se debe ocupar un eje con un diámetro menor a 12,7 mm, siempre y cuando se trabaje con un acero SAE 1018, se construyó dos extensiones del mismo largo en un eje de la transmisión, pero el diámetro del agujero de estos es el mismo debido a que cada uno se acopló a cada extremo del eje del tornillo sin fin.

5.7.Relación de transmisión del tornillo sin fin

Tabla 5. 8. Relación de transmisión de la máquina.

Numero de ecuación	Ecuación	Resultados
Ecuación 4.15	Relación de transmisión	15 a 1 $\frac{\text{rev}}{\text{min}}$

Para transmitir la potencia y la velocidad que produce el motorreductor del tornillo dosificador sin fin se maquinaron ejes y chumaceras con las dimensiones y especificaciones dadas en el plano mecánico, se tiene una relación del motor 15 vueltas y el motorreductor de 1 vuelta lo cual es apto la máquina.

5.8.Soporte del motorreductor

El soporte del motorreductor de tornillo sin fin se lo construyó de acuerdo a las medidas especificadas en el plano mecánico de la máquina, las mismas que fueron trazadas y rayadas sobre una plancha de acero ASTM A 36 de 4mm. de espesor, a la cual en sus extremos se realizó agujeros de 6.35 mm con la finalidad de empernar el soporte con el motorreductor.

5.9.Descripción de los mecanismos a cumplir

Una vez analizado el proceso, mediante la observación del desarrollo del mismo se procede a la descripción de los mecanismos considerando los requerimientos que engloban a toda su metodología.

Tabla 5. 9. Consideraciones del usuario a la máquina.

CONSIDERACIONES MECÁNICAS	
Tolva contenedora del producto	Acero inoxidable de 40 cm de largo, ancho 40 cm, alto 55 cm.
Tolva de pesado	Acero inoxidable de 25 cm x 25cm
Selladora	Selladora comercial de 40 cm x 15 cm
Mesa de soporte	Acero inoxidable de 1,5m de largo 0,55 m de ancho 0,93 cm de alto
Soporte de pantalla	Acero inoxidable de 5 cm x 15 cm
Alcance de brazo a sellar	Acero inoxidable de 75 longitud y una apertura de 10 cm
Altura total máquina	Acero inoxidable de 1,75 m
Ancho total de la máquina	Acero inoxidable de 0,85 m

5.10. Resultados de operación de la máquina

Tabla 5. 10. Relación de peso del producto.

Relación de pesos del producto			
Producto	Cantidad de producto requerido por el operador (lb)	Pesadora semiautomática (lb)	Pesadora manual (lb)
Arroz	1	0,97	0,95
Avena	2	0,97	0,95
Trigo	1	0,97	0,95
Cebada	2	0,97	0,95
Promedio	6	3,88	3,8

En la tabla 5.10 comparamos el peso con la máquina pesadora semiautomática vs la pesadora manual de los productos granulados requerido por el usuario del supermercado Castro el cual resulto una diferencia de error de +- 0.3 % esto quiere indicar que la pesadora semiautomática es factible para realizar el mismo trabajo de pesadora manual.

5.11. Resultado del tiempo de pesado y sellado de la máquina

Tabla 5. 11. Relación de tiempo de pesado y sellado del producto.

Relación de tiempo de pesado y sellado del producto		
Producto	Pesadora manual (min)	Pesadora semiautomática (min)
Arroz	4	2
Avena	4	2
Trigo	4	2
Cebada	4	2
Promedio	16	10

Al comparar los resultados de tiempo obtenidos cronometrando la etapa de proceso de pesado y sellado automático con respecto al método tradicional manual, con un tiempo promedio de 16 minutos respecto a la etapa de pesado y sellado del sistema automatizado, con un tiempo promedio de 10 minutos, se estableció que la reducción de tiempo que provee el sistema automatizado es de 2 minutos por cada libra adquirida del producto granulado, equivalente a una reducción del 60,26%.

5.12. Resultados de la funda a utilizar y la cantidad de libras a pesar

Tabla 5. 12. Tiempo y temperatura a utilizaren el sistema.

Tiempo y temperatura a utilizar en el sistema de sellado		
Tipo de funda	Tiempo (s)	Temperatura (°C)
Fundas rollo precortado	5	35
Fundas Zipper	7	40
Fundas polyfan	3	45
Funda haladera	4	50

En el sellador de fundas de la máquina manual rápida, se puede utilizar cualquier tipo de funda y el espesor a elegir el usuario, el largo máximo de la funda debe ser de 35 cm ya que está diseñada de fabrica solo para ese largo, se utilizó una temperatura de 35°C y un tiempo de 3 segundos para sellar la funda, en consideraciones de la funda se puede utilizar cualquiera pero con las indicaciones de la tabla el equipo que puede sellar con facilidad ofreciendo alta resistencia y fiabilidad del sellado.

Debido a la cantidad de libras que más se pesa se tomó una referencia, la máquina podrá pesar entre 1 y 2 libras ya que el dueño del supermercado Castro lo pido con esas características.

5.13. Protección del sistema eléctrico

Se empleará elementos con las siguientes características que se detallan en la tabla 5.13.

Tabla 5. 13. Elementos del sistema eléctrico.

Elementos	Características
Contactador	9 A
Pulsador	Doble pulsador
Relé térmico	5 V
Pare de emergencia	Φ 29 mm
Selectores	2 y 3 posiciones

Estos materiales se utilizarán para evitar la destrucción de equipos o instalaciones por causa de una falla que podría iniciarse de manera simple y después extenderse sin control en forma encadenada.

5.14. Posibles fallas a revisar en a la máquina

Tabla 5. 14. Posibles fallas de la máquina

Posibles fallas a revisar en a la máquina						
Métodos de ayuda Síntoma	no hay luz de encendido	no muestra nada la pantalla	el motor no gira	mirar el producto	la máquina presenta ruidos extraños	la cantidad de producto es menor de la cantidad deseada
Revise que haya seleccionado la cantidad correcta a pesar						X
Revise que exista producto granulado en la tolva				X		
Hacer la limpieza alas piezas que estén en contacto con el producto						X
Revise que todas las piezas estén correctamente apretadas			X		X	X
Revise las conexiones del motor	X	X	X			
Revise si hay energía eléctrica	X	X	X			
Revise que este enchufado la máquina a la red eléctrica	X	X	X			

Para la seguridad del operario, se implementaron las opciones de la tabla 5.13 a realizar si existe alguna avería o un fallo de la máquina.

5.15. Circuito de control de la pesadora y sellador

En la figura 5.2 se muestra la simulación para el circuito de control de del motorreductor con señalización normalizada

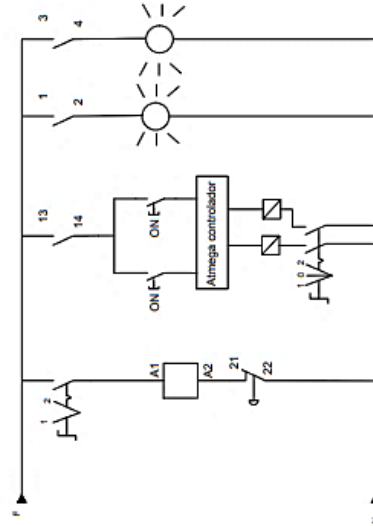


Figura 5. 2. Circuito de control del motorreductor.

En el caso del circuito de control se trabaja con una tensión de 110V el cable conductor elegido es AWG 14.

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

Dentro de los presupuestos se incluye los gastos de implementación de la propuesta tecnológica en términos de precios y cantidades de acuerdo a los rubros directos e indirectos que intervinieron en la implementación de la máquina pesadora y selladora semiautomática de producto granulado.

6.1. Costo de la máquina

Los materiales utilizados para la máquina son de fácil adquisición en el mercado, además se toma en cuenta que estarán en contacto con alimentos para el consumo humano.

➤ Estructura de la máquina.

Tabla 6. 1. Costo de la estructura de la máquina.

Concepto	Cantidad	Costo u/USD	Costo total USD
Plancha de acero inoxidable AISI 304 de 2mm de espesor	1	150	150
Plancha de acero inoxidable AISI 404 de 1mm de espesor	1	21	21
Tubo inoxidable AISI 304 de 2mm de espesor	1	32	32
Tubo solido de acero inoxidable AISI 304 de 12 mm de espesor	1	36	36
Tubo cuadrado de acero galvanizado	3	16	48
TOTAL			287

➤ Sistema de transmisión

Tabla 6. 2. Costo del sistema de transmisión.

Concepto	Cantidad	Costo u/USD	Costo total USD
Eje de transmisión de Acero	1	20	20
Chumaceras de pared de 3/4"	1	10	10
Banda o correa en V	1	8	8
Polea de aluminio de 8"	1	7,50	7,50
Polea de aluminio de 2"	1	2,50	2,50
Pernos de sujeción	4	0,50	2
TOTAL			50

En la tabla 6.2 se indica el costo de cada uno de los componentes, elementos y servicios que fueron necesarios para el sistema de transmisión de la máquina

➤ **Materiales eléctricos**

Los materiales eléctricos fueron seleccionados de acuerdo a las instalaciones donde se va a utilizar la máquina.

Tabla 6. 3. Costo del material eléctrico.

Concepto	Cantidad	Costo u/USD	Costo total USD
Motorreductor	1	340	340
Paro de emergencia	1	3	3
Cable eléctrico	4	10	10
Toma corriente	1	2	2
Contactador	1	25	25
Caja térmica	1	37	37
Micro controlador	1	38	38
Sensor	1	24	24
TOTAL			477

En la tabla 6.3 se realiza un análisis económico del diseño eléctrico de para el funcionamiento y seguridad de la máquina y del operario.

➤ **Materiales adicionales**

En el análisis de costo del proyecto se detalla los indicadores directos e indirectos y se calcula la factibilidad del proyecto. Observar la tabla 6.1, a continuación, se detalla los costos que presenta el presente proyecto.

Tabla 6. 4. Costo de materiales adicionales.

Concepto	Cantidad	Costo u/USD	Costo total USD
Disco de corte	2	1,85	3,70
Electrodos para inox 308 3/32"	20	0.45	9
Broca 3/16"	2	2	4
Perno cabeza hexagonal 1/4 x 1	16	0.1	1,60
Pintura antioxidante negra	1	6,67	6,67
Thinner	1	1,57	1,57
Electrodos 6011	1	2,5	2,5
Fundas plasticas	1	25	25
Rodamientos	24	2,91	70
Disco de amolar	2	3	6
Selladora manual	1	15	15
TOTAL			145.04

En la tabla 6.4 se incluyó los costos y terminados de la pesadora y selladora de productos granulados para el supermercado Castro.

➤ **Costo de fabricación**

En este caso se realiza la suma del total de gastos para la construcción de la máquina.

Tabla 6. 5. Costo total de la máquina.

Sistema	Costo total del sistema (USD)
Estructura	287
Sistema de transmisión	50
Materiales adicionales	70
Material eléctrico	477
Total, de costo de la mano de obra directa	210
Costo de mecánico guía	120
Otros materiales	60
Suma de todos los sistemas	1,274

El costo del proyecto da como resultado una máquina que puede ser adquirida por los supermercados de la provincia debido a que cumple con los requerimientos para la elaboración de pesado y sellado de productos granulados.

6.2. Impacto económico de la pesadora y selladora de productos granulados

Los gastos de la implementación de la propuesta tecnológica en términos de precios y cantidades reales de acuerdo con una inflación del 5% y un interés del 10 % según la tabla 6.6.

Tabla 6. 6. Cálculo económico.

FLUJO DE FONDOS						
CONCEPTOS	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
Inversión	1,274					
Ingresos por ventas		2,500	2,564	2,629	2,696	2,764
Costos de ventas		1,786	1,831	1,876	1,922	1,969
Utilidad operativa		714	732,71	752,97	773	795,17
Utilidad antes del impuesto		714	732,71	751,32	770	789,97
Depreciación		135	764,00	764,00	764	764,00
Flujo operacional		579	(31,29)	(12,68)	6,40	25,97
Inversiones fijas	950,00					
Valor residual						95,00
Capital de trabajo	139,71					
Prestamos		2,000				
Amortización		520,20				
Flujo de capitales	994,71		2,000,00			
Flujo de caja	994	1,420	(31,29)	(12,68)	6,40	25,97
Flujos caja	(6,737)	1,420	(31,29)	(12,68)	6,40	2,115

Considerando que el uso de la máquina va ser utilizada todas las semanas se indica el costo de cada uno de componentes, el beneficio que tiene el supermercado Castro en adquirir e implementar la máquina es de 1,274 como se observa en el la tabla 6.6. y la inversión que realiza la empresa será recuperada dentro de tres años porque la máquina semiautomática produce el doble que el operador manual, tomando en cuenta el análisis de precisión tiempo y exactitud en la etapa de pesado dando un TIR del 68.75 % que es un valor positivo que nos demuestra que es factible la inversión siempre cuando hay mayor demanda de producto granulado para el supermercado Castro.

6.3.Análisis de impactos

Impacto tecnológico

El sistema semiautomático de la pesadora y selladora de productos granulados por medio de la programación Atmega328 permite al micro mercado sistematizar todas sus actividades, planificándolas y estructurándolas, de tal forma que la fuerza de ventas conozca perfectamente qué hacer en cada paso de su actividad comercial y así recupere el tiempo perdido del operador para que realice otras actividades que beneficié económicamente a la empresa diariamente, debido a la innovación del proyecto los clientes estarán más satisfechos y conformes por el servicio que garantiza la cantidad justa de su compra y los productos llegarán a ellos con mayor grano de asepsia. se garantiza reducir las pérdidas de producto, disminución de mano de obra y complementa seguridad a sus clientes y la comercialización de la máquina a bajo precio.

7. CONCLUSIONES

- Se utilizo un sistema de transmisión de potencia por polea para lograr obtener las 16 revoluciones por minuto requeridas para el correcto funcionamiento de la pesadora y selladora de productos granulados.
- Con el diseño y construcción de la máquina pesadora y selladora de productos granulados se logró reducir el tiempo de 2 minutos por cada libra pesada y posee un porcentaje mínimo de error de +- 0,3 % en la etapa de pesado.
- Para la transportación del alimento de la tolva de carga hacia la tolva de pesado se implementó un tonillo sin fin con un diámetro exterior de 3 cm.
- Con la implementación de la potencia de 10,75 W del motorreductor se pudo tener una fuerza requerida para el correcto dosificado del producto granulado de la tolva de carga hacia la tolva de descarga para el pesado.

7.1.RECOMENDACIONES

- Se construye con una razón de rediseños o cambios que se puedan dar a futuro o que pueda ir a la par con el adelanto tecnológico.
- La máquina debe tener un sistema de alarmas y de avisos de fallas óptimo y visible para los operadores, para que en caso de que existan, se pueda encontrar la falla y corregir el problema de inmediato y reanudar el funcionamiento del proceso.
- La calibración del controlador de sistemas de pesaje es uno de los puntos más importantes que debe ser tomado en cuenta, ya que si éste no está bien calibrado el dato que mostrará el LCD no será el real y en consecuencia el control de las diferentes variables del proceso de aplicación d se verá afectada.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. S. Y. J. Suarez, "Diseño y modelo de una maquina dosificadora y empacadora de frutas," primero, Riobamba , 2007.
- [2] J. A. Y. M. Puerto, "diseño de un sistema de control para empacadora," primero, Ambato, 2011.
- [3] O. F. A. Durazno, diseño y construcción de una máquina dosificadora automática de encimas para balanceado de camarón para la empresa empagran s.a., Latacunga , 2008.
- [4] C. Ruiz, Fundamento de resistencia de materiales y calculo de estructuras, Barcelona: Ingenieros de caminos , 1999.
- [5] G. J.Lamoros, diseño de tolvas para almacenamiento de materiales granulados, Bogota: 1 edicion, 2015.
- [6] O. F. A. Durazno, diseño y construccion de una maquina docificadora automatica de encimas, Latacunga: 1 edicion, 2008.
- [7] A. Garcia, "El precio de una placa Arduino Mega," Quito, 2012.
- [8] Acosta Martin , "maquinas de sellado modernas," 12 diciembre 2008. [Online]. Available: <http://www.astimec.net/selladora-decajas.html>.. [Accessed 16 1 2020].
- [9] R. L, diseño de elementos de maquina, Mexico: cuarta, 2014.
- [10] H. N. Norton, Sensores y Analizadores, Honduras: LO-B-006, 1984.
- [11] C. Carlos, Automatizacion, Bogota: Unica, 2008.

- [12] S. Verlag, "Blog Sensores," 5 diciembre 2010. [Online]. Available: <http://thelastlabproject.blogspot.com/2010/12/bibliografia.html>.
- [13] H. Cristofer, Diseño y construcción de tableros y simuladores para PLC, Madrid, 2008.
- [14] P. D. Cuartielles, "catalogo tipos de arduino," 209.
- [15] J. Bordas, Motores de Corriente Alterna, Quito, 2010.
- [16] C. ASFAHL RAY, Robots and manufacturing automation, PERU: SEXTA, 2009.
- [17] C. Cuevas, Almacenamiento para materiales puzolanico, Peru, 2016.
- [18] I. Boman, propiedades de los materiales, Mexico, 2015.
- [19] N. Zambetti, "Aqua fundacion," 21 Abril 2005. [Online]. Available: <https://www.fundacionaqua.org/wiki-aqua/innovacion/sabes-arduino-sirve/>.
- [20] R. F. GONZÁLEZ, Máquina empacadora de granulados y, BOGOTA: 3 EDICON, 1998.
- [21] C. h. P. Fgado, Diseño y Modelamiento de Maquinas Dosificadoras, bogota: segunda, 2006.
- [22] D. V. y. R. Veloz, "diseño e implementacion de una estacion de dosificacion de producto a granel para practicas de automatismo industrial," primero, cuenca, 2015.
- [23] F. A. E. Y. A. G. Marcos, "modelo y optimizacion de un dispositivo dosificador," 2010.
- [24] Á. F. CUELLAR CANO, Prototipo de dosificación, pesaje y ala de, Bogota: 2 edicion, 2005.
- [25] Estopaplast, "Sistema de selaldos ,sellos mecanicos," 1 edicon, Madrid , 1954.
- [26] B. S. J. Roberto, automatizacion de una maquina empacadora de caramelo, Quito: 1 edicion, 2009.
- [27] C. G. G. Tomas, dimensionamiento y construccion de una maquina para el docificador y cellado de embases de yogurt, Quito: 1 edicion, 2012.
- [28] N. B. D. A. Quevedo mendosa walter gabriel, implementcion de un maquina celladora automatizada para fundas de galoner de agua, Baboyo: 1 edicion, 2014.
- [29] L. E. G. Ipiales, Estudio de un sistema de docificasion para tabletas de chocolate y su insidencia en la produccion de la empresa, Ambato: UTA, 2014, pp. 11-12.
- [30] K.-H. John, Programming industrial automation systems, Bogota: Pecision-Making Tools, 1995.
- [31] D. H. Suárez, Nucleo de Ingenireia, Mexico: Winter y cold, 2009.

- [32] A. Eguren, Analisis topologicos de sistemas constructivos, Madrid: edicion del castillo, 1976.
- [33] L. T. Qevedo, Recuperación del Instrumental Científico-Histórico del CSIC, Bogota, 2017.
- [34] P. M. Andrade Aveiga, Implementación de un software para calcular engranajes cónicos y soporte, Manabi, 2012.
- [35] D. Richard, Diseño en Ingeniería, Mexico: Octava, 2008.
- [36] F. Roger, Automatización de un sistema de climatizacion, Latacunga, 2014.

9. ANEXOS

Propiedades del acero inoxidable AISI 304

► Tabla de corrosión del acero inoxidable Tipo 304 y 316 frente a diferentes actores.

Tablas de corrosión						
Sustancia		Temperatura		Condición	Tipo	
		°C	°F		304	316
Acetato de etilo		21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
Acetileno		21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
Acetona		21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
Ácido acético	Solución al 10%	21	70	Agitado	Muy resistente	Muy resistente
	Vapor al 30%	-	-	Caliente	Mediano	Resistente
	Vapor al 100%	-	-	Caliente	No resistente	Mediano
Ácido benzoico		21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
Ácido carbónico seco		-	-	-	Muy resistente	Muy resistente
Ácido fosfórico	10%	-	-	Agitado	Muy resistente	Muy resistente
	10%	-	-	Ebullición	Muy resistente	Resistente
	25%	-	-	Ebullición	Resistente	Resistente
	40%	-	-	Ebullición	Poco resistente	Resistente
Ácido hidroclohídrico		21	70	-	No resistente	No resistente
Ácido láctico	5%	21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
	10%	21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
	Concentrado	-	-	Ebullición	Mediano	Resistente
Ácido muriático		21	70	-	No resistente	No resistente
Ácido nítrico	5%	21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
	5%	-	-	Ebullición	Muy resistente	Muy resistente
	65%	-	-	Ebullición	Resistente	Resistente
	Concentrado	-	-	Ebullición	Resistente	Resistente
	Concentrado	-	-	Vaporización	Poco resistente	Poco resistente
Ácido nítrico al 5%		21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
Ácido oxálico	10%	21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
	50%	-	-	Ebullición	Poco resistente	Mediano
Ácido sulfúrico	5%	21	70	-	Mediano	Resistente
	5%	-	-	Ebullición	No resistente	Mediano
	10%	21	70	-	Mediano	Resistente
	10%	-	-	Ebullición	No resistente	Poco resistente
	50%	21	70	-	Poco resistente	Mediano
	50%	-	-	Ebullición	No resistente	Poco resistente
	Concentrado	21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
	Concentrado	-	-	Ebullición	Poco resistente	Poco resistente
Humeante	-	-	-	Mediano	Resistente	
Agua clorada saturada		21	70	-	Mediano	Resistente
Agua de mar		21	70	-	Riesgo de pitting	Resistente
Agua oxigenada		21	70	-	Muy resistente	Resistente
Alcohol etílico		21	70	-	Muy resistente	Muy resistente
		-	-	Ebullición	Muy resistente	Muy resistente
Alcohol metílico		21	70	-	Muy resistente	Muy resistente

Fuente: [18]

Ingeniería
Electromecánica

hoja tecnica de la selladora manual

SOLDADORA-SELLADORA DE BOLSAS MSSL



RETRÁCTIL Y EMBALAJE PABLO, S.L.
Máquinas y materiales de embalaje

SELLADO 200MM.

MSSL 200 es el perfecto soldador-sellador para bolsas de PE y PP para envasar diversos tipos de productos alimenticios en general: dulces, mercancías, frutos secos, artículos de papelería, droguería, etc...

Para sellado de bolsas de forma manual con un largo máximo 200 mm de ancho.

Según normas CE



Características Técnicas

Voltaje - 220 V

Potencia - 300 W

Largo Soldadura - 200 mm

Tiempo en calentar - 0,2 - 1,5 segundos

Ancho de sellado - 2 mm

Peso - 2,85 Kg

Dimensiones máquinas - 8x32x15 cm

RETRACTIL Y EMBALAJE PABLO S. L. | Ctra. Nacional III, km. 345 | Pol. Ind. Valencia 2000 (46930)

QUART DE POBLET (Valencia) Telf.: 96 152 18 19 Fax: 96 154 83 1

Fuente: [19]

Sensor de paso



Características Especiales

- 3000 divisiones
- Carga compensada lateral
- Protección IP66
- Capacidades de: 5kg a 150 kg
- Disponible en acero inoxidable



Dimensiones



(en mm; 1mm = 0.03937 pulgadas)

WLC - SPPCL



ESPAÑOL

Tipo		WLC-SPPCL
* Clase de Precisión a OIML R50		C3
* Número máximo de intervalos de verificación de celda de carga		300
* Capacidad máxima (Emax)	kg	5; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150
* Mínimo intervalo de verificación de carga de celda (Vmin)	% de Cn	0.03
* Tamaño máx. de plataforma	mm	400x400
* Peso (G), aprox.	kg	0.33
* Sensibilidad (Cn)	mV/V	2x10%
* Balance de cero	mV/V	0x3%
* Temperatura sobre sensibilidad (TKc)*	% de Cn/kg	+/- 0.012
* Temperatura sobre balance de cero (TKo)	% de Cn/kg	+/- 0.0040
* No-linealidad (dlin)*	%	+/- 0.017
* Repetibilidad (drep)*	%	+/- 0.017
* Histéresis (dhy)*	%	+/- 0.017
* Resistencia de entrada (RLC)	Ω	415 +/- 15
* Resistencia de salida (RO)	Ω	250x3
* Voltaje de excitación (Uref)	V(DC/AC)	0.5...12
* Voltaje de excitación máxima	V(DC/AC)	18
* Rango de temperatura nominal	°C [°F]	-10...+40 [15...+100]
* Rango de temperatura de servicio	°C [°F]	-10...+50 [15...+122]
* Rango de temperatura de almacenaje	°C [°F]	-25...+70 [-13...+158]
* Seguridad de límite de sobrecarga	% de Cn	150
* Protección IP		IP66
* Material		Aluminio
* Opcional		Intrínsecamente segura

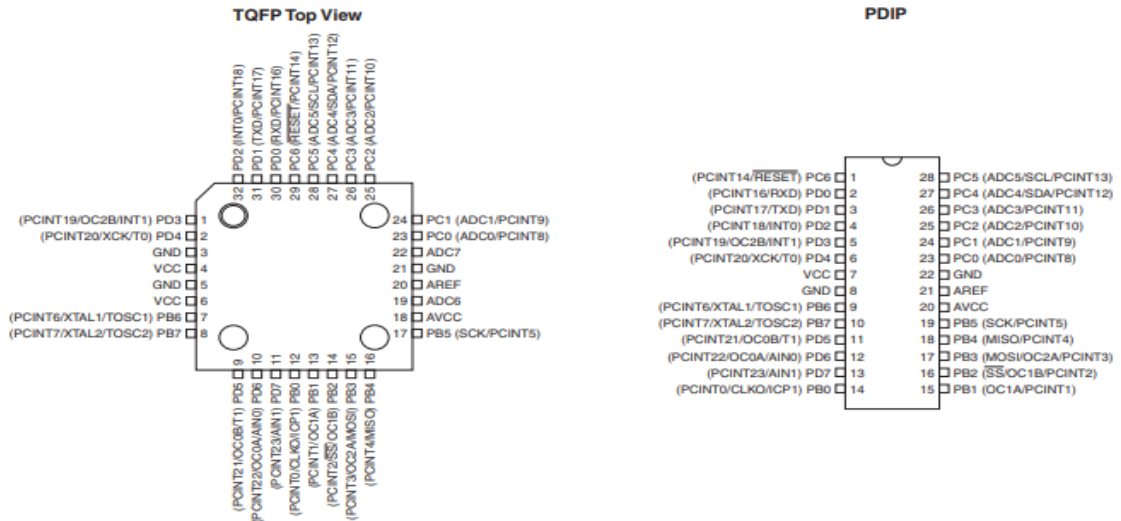
DISTRIBUIDOR AUTORIZADO en MÉXICO



Kellogg's #10 Procc. Industrial El Pueblito, Comedidora, Gen. CP 76900, Tel: (442) 192 96 00,
 Fax: (442) 225 35 04 www.ipc.com.mx e-mail: ipcmt1@ipc.com.mx

Fuente: [10]

Hoja tecnica del atmega 328p



3. Ordering Information

3.1. ATmega328

Speed [MHz] ⁽³⁾	Power Supply [V]	Ordering Code ⁽²⁾	Package ⁽¹⁾	Operational Range
20 1.8 - 5.5		ATmega328-AU ⁽⁵⁾ ATmega328-AUR ⁽⁵⁾ ATmega328-MMH ⁽⁴⁾ ATmega328-MMHR ⁽⁴⁾⁽⁵⁾ ATmega328-MU ATmega328-MUR ⁽⁵⁾ ATmega328-PU	32A 32A 28M1 28M1 32M1-A 32M1-A 28P3	Industrial (-40°C to 85°C)

Note:

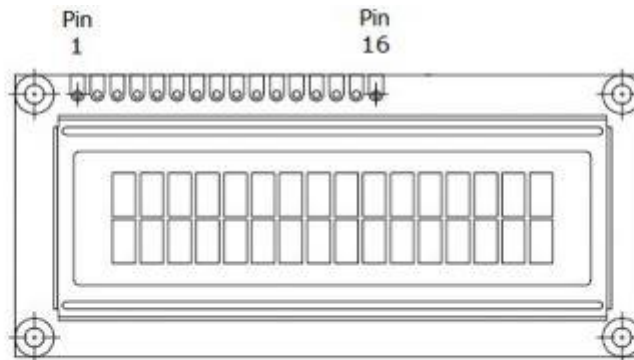
1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
2. Pb-free packaging, complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
3. Please refer to Speed Grades for Speed vs. V_{CC}
4. Tape & Reel.
5. NiPdAu Lead Finish.

Package Type
28M1 28-pad, 4 x 4 x 1.0 body, Lead Pitch 0.45mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
28P3 28-lead, 0.300" wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
32M1-A 32-pad, 5 x 5 x 1.0 body, Lead Pitch 0.50mm Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)
32A 32-lead, Thin (1.0mm) Plastic Quad Flat Package (TQFP)

Fuente: [11]

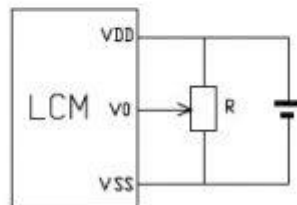


Hoja tecnica de la pantalla LCD



Pin	Symbol	External connection	Function
1	V _{SS}	Power supply	Signal ground for LCM (GND)
2	V _{DD}		Power supply for logic (+5V) for LCM
3	V ₀		Contrast adjust
4	RS	MPU	Register select signal
5	R/W	MPU	Read/write select signal
6	E	MPU	Operation (data read/write) enable signal
7-10	DB0-DB3	MPU	Four low order bi-directional three-state data bus lines. Used for data transfer between the MPU and the LCM. These four are not used during 4-bit operation.
11-14	DB4-DB7	MPU	Four high order bi-directional three-state data bus lines. Used for data transfer between the MPU
15	LED+	LED BKL power supply	Power supply for BKL "A" (5V)
16	LED-		Power supply for BKL "K" (GND)

Contrast adjust



V_{DD}-V₀: LCD Driving voltage
 R: 10k~20k

Fuente: [11]



Ingeniería
 Electromecánica

Hoja tecnica del motorreductor

Ejemplo 4: Para aquellos casos que se necesitan velocidades muy pequeñas para accionar las máquinas deben seleccionarse reductores de relaciones altas que por lo general resultan dos reductores acoplados en un solo mecanismo.



Datos: Potencia del motor a 1800 rpm. = 2,0 CV
 Horas de trabajo por día = 24 Hr
 Tipo de trabajo = Uniforme
 Rpm. Aplicar a la máquina = 3.6

Modelo MVID. 180
i = 500 : 1

COEFICIENTES DE SERVICIO

Horas Trabajo	Carga uniforme	Carga variable	Carga con choque	Arranques hora	Coef.
3 - 4	0.8 - 1.0	1.0 - 1.2	1.5 - 1.8	5	1.0
8 - 10	1.0 - 1.2	1.2 - 1.4	1.8 - 2.1	25	1.2
24	1.2 - 1.4	1.5 - 1.8	2.0 - 2.4	100	1.4

Cálculo de la potencia corregida utilizando un factor de servicio seleccionando este por el procedimiento de horas y tipo de trabajo resulta valor tabulado FS 1.2 a 1.4

$2 \times 1.4 = 2.8 \text{ Cv}_1$ equivale a 2.1 Kw_1 potencia corregida.

O sea, el modelo VID. 180 relación 500 : 1, pues es el motoreductor más cercano a las necesidades. Ver hoja Técnica 1500.

relac. R=1		rpm	Modelo VID 102			Modelo VID 130			Modelo VID 155			Modelo VID 180			Modelo VID 200		
F	Real	salid.	Kw ₁	Cv ₁	Nm	Kw ₁	Cv ₁	Nm	Kw ₁	Cv ₁	Nm	Kw ₁	Cv ₁	Nm	Kw ₁	Cv ₁	Nm
75	74.4	24	3.0	4.0	921	4.3	5.8	1378	5.4	7.4	1774	9.5	12.8	3164	13.0	17.6	4293
150	150.3	12	1.8	2.4	989	3.0	4.0	1763	4.3	5.8	2599	6.0	8.1	3616	8.6	11.6	5243
250	256.3	7.2	1.0	1.4	955	1.7	2.2	1559	2.6	3.6	2514	3.9	9.2	3728	5.6	7.6	5423
300	317.8	6	1.1	1.5	1152	1.7	2.2	1780	2.6	3.6	3926	4.0	5.4	4429	5.6	7.5	6282
500	522.8	3.6	0.6	0.8	955	0.1	1.5	1864	1.8	2.4	3108	2.5	3.4	4350	3.6	4.9	6282
750	777.8	2.4	0.6	0.8	1356	0.8	1.1	1836	1.3	1.7	3022	2.0	2.7	4745	2.7	3.6	6666

Compárese los valores señalados con los datos corregidos que son necesarios y observamos que VID. 180 reúne las condiciones requeridas.

Para más información y detalles puede observarse la hoja técnica 1540.

CONSULTE CON NUESTRO REPRESENTANTE PARA LAS RELACIONES NO INCLUIDAS.

Fuente: [15]



Hoja tecnica del motorreductor

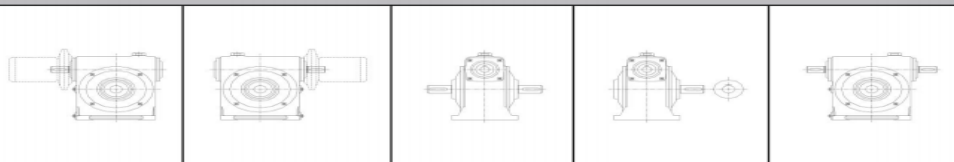
TIPO DE CARGA

Tipo de Lubricación	Aplicación	MEDIAS	FUERTE	Fabricante
Aceite mineral	Reductores de sin - fin	23°E a 50°C-320 cSt a 40°C	32°E a 50°C-460 cSt a 40°C	
		TERESSO 320	TERESSO 460	ESSO
		MOBILGEAR 632	MOBILGEAR 634	MOBIL
		OMALA 320	OMALA 460	SHELL
		MEROPA 320	MEROPA 460	TEXACO
		SAIN LUB 320	SAIN LUB 460	SAIN
Grasa sintetica	Reductores de engranajes y Reductores de sin - fin	TIVELA COMPOUND A		SHELL
		GLYGOYLE GREASE OO		MOBIL
Aceite sintético	Reductores de sin - fin	TIVELA OIL WB		SHELL
		SYNTHESE D 220 EP		KLUBER
		GLYGOYLE 30		MOBIL

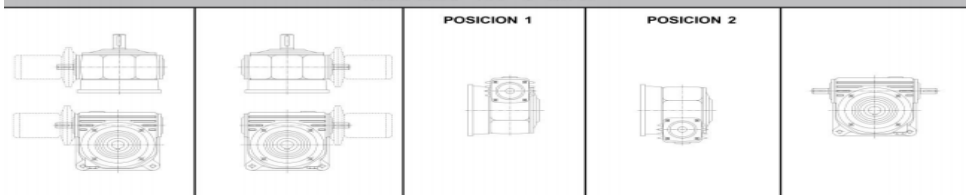
CAPACIDAD DE LUBRICANTE EN LITRO

MODELO	45	60	80	90	102	TIPO
V y MV	0.11	0.2	0.35	0.55	0.7	
VS y MVS	0.25	0.4	0.8	1.10	1.50	
RV y MRV	0.3	0.5	0.8	1.2	1.50	Tipo I y Tipo D
RV y MRV	0.25	0.4	0.8	1.10	1.50	Posición 1
RV y MRV	0.11	0.2	0.35	0.55	0.7	Posición 2
Pendular RV y MRV	0.11	0.2	0.35	0.55	0.7	Tipo I y Tipo D
Pendular RV y MRV	0.25	0.4	0.8	1.10	1.50	Tipo Invertido

MODELO VS Y MVS



MODELO RV Y MRV



MODELO PENDULAR RV Y MRV



Fuente: [15]



Hoja tecnica del motorreductor



MODELO V.
Sin Fin inferior



MODELO VS.
Sin Fin Superior



MODELO RV.
Torna mesa

COEFICIENTES DE SERVICIO

Horas Trabajo	Carga uniforme	Carga variable	Carga con choque
3 - 4	0.8 - 1.0	1.0 - 1.2	1.5 - 1.8
8 - 10	1.0 - 1.2	1.2 - 1.4	1.8 - 2.1
24	1.2 - 1.4	1.5 - 1.8	2.0 - 2.4

Arranques hora	Coef.
5	1.0
25	1.2
100	1.4
500	1.6
1000	1.8

Debe tomarse el coeficiente mas elevado de entre las dos tablas

CARACTERISTICAS DE POTENCIA MAXIMA (Factor servicio = 1)

relac. R=1		rpm salid.	Tamaño 45			Tamaño 60			Tamaño 80			Tamaño 90			Tamaño 102		
F	Real		Kw ₁	Cv ₁	Nm	Kw ₁	Cv ₁	Nm	Kw ₁	Cv ₁	Nm	Kw ₁	Cv ₁	Nm	Kw ₁	Cv ₁	Nm
7.5	7.3	239	1.5	2.0	48	2.5	3.3	87	3.4	4.5	119	4.3	5.8	156	7.3	9.9	255
10	10.3	169	0.7	1.0	33	2.2	3.0	103	2.8	3.8	137	4.1	5.5	191	6.0	8.1	302
12.5	12.3	142	0.7	0.9	34	1.8	2.4	96	2.8	3.8	161	3.8	5.2	209	5.6	7.6	333
15	15.5	113	0.6	0.8	35	1.3	1.8	88	2.4	3.3	170	3.4	4.5	227	5.1	6.9	374
20	20.5	85	0.4	0.6	32	0.9	1.2	73	2.2	3.0	193	3.4	4.5	290	4.8	6.4	449
25	25.5	69	0.4	0.6	37	0.8	1.1	82	2.0	2.7	198	3.1	4.2	317	4.0	5.4	458
30	30.5	57	0.4	0.6	41	0.8	1.1	90	1.8	2.4	208	2.7	3.7	317	3.7	4.9	484
35	35	50	0.4	0.5	40	0.7	1.0	91	1.7	2.2	220	2.5	3.4	324	3.4	4.6	504
40	40	44	0.4	0.5	43	0.7	1.0	104	1.5	2.0	216	2.3	3.1	323	3.0	4.1	493

Fuente: [15]



Ingeniería
Electromecánica

Programación de la maquina baquelitas.

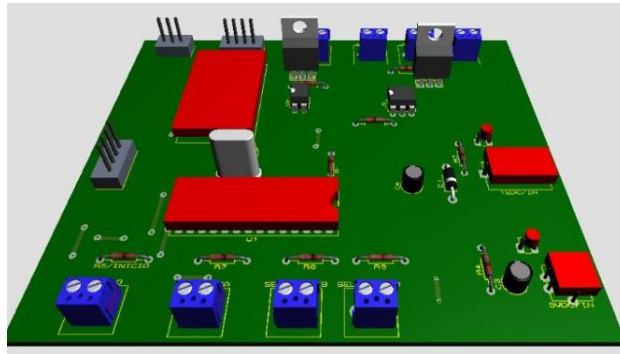


Figura 1. Placa 3d de del control de la maquina

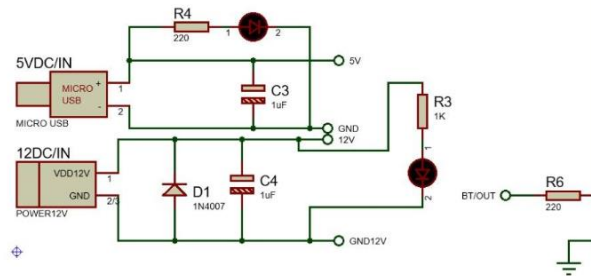


Figura 2. Programación en proteus

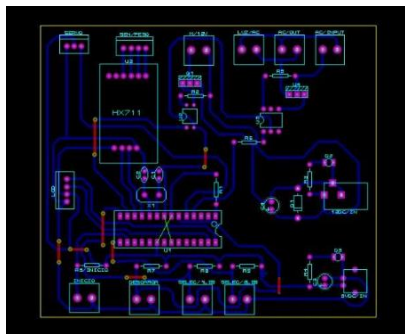



Figura 3. Programación en proteus (impresión)


Hoja técnica de los motores paso a paso

Surestep Sistema de motores paso a paso
Manual
Manual No.: STP-SYS-MSP


**Amplificador de pulsos
STP-DRV-4035**




**Fuente de poder de motores
STP-PWR-3204**




**Motor a pasos NEMA 17
STP-MTR-17048**





**Motor a pasos NEMA 23
STP-MTR-23055**



**Motor a pasos NEMA 23
STP-MTR-23079**



**Motor a pasos NEMA 34
STP-MTR-34066**

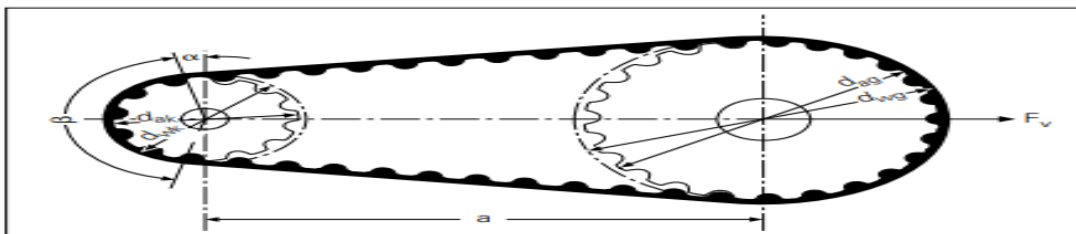


Dimensionamiento de la polea de transmisión

Design of Synchronous Belt Drives

The following drive design is based upon drives equipped with CONTI SYNCHROBELT® HTD synchronous drive belts 3M, 5M, 8M and 14M.

In the event of particularly critical drive problems and multi-pulley applications, we recommend to contact ContiTech's application engineers for a noncommittal consultation.



Symbols, Units, Terms

Symbol	Unit	Term
a	mm	Centre distance
b	mm	Width of synchronous drive belt
c ₀		Overall service factor
c ₁		Teeth in mesh factor
c ₂		Load factor
c ₃		Acceleration factor
c ₄		Fatigue factor
c ₅		Length factor

HTD Toothed Pulleys
Tooth Pitch 8 mm
(Dimensions in mm)

Table 21

No. of teeth z	Pitch-Ø d _w	Out-side-Ø d _s	No. of teeth z	Pitch-Ø d _w	Out-side-Ø d _s	No. of teeth z	Pitch-Ø d _w	Out-side-Ø d _s	No. of teeth z	Pitch-Ø d _w	Out-side-Ø d _s
22	56.02	54.65	65	165.52	164.15	108	275.02	273.65	151	384.52	383.15
23	58.57	57.20	66	168.07	166.70	109	277.57	276.20	152	387.06	385.69
24	61.12	59.75	67	170.61	169.24	110	280.11	278.74	153	389.61	388.24
25	63.66	62.29	68	173.16	171.79	111	282.66	281.29	154	392.16	390.79
26	66.21	64.84	69	175.71	174.34	112	285.21	283.84	155	394.70	393.33
27	68.75	67.38	70	178.25	176.88	113	287.75	286.38	156	397.25	395.88
28	71.30	69.93	71	180.80	179.43	114	290.30	288.93	157	399.80	398.43
29	73.85	72.48	72	183.35	181.98	115	292.84	291.47	158	402.34	400.97
30	76.39	75.02	73	185.89	184.52	116	295.39	294.02	159	404.89	403.52
31	78.94	77.57	74	188.44	187.07	117	297.94	296.57	160	407.44	406.07
32	81.49	80.12	75	190.99	189.62	118	300.48	299.11	161	409.98	408.61
33	84.03	82.66	76	193.53	192.16	119	303.03	301.66	162	412.53	411.16
34	86.58	85.21	77	196.08	194.71	120	305.58	304.21	163	415.08	413.71
35	89.13	87.76	78	198.63	197.26	121	308.12	306.75	164	417.62	416.25
36	91.67	90.30	79	201.17	199.80	122	310.67	309.30	165	420.17	418.80
37	94.22	92.85	80	203.72	202.35	123	313.22	311.85	166	422.72	421.35
38	96.77	95.40	81	206.26	204.89	124	315.76	314.39	167	425.26	423.89
39	99.31	97.94	82	208.81	207.44	125	318.31	316.94	168	427.81	426.44
40	101.86	100.49	83	211.36	209.99	126	320.86	319.49	169	430.35	428.98
41	104.41	103.04	84	213.90	212.53	127	323.40	322.03	170	432.90	431.53
42	106.95	105.58	85	216.45	215.08	128	325.95	324.58	171	435.45	434.08
43	109.50	108.13	86	219.00	217.63	129	328.50	327.13	172	437.99	436.62
44	112.05	110.68	87	221.54	220.17	130	331.04	329.67	173	440.54	439.17
45	114.59	113.22	88	224.09	222.72	131	333.59	332.22	174	443.09	441.72

Fuente: [20]



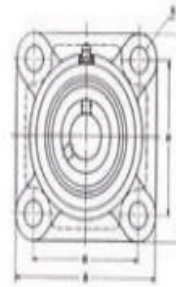
Características de las chumaceras

RODAMIENTOS - CHUMACERAS

Chumaceras

► Chumacera de pared 4 huecos

Datos Técnicos



CÓDIGO IBCA	Diám. del eje		Dimensiones (mm)									Perno	Tipo de rodami.	Soporte	Masa kg
	mm	pulg	a	e	i	g	L	s	Z	Bi	n				
UCF 204-12	19.05	3/4	86	64	15	12	25.5	12	33.3	31	12.7	M10 (W3/8)	204-12	F 204	0.61
UCF 205	25												UC 205		
205-14	22.225	7/8	95	70	16	14	27	12	35.7	34	14.3	M10 (W3/8)	205-14	F 205	0.90
205-16	25.4	1											205-16		
UCF 206	30		108	83	18	14	31	12	40.2	38.1	15.9	M10 (W3/8)	UC 206	F 206	1.20
206-18	30.162	1 3/16											206-18		
UCF 207	35		117	92	19	16	34	14	44.4	42.9	17.5	M12 (W1/2)	UC 207	F 207	1.55
207-20	31.75	1 1/4											207-20		
UCF 208	40		130	102	21	16	36	16	51.2	49.2	19.0	M14 (W1/2)	UC 208	F 208	2.00
208-24	38.1	1 1/2											208-24		
UCF 209	45		137	105	22	18	38	16	52.2	49.2	19.0	M14 (W1/2)	UC 209	F 209	2.36
209-28	44.45	1 3/4											209-28		
UCF 210	50		143	111	22	18	40	16	54.6	51.6	19	M14 (W1/2)	UC 210	F 210	2.64
211-32	50.8	2	162	130	25	20	43	19	58.4	55.6	22.2	M16 (W5/8)	211-32	F 211	3.51
UCF 212	60		175	143	29	20	48	19	68.7	65.1	25.4	M 16 (W5/8)	UC 212	F 212	4.8
212-36	57.15	2 1/4											212-36		
213-40	63.5	2 1/2	187	149	30	20	50	19	69.7	65.1	25.4	M16 (W5/8)	213-40	F 213	5.8
215-48	76.2	3	200	159	34	24	56	19	78.5	77.8	33.3	M16 (W5/8)	215-48	F 215	7.4

Fuente: [17]



Ingeniería Electromecánica

Construcción de la estructura metálica



Fuente: grupo de investigación

Construcción del sistema de transmisión por poleas



Fuente: grupo de investigación

Construcción de la tolva y cilindro para el rebanado



Fuente: grupo de investigación

Pintado de la estructura de la máquina



Fuente: grupo de investigación

Sujeción del motorreductor y las poleas en el tornillo sin fin



Fuente: grupo de investigación

Montaje de la selladora manual y funcionamiento de la máquina



Fuente: grupo de investigación