



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**TRABAJO DE GRADO, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

TEMA:

**“BANDA DOSIFICADORA DE FRUTAS PARA LA PLANTA
PRODUCTORA MI PULPITA.”**

AUTOR: JORGE ANDRÉS VACA CARABALÍ

DIRECTOR: ING. CARLOS VILLARREAL

IBARRA, ECUADOR

2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DEL CONTACTO			
CEDULA DE IDENTIDAD:	1003391008		
APELLIDOS Y NOMBRES	JORGE ANDRÉS VACA CARABALÍ		
DIRECCIÓN:	AV. VÍCTOR MANUEL GUZMÁN 5-14		
EM@IL:	cowandy@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0982518127
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO	"BANDA DOSIFICADORA DE FRUTAS PARA LA PLANTA PRODUCTORA MI PULPITA.		
AUTOR:	JORGE ANDRÉS VACA CARABALÍ		
FECHA:	Diciembre 2013		

Firma 

Nombre: Jorge Andrés Vaca Carabalí

Cédula: 1003391008

Ibarra, Diciembre 2013

2.- AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD.

Yo, Vaca Carabalí Jorge Andrés, con cédula de identidad 1003391008 , en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el repositorio Digital Institucional y uso del archivo en la biblioteca de la Universidad con fines académicos, para aplicar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación , investigación y extensión, en concordancia con la Ley de Educación Superior, artículo 144.



Firma -----

Nombre: Jorge Andrés Vaca Carabalí

Cédula: 1003391008

Ibarra, Diciembre 2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Vaca Carabalí Jorge Andrés, con cédula de identidad 1003391008 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4,5 y 6, en calidad de autor de la Obra Banda Dosificadora de fruta para la planta productora Mi Pulpita, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniería en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la universidad en facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi calidad de autor me reservo los derechos morales a la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital en la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma -----

Nombre: Jorge Andrés Vaca Carabalí

Cédula: 1003391008

Ibarra, Noviembre 2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

Certifico que el presente trabajo, fue desarrollado por el señor Jorge Andrés Vaca Carabalí, bajo la supervisión del Ingeniero Carlos Villarreal, quien certifica.

En la ciudad de Ibarra, Diciembre del 2013

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Carlos Villarreal B.", is written over a horizontal line.

Ing. Carlos Villarreal
DIRECTOR DE PROYECTO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADA

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros

En la ciudad de Ibarra, Diciembre del 2013

EL AUTOR:

Jorge Andrés vaca Carabalí
C.I.: 1003391008



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Jorge Andrés Vaca Carabalí, declaro que este trabajo es de autoría propia, ya que no ha sido presentado para ningún trabajo de grado, certifico la veracidad de las referencias bibliográficas que se incluyen en el presente trabajo.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Jorge Andrés Vaca Carabalí', is written over a horizontal line.

Jorge Andrés Vaca Carabalí
C.I.: 1003391008



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado en primer lugar, a Dios quien me ha iluminado en todos los proyectos que me he propuesto

A mis padres por ser ellos quienes me han apoyado durante toda mi preparación académica.

A mis hermanos Katty y Germán por estar pendientes de mi brindándome soporte para poder culminar mi carrera profesional y a mi sobrina Carolina que se ha convertido en mi principal tesoro.

Con amor a ellos

.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado sabiduría e iluminarme en esta etapa de mi vida.

A mis padres y hermanos que gracias a su apoyo incondicional he logrado cristalizar mis metas.

A ellos.

RESUMEN

El presente trabajo de grado se halla estructurado en cinco capítulos que desarrollan la presente investigación de manera clara. El primer capítulo analiza las definiciones de las bandas dosificadoras así como cada uno de los componentes que la forman. El segundo capítulo analiza los diseños mecánicos que se utilizarán para construir la máquina dosificadora incluyendo cálculos generales de la estructura de un banda como la que será utilizada en dicho equipo. En el tercer capítulo se encontrará los cálculos específicos de la banda dosificadora de la fruta que se convertirá en pulpa. El cuarto y quinto capítulo se encuentran formados por los costos y las pruebas que se harán para probar la eficacia de este equipo. La máquina propuesta será capaz de realizar el pesado y la dosificación para el ingreso de la fruta a la despulpadora.

ABSTRACT

The following research to get a degree is structure in five chapters describe it clearly. This first chapter contains the definitions of a band dosage and its elements. The second chapter analyzes the mechanical design, firstly in a general way to get the general idea about the topic. In the third chapter we are going to find the specific calculus to build this machine that we will use to prepare the fruit to make pulp. The fourth and fifth chapters contain the costs and the texts that will be done to prove the efficiency of the equipment. The machine that i proposed in this research will be check the correct weight and dosage from the fruit to prepare the pulp.

PRESENTACIÓN

La preocupación a nivel mundial debido a enfermedades causadas por la utilización de químicos en productos alimenticios, ha llevado a que la población busque un producto que sea 100% natural; es ahí donde la producción de pulpa de fruta se reactivó en la zona norte del país, sin embargo, esta no se ha desarrollado a gran escala.

Un gran problema para que el desarrollo de pulpa no sea el deseado, es el desperdicio de la fruta debido a que los procesos de pesaje y distribución de esta son de forma manual, pues el productor se ha centrado en la producción del producto final, mas no en los procesos previos a este. Los procesos manuales conllevan a errores de medición, desperdicio de la fruta, lentitud en el proceso

.Así mismo, al tener contacto directo los operarios con la materia prima (frutas), la manipulación de estas provoca el deterioro de las mismas y por ende para en la producción de la pulpa.

De ahí que nace la iniciativa de fabricar una máquina que colabore con este proceso de manera automática sin dejar de lado la manera manual con la sana y firme intención que se optimice la materia prima generando un producto más higiénico y ocupando la mayor cantidad de materia prima (fruta).

Queda ante ustedes el desarrollo de esta investigación

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	ii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	iv
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR	v
CONSTANCIAS	vi
DECLARACIÓN	vii
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
PRESENTACIÓN.....	xii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DE TABLAS	xix
CAPÍTULO I.....	1
1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	1
1.1 GENERALIDADES.....	1
1.2 BANDAS TRANSPORTADORAS	1
1.2.1 DEFINICIÓN Y FUNCIÓN.....	1
1.2.2 UTILIZACIÓN DE LAS BANDAS TRANSPORTADORAS	2
1.3 MATERIALES A MOVILIZAR EN BANDAS TRANSPORTADORAS.....	3
1.4 CLASIFICACIÓN DE TIPO DE BANDA	4
1.5 CONSTITUCIÓN DE LA BANDA	4
1.5.1 TEJIDO O CARCASA.....	4
1.5.2 RECUBRIMIENTOS	5
1.6 TENSORES DE BANDA	5
1.6.1 FUNCIONES PRINCIPALES	5
1.6.2 TIPOS DE TENSORES	6
1.7 TIPOS DE ACERO	7
1.8 TIPOS DE SOLDADURA.....	8
1.8.1 CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE SOLDADURA.....	9
1.9 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	10

1.10 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA BANDA DOSIFICADORA.....	10
1.10.1 ALTERNATIVA 1	10
1.10.2 ALTERNATIVA 2	13
1.10.3 ALTERNATIVA 3	14
1.11 SELECCIÓN DE BANDA TRANSPORTADORA ÓPTIMA	15
1.12 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA SISTEMA DE ALMACENAMIENTO.....	16
1.13 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE FRUTA	16
1.13.1 PRIMERA ALTERNATIVA	16
1.13.2 SEGUNDA ALTERNATIVA	17
1.13.3 TERCERA ALTERNATIVA.....	18
1.14 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ÓPTIMO.....	19
CAPÍTULO II.....	21
2 CÁLCULO Y CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	21
2.1 CÁLCULO DE LA TOLVA.....	21
2.2 DENSIDAD DE LA FRUTA	21
2.3 MASA DE FRUTA	21
2.4 DIMENSIONAMIENTO DE LA TOLVA.....	21
2.5 CÁLCULO PARA EL CILINDRO	22
2.6 SELECCIÓN DE METAL PARA LA ELABORACIÓN DE LA TOLVA.....	26
2.6.1 MONTAJE TOLVA	26
2.7 CÁLCULO DEL ESPESOR DEL MATERIAL.....	28
2.8 CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA	29
2.8.1 MONTAJE ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA	31
2.8.2 ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA CON TUBO CUADRADO DE 2mm	31
2.9 CÁLCULO BANDA PLANA	34
2.9.1 VELOCIDAD DE LA BANDA	34
2.9.2 ANCHO DE LA BANDA.....	35
2.9.3 CAPACIDAD VOLUMÉTRICA.....	35
2.9.4 CONFIGURACIÓN DE LAS ESTACIONES DE PASO Y DISTANCIAS DE TRANSICIÓN	35
2.9.5 PASO DE LAS ESTACIONES	36
2.9.6 POTENCIA MOTRIZ	37
2.9.7 TENSIÓN EN LA BANDA	37
2.9.8 CARGA DE TRABAJO Y ROTURA DE BANDA.....	38
2.9.9 DISEÑO DE RODILLO PRINCIPAL	39
2.9.9.1 DIÁMETRO DEL EJE DEL TAMBOR MOTRIZ.....	39

2.9.9.2 EL MOMENTO DE FLEXIÓN SERA:	40
2.9.9.3 EL MOMENTO TORSIÓN	40
2.9.9.4 MOMENTO IDEAL DE FLEXIÓN	40
2.9.9.5 DIÁMETRO DEL EJE DEL TAMBOR MOTRIZ	41
2.10 MONTAJE BANDA	41
CAPÍTULO III	41
3 INSTRUMENTACIÓN CONTROL Y MONITOREO	42
3.1 INTRODUCCIÓN	42
3.2 ESPECIFICACIONES GENERALES	42
3.3 COMPONENTES FUNDAMENTALES	43
3.3.1.2 EL CONTROLADOR	43
3.3.2 VARIADORES DE VELOCIDAD	43
3.3.3 SENSOR DE PESO	44
3.3.4 LCD	46
3.4 FUNCIONAMIENTO	47
3.4.1 FUNCIONAMIENTO SISTEMA DE PESAJE	47
3.4.2 FLUJO GRAMA DE INICIALIZACIÓN DE PROCESOS	48
3.4.3 ACONDICIONAMIENTO SEÑAL DEL SENSOR	49
3.4.4 DIAGRAMA DE BLOQUES	51
CAPÍTULO IV	52
4 IMPLEMENTACIÓN, PROTOCOLO DE PRUEBAS Y ANÁLISIS DE COSTOS	52
4.1 PROTOCOLO DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO EN VACÍO	52
4.1.1 ENSAMBLAJE	52
4.2 SISTEMA DE PESAJE	52
4.3 ANÁLISIS Y CALIBRACIÓN DE LOS SISTEMAS	53
4.3.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PESAJE	53
4.3.2 ANÁLISIS SISTEMA DE MEDICIÓN DE VELOCIDAD (TACÓMETRO)	53
4.3 TABLAS DE PRUEBAS CON EL SISTEMA FUNCIONANDO	54
4.3.1 ERROR EN EL SISTEMA DE PESAJE	54
4.4 ANÁLISIS DE LAS TABLAS DE PRUEBAS	56
4.5 CALIBRACIÓN DE LOS SENSORES DE PESO	56
4.6 ANÁLISIS DE COSTOS	56
CAPÍTULO V	60
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES	61

BIBLIOGRAFÍA	62
MANUAL DE USUARIO.....	64
MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.....	64
EN EL SISTEMA DE PESAJE:.....	65
ANEXO A1: Platinas en acero Inoxidable AISI 304.....	66
ANEXO A2: Eje acero inoxidable.....	67
ANEXO A3: PROPIEDADES Químicas Eje acero inoxidable	68
ANEXO A4: Perfiles estructurales	69
ANEXO A5: Perfiles importados (ángulos).....	70
ANEXO A6: Panchas inoxidables	71
.....	72
.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Transportador de Banda.....	2
Figura 1.2 Dispositivos de Tensado	6
Figura 1.3 Ejemplo de Acero Estructural (Puente)	7
Figura 1.4 Soldadura por arco eléctrico	9
Figura 1.5 Banda de Caucho	11
Figura: 1.6 Banda de Caucho Lisa	11
Figura 1.7 Banda Rugosa	12
Figura 1.8 Banda Nervada	12
Figura 1.9 Transportador de rodillos metálico	13
Figura. 1.10 Transportador de Tornillo sin fin	14
Figura 1.11 Grafico Alternativa 1 (Sistema Almacenamiento de Panela)	16
Figura 1.12 Grafico Alternativa 2 (Sistema Almacenamiento de Fruta).....	17
Figura 1.13 Grafico Alternativa 3 (Sistema Almacenamiento de Fruta).....	18
Figura 2.1 TOLVA	22
Figura 2.2 Cilindro Tolva	23
Figura 2.3 Tolva	24
Figura 2.4 Tolva Completa	26
Figura 2.5 Montaje tolva	27
Figura 2.6 Montaje1Estructura Máquina	32
Figura 2.6 Montaje1Estructura Máquina	32
Figura 2.7 Montaje Tablero de Control	33
Figura 2.7 Montaje 2 Tablero de Control	33
Figura 2.8 Tensiones en la Banda	37
Figura 2.9 Tensiones en la Banda	38
Figura 2.10 Diagrama de Cuerpo Libre	39
Figura 2.11 Montaje 2 Tablero de Control	41
Figura 3.1 PIC 18F4550.....	43
Figura: 3.2 Sinamics G110	44
Figura33 Flex iForse	46
Figura 3.4 LCD 16x2	46
Figura 4.1 Diágrama de Bloques.....	51
Figura 4.2 Rango de permisividad del peso balanza vs peso sistema de pesaje de la máquina (10lb).....	55

Figura 4.3 Rango de permisividad del peso balanza vs peso sistema de pesaje de la máquina (10lb)..... 55

Figura 4.3. Rango de permisividad del peso balanza vs peso sistema de pesaje de la máquina (10lb).... 56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Tipos de Tejidos	3
Tabla 1.2 Tipos de Tejidos	4
Tabla 1.3 Tipos de Tejidos	4
Tabla 1.4 Propiedades de los recubrimientos W, X, Y y	5
Tabla 1.5 Tipos de Tejidos	6
Tabla 1.6 Tipos de Tejidos	14
Tabla 1.7 Selección de alternativas	15
Tabla 1.8 Tipos de Tejidos	17
Tabla 1.9 Tipos de Tejidos	18
Tabla 1.10 Tipos de Tejidos	19
Tabla 1.11 Selección de alternativas	20
Tabla 4.1 Tabla pruebas Celdas de Carga y Rodillo	53
Tabla 4.2 Tabla pruebas Tacómetro	53
Tabla 4.3. Peso de Balanza Vs. Peso de la Máquina	54
Tabla 4.1 Costos Mecánicos	58
Tabla 4.2 Costos Electrónicos	59

CAPÍTULO I

1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 GENERALIDADES

En esta investigación inicial se proporciona la función principal de la banda transportadora, que es soportar el material trasladado, de igual forma las distintas aplicaciones y los diferentes materiales que puede trasladar debido a la forma de acoplarse a distintas necesidades de trabajo.

Por tal motivo se genera un estudio de factibilidad con la finalidad de comprender como ayudará en el mejoramiento del proceso de carga y descarga de productos y subproductos de fruta, ya que de esa forma se ofrecerá ayuda a la generación controlada y eficaz en la producción.

Con la finalidad de entender como está constituida la banda transportadora, los conceptos de los elementos en estudio serán: tipos de bandas, características, tipos de rodillos, tensores de banda, motores, tipos de anclaje, tipos de materiales, soldadura, además la comprensión del funcionamiento de un microprocesador, sus ventajas e inconvenientes y las funciones de un variador de velocidad.

1.2 BANDAS TRANSPORTADORAS

1.2.1 DEFINICIÓN Y FUNCIÓN

La función principal de la banda es soportar directamente el material a transportar y desplazarlo desde el punto de carga hasta el de descarga, razón por la cual, se la puede considerar el componente principal de las bandas transportadoras.¹

¹ <http://spanish.alibaba.com/product-gs/telescope-belt-conveyor-270384128.html>



Figura 1.1 Transportador de Banda
Fuente: <http://www.talleressalo.com/img>

Una banda o cinta transportadora es una estructura de goma o tejido en forma de correa cerrada en anillo, con una unión vulcanizada o con empalme metálico, utilizada para el transporte de materiales.

Las bandas transportadoras son máquinas utilizados para el transporte de objetos sólidos y material a granel a gran velocidad y cubriendo grandes distancias.

1.2.2 UTILIZACIÓN DE LAS BANDAS TRANSPORTADORAS

El empleo de las Bandas Transportadoras es muy extenso entre las cuales se destacan los siguientes:

- Las industrias extractivas (minas subterráneas y a cielo abierto, canteras).
- Las Industrias Siderúrgicas.

Instalaciones Portuarias de Almacenamiento, carga y descarga de barcos.

- Centrales Térmicas (Parques de almacenamiento y transporte a quemadores).
- Agroindustrias Azucareras.
- Industria Automotriz.
- Industria Químico –Farmacéutica.

Además se utiliza para transportar alimentos embalados o sin embalar. La limpieza frecuente con agua caliente y las bajas temperaturas de servicio son requisito primordial para que su funcionamiento sea perfecto y realice con precisión el trabajo para lo cual ha sido diseñada.²

1.3 MATERIALES A MOVILIZAR EN BANDAS TRANSPORTADORAS

Las bandas transportadoras manejan diversos materiales por ejemplo:

CONSTRUCCIÓN	COMBUSTIBLES	FERTILIZANTES	MINERALES	ALIMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> - Arcilla - Arena - Asfalto - Cemento - Cenizas - Granito - Hormigón - Grava - tierras 	<ul style="list-style-type: none"> - Antracita - Coque - Carbón - Hulla - lignito, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fosfato - Nitratos - Sulfatos - Sales - Urea, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aluminio - Alumbre - Azufre - Cobre - Hierro - Grafito - Magnesio - Plomo - yeso 	<ul style="list-style-type: none"> - Azúcar - Aceitunas - Algodón - Café - Cacao - Guisantes - Harinas - Papas - Maíz - Nueces - remolachas, etc.

Tabla 1.1 Tipos de Tejidos

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos58/disenio-cintas-transportadoras>

² <http://www.monografias.com/trabajos58/disenio-cintas-transporta>

1.4 CLASIFICACIÓN DE TIPO DE BANDA

La selección de la banda se realiza por las siguientes disposiciones:

POR EL TIPO DE TEJIDO	POR LA DISPOSICIÓN DEL TEJIDO	POR EL ASPECTO DE LA SUPERFICIE PORTANTE DE LA CARGA
- De algodón. - De tejidos sintéticos. - De cables de acero.	- De varias telas o capas. - De tejido sólido.	- Lisas. - Rugosas. Con nervios, tacos o bordes laterales vulcanizados.

Tabla 1.2 Tipos de Tejidos

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos58/disenio-cintas-transportadoras>

1.5 CONSTITUCIÓN DE LA BANDA

Para soportar adecuadamente todas las cargas y esfuerzos, la banda está formada por dos componentes básicos:

- . El Tejido o Carcasa.- Transmite los esfuerzos.
- . Los Recubrimientos.- Soportan los impactos y erosiones.

1.5.1 TEJIDO O CARCASA

Los tejidos empleados en la actualidad son:

Nombre	Designación Abreviada
Algodón	B
Rayón	Z
Poliéster	E
Poliamida	P
Cables De Acero	St

Tabla 1.3 Tipos de Tejidos

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos58/disenio-cintas-transportadoras>

1.5.2 RECUBRIMIENTOS

Los recubrimientos de goma sirven para unir los elementos constitutivos de la carcasa y constan de dos partes, la superior y la inferior.

Como se ha dicho, la goma es el elemento básico de los recubrimientos; tomando en consideración las propiedades mecánicas de resistencia, alargamiento y abrasión, las Normas DIN 22102 y 221314, han establecido las categorías W, X, Y, Z, las cuales se indican en la Tabla 1.3.

LETRA DISTINTIVA	ROTURA (N/MM²)	CARGA.ROTURA (%)	ABRASIÓN (MM³)
W	18	400	90
X	25	450	120
Y	20	400	150
Z	15	350	250

Tabla 1.4 Propiedades de los recubrimientos W, X, Y

Fuente <http://www.monografias.com/trabajos58/disenio-cintas-transportadoras>

1.6 TENSORES DE BANDA

1.6.1 FUNCIONES PRINCIPALES

Los mecanismos de tensado cumplen las siguientes funciones:

- Lograr el adecuado contacto entre la banda y el tambor del motor.
- Evitar derrames de material en las proximidades de los puntos de carga, motivados por falta de tensión en la banda.
- Compensar las variaciones de longitud producidas en la banda, estas variaciones son debidas a cambios de tensión en la banda.
- Mantener la tensión adecuada en el ramal de retorno durante el arranque.



Figura 1.2 Dispositivos de Tensado

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos58/disen0-cintas-transportadoras>

1.6.2 TIPOS DE TENSORES

Los tensores se clasifican por varios parámetros entre los cuales constan:

POR SU FORMA CONSTRUCTIVA.	POR FORMA DE APLICAR LA FUERZA TENSORA	POR EL EQUIPO MECÁNICO QUE APLICA LA FUERZA	POR LA SITUACIÓN DEL EQUIPO DE TENSADO
<ul style="list-style-type: none"> - De lazo sencillo - De lazo múltiple 	<ul style="list-style-type: none"> - Automática - Fija 	<ul style="list-style-type: none"> - Gravedad - Husillo - Cabrestante manual fijo - Cabrestante eléctrico fijo - Cabrestante eléctrico automático 	<ul style="list-style-type: none"> - En cabeza - En cola

Tabla 1.5 Tipos de Tejidos

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos58/disen0-cintas-transportadoras>

1.7 TIPOS DE ACERO

Este sistema de clasificación de los aceros considera como base la composición química de los aceros, los que a su vez, podrían ser considerados en los siguientes subgrupos:

- Aceros al Carbono: aquellos aceros en los que está presente el Carbono y los elementos residuales, como el Manganeso, Silicio, Fósforo y Azufre, la cantidad de Carbono de estos aceros varía entre 0,15% a 0,40%, en cantidades consideradas como normales.

De esta forma, los aceros al Carbono comunes, simplemente laminados y sin ningún tratamiento térmico, son plenamente satisfactorios y constituyen un porcentaje considerable dentro de los aceros estructurales³.



Figura 1.3 Ejemplo de Acero Estructural (Puente)

Fuente: www.normasaceroestructural.com

Los requisitos fundamentales que deben cumplir estos aceros, son los siguientes:

- Ductilidad y homogeneidad.
- Valor elevado de la relación, resistencia mecánica/límite de fluencia.
- Soldabilidad.

³ www.normasaceroestructural.com

- Apto para ser cortado por llama, sin endurecimiento.
- Resistencia a la corrosión, razonable.

En las estructuras, los perfiles de acero al Carbono utilizados son los más diversos, sobresaliendo los siguientes: barras redondas, cuadradas, hexagonales, planas, ángulos, canales, perfiles doble T, etc.

- Aceros de baja aleación: aquellos aceros en que los elementos residuales están presentes arriba de cantidades normales, o donde están presentes nuevos elementos aleantes, cuya cantidad total no sobrepasa un valor determinado (normalmente un 3,0 al 3,5%). En este tipo de acero, la cantidad total de elementos aleados no es suficiente para alterar la microestructura de los aceros resultantes, así como, la naturaleza de los tratamientos térmicos a que deben ser sometidos.
- Aceros de alta aleación: aquellos aceros en que la cantidad total de elementos aleados se encuentra, en el mínimo, de un 10 a 12%. En estas condiciones, no solo la microestructura de los aceros correspondientes puede ser profundamente alterada, sino que igualmente los tratamientos térmicos se modifican, exigiendo técnicas, cuidados especiales y frecuentemente, múltiples operaciones.
- Aceros de media aleación: aquellos aceros que pueden ser considerados un grupo intermedio entre los dos anteriores.⁴

1.8 TIPOS DE SOLDADURA

La soldadura es un proceso de unión entre metales por la acción del calor, con o sin aportación de material metálico nuevo, dando continuidad a los elementos unidos. Los efectos de la soldadura resultan determinantes para la utilidad del material soldado.

El metal de aportación y las consecuencias derivadas del suministro de calor pueden afectar a las propiedades de la pieza soldada. Deben evitarse porosidades y grietas añadiendo elementos de aleación al metal de aportación, y sujetando firmemente las piezas que se quieren soldar para evitar deformaciones. También puede suceder que la zona afectada por el calor quede dura y quebradiza. Para evitar estos efectos indeseables, a veces se realizan precalentamientos o tratamientos térmicos posteriores. Por otra parte, el calor de la soldadura

⁴ <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn101.html>

causa distorsiones que pueden reducirse al mínimo eligiendo de modo adecuado los elementos de sujeción y estudiando previamente la secuencia de la soldadura.⁵

1.8.1 CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE SOLDADURA

Se pueden distinguir primeramente los siguientes tipos de soldadura:

. Soldadura heterogénea. Se efectúa entre materiales de distinta naturaleza, con o sin metal de aportación: o entre metales iguales, pero con distinto metal de aportación. Puede ser blanda o fuerte.

. Soldadura homogénea. Los materiales que se sueldan y el metal de aportación, si lo hay, son de la misma naturaleza. Puede ser oxiacetilénica, eléctrica (por arco voltaico o por resistencia), etc. Si no hay metal de aportación, las soldaduras homogéneas se denominan autógenas.

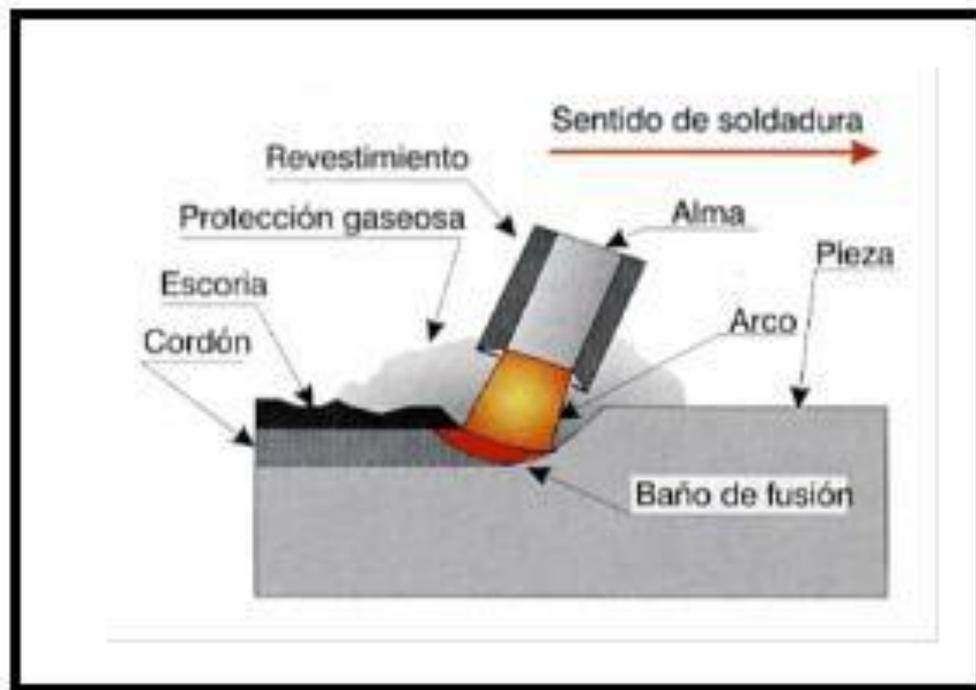


Figura 1.4 Soldadura por arco eléctrico
Fuente: www.procedimientosoldadura.com

Por soldadura autógena se entiende aquélla que se realiza sin metal de aportación, de manera que se unen cuerpos de igual naturaleza por medio de la fusión de los mismos; así, al enfriarse, forman un todo único.

⁵ <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn101.html>

1.9 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

El presente estudio determina una óptima demostración de que es viable realizar el diseño de una banda transportadora de caucho con los parámetros solicitados, con los cálculos realizados se llega a establecer el desarrollo del diseño del presente proyecto. Debido a la necesidad de implementar en la industria alimenticia métodos y procesos que faciliten y mejoren adecuadamente la producción en un porcentaje mayor, teniendo en cuenta calidad y eficiencia en beneficio del consumidor final, adecuando normas, automatizando procesos, se implementa herramientas que mejoren la producción.

Por ello es importante en la industria contar con el mejoramiento de cada proceso, por lo que se toma en cuenta el automatizar y dar unos parámetros para el diseño de una transportadora de banda de caucho que ayudará y facilitará una adecuada producción en la industria alimenticia.

1.10 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA BANDA DOSIFICADORA

1.10.1 ALTERNATIVA 1

TRANSPORTADOR DE BANDA DE CAUCHO

Las bandas transportadoras de goma, son las bandas de uso más común.

Están constituidas por varias capas de tejidos engomados separados por capas de goma intermedia para mejorar su flexibilidad, recubiertas de caucho del grueso y calidad deseada según el trabajo a realizar y el tipo de material a transportar.

Normalmente se fabrican en tejidos de poliéster/poliamida (EP) que es el material que proporciona más resistencia a la rotura e impacto. El revestimiento exterior de caucho se puede fabricar en distintos tipos : anti abrasivo, resistente a la temperatura, anti aceite, alimentario (de color blanco) etc.⁶

⁶ <http://www.siban.com/bands-beltsiflex/index.php/es/>



Figura 1.5 Banda de Caucho

Fuentes: [www. Spanish.alibaba.com](http://www.Spanish.alibaba.com) Zhengzhou Longing Heavy Industry Machinery Co., Ltd.

Las bandas transportadoras de goma se dividen en 3 tipos:

. Lisas: Para transporte horizontal.



Figura: 1.6 Banda de Caucho Lisa

Fuente: <http://www.bandascortes.com/index.php>

. Rugosas: Para transporte horizontal e inclinado de productos manufacturados, equipajes, paquetería, etc.



Figura 1.7 Banda Rugosa
Fuente: <http://es.dreamstime.com>

. Nervadas: Para transporte inclinado; que según el material a transportar puede llegar hasta 45° de inclinación.



Figura 1.8 Banda Nervada
Fuente: <http://www.rosal.biz/es>

1.10.2 ALTERNATIVA 2

TRANSPORTADOR DE RODILLOS METÁLICOS

El transportador de rodillos es un dispositivo que, como su nombre lo indica, utiliza rodillos metálicos para facilitar el manejo y traslado de una gran diversidad de objetos, tales como cajas, tarimas, llantas, tambos, paquetes, etc. dentro de una gran diversidad de procesos industriales siempre y cuando que cumplan la condición de contar con un fondo regular. En caso contrario, suelen emplearse otro tipo de dispositivos como el transportador de banda, el transportador helicoidal, etc.⁷



Figura 1.9 Transportador de rodillos metálico
Fuente: <http://www.juvisa.net/img/transportador-tablillas.jpg>

⁷ <http://www.bandascortes.com/familias.php?codF=5&codP=9>

1.10.3 ALTERNATIVA 3

TRANSPORTADOR DE TORNILLO SIN FIN

En este sistema encontramos las siguientes ventajas y desventajas:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">- Son compactos.- Presentan un diseño modular que es de fácil instalación.- Tienen la facilidad de soportar altas temperaturas.- Fácil hermeticidad.- Extremadamente versátiles.- Dosificadores.- Agitadores o Mezcladores.- Varias zonas de carga y descarga.	<ul style="list-style-type: none">- No grandes tamaños.- Materiales no frágiles y delicados.- Contaminación del material.- Distancia de hasta de 50 m.

Tabla 1.6 Tipos de Tejidos

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos58/disenio-cintas-transportadoras>

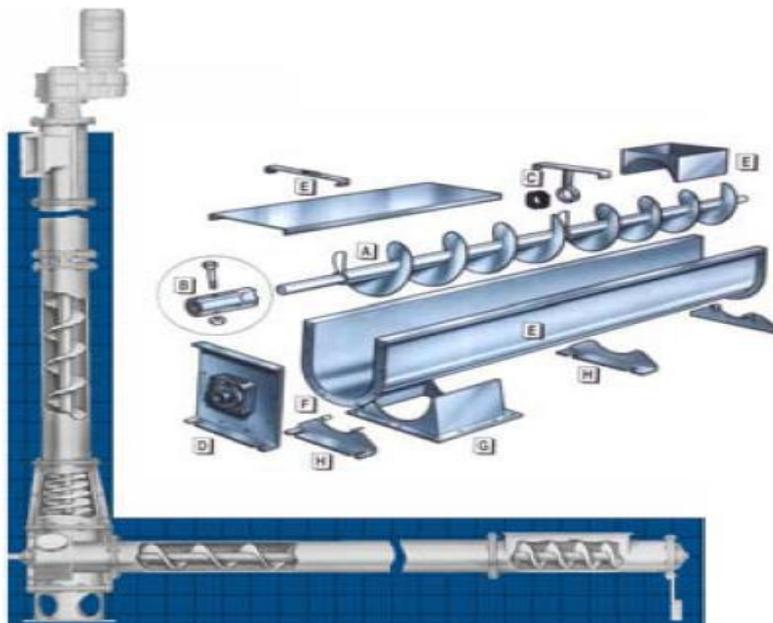


Figura. 1.10 Transportador de Tornillo sin fin

Fuente: <http://www.bandasyvulcanizacion.com/html/bandas.html>

1.11 SELECCIÓN DE BANDA TRANSPORTADORA ÓPTIMA

Para el adecuado diseño de la banda transportadora de fruta, debido a la exigencia de cargar y descargar productos de pulpa de fruta por intermedio de una banda que pueda desplazarse y encoger toda su longitud, de manera que con todas las necesidades que se aborde a continuación se detalla un cuadro de selección del más conveniente sistema de transporte de los productos de pulpa de fruta, además con los cálculos se demostrará que es el sistema más adecuado según el requerimiento.

- . Transportador de Banda de Caucho (Alternativa 1)
- . Transportador de Rodillos Metálicas(Alternativa 2)
- . Transportador de Tornillo sin Fin (Alternativa 3)

Nº	CRITERIO DE COMPARACIÓN	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	IDEAL
1	Peso	5	4	3	5
2	Costo	5	5	4	5
3	Factibilidad de Construcción	4	4	4	5
4	Factibilidad de Ensamblaje	5	5	5	5
5	Resistencia Altas T°	4	4	4	5
6	Refacciones	5	4	4	5
7	Vida Útil	4	4	4	5
8	Confiabilidad del sistema	5	4	3	5
Total		37	34	31	40
Índice Porcentual		92.5 %	85 %	77.5 %	100 %

Tabla 1.7 Selección de alternativas

Fuente: autor

Conclusión.- Mediante el respectivo análisis de alternativas se procede a la selección de la alternativa 1, por su alta confiabilidad en el sistema, la factibilidad de mantenimiento y sobre todo en la capacidad de transportar productos alimenticios.

1.12 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

1.13 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE FRUTA

La capacidad de almacenamiento de la tolva está dada por los parámetros siguientes:

La altura del espacio físico donde reposara la maquina será de 3m, es decir, que la altura máxima de la máquina será de 2m para que exista facilidad al momento de distribuir la materia prima a la tolva.

La cantidad de pulpa que podrá ser producida depende de la producción diaria de la empresa que es de 30lb/min.

1.13.1 PRIMERA ALTERNATIVA

TOLVA CUADRADA



Figura 1.11 Grafico Alternativa 1 (Sistema Almacenamiento de Panela)

Fuente: <http://www.silos-cafe.com/silos-industriales.htm>

Se lo puede utilizar soldando sus extremos, atornillando para juntar sus partes.

Está formada por un cuadrado metálico y en la parte inferior una estructura piramidal cortada en su salida.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">- Facilidad de manufactura.- Fácil de reparar.- Facilidad para soldar las paredes para unir las	<ul style="list-style-type: none">- Mayor área de sueldas- Compactación del producto almacenado en las esquinas.

Tabla 1.8 Tipos de Tejidos

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos58/disen%C3%B3-cintas-transportadoras>

1.13.2 SEGUNDA ALTERNATIVA

TOLVA CÓNICA



Figura 1.12 Grafico Alternativa 2 (Sistema Almacenamiento de Fruta)

Fuente: <http://www.silosmon.es/>

Esta tolva metálica es utilizada con una cubierta lisa generalmente para almacenar cereales granulados. Esta tolva está conformada por una parte cilíndrica superior y una cónica inferior que es por donde cae el producto. Tiene únicamente 3 sueldas para su conformación.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> - Vida útil no larga. - Realización de dos procesos a la vez, sellado y arrastre del papel. 	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción difícil. - Difícil sincronización de todo el sistema. - Constante mantenimiento debido a la fricción que se genera en los 2 sistemas.

Tabla 1.9 Tipos de Tejidos

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos58/disenocintas-transportadoras>

1.13.3 TERCERA ALTERNATIVA

TOLVA OCTOGONAL



Figura 1.13 Grafico Alternativa 3 (Sistema Almacenamiento de Fruta)

Fuente: <http://www.discaf.com/ficha-tecnica-silos-industrialesoctogonales.htm>

Utilizado para almacenamiento de grandes cantidades de producto, o cuando las presiones son muy grandes. Está formada por un octágono metálico y en la parte inferior una estructura piramidal cortada en su salida.

De las tolvas es el que más carga resiste.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> - Facilidad de manufactura. - Fácil de reparar. - Facilidad para soldar las paredes para unir las. 	<ul style="list-style-type: none"> - Excesivas área de soldas - Mucha compactación del producto almacenado en las esquinas.

Tabla 1.10 Tipos de Tejidos

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos58/disenio-cintas-transportadoras>

1.14 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ÓPTIMO

Para el adecuado diseño la tolva de fruta, debido a la exigencia de almacenar fruta sin que esta se dañe o maltrate se realizara un estudio de selección que permitirá demostrar el sistema más adecuado y el que mejor se acople a las exigencias de nuestro diseño. Entre las opciones tenemos las siguientes:

- Tolva Cuadrada (Alternativa 1).
- Tolva Cónica (Alternativa 2).
- Tolva Octogonal (Alternativa 3).

Nº	CRITERIO DE COMPARACIÓN	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	IDEAL
1	Peso	4	5	3	5
2	Costo	5	5	4	5
3	Factibilidad de Construcción	4	4	4	5
4	Factibilidad de Ensamblaje	5	5	5	5
5	Resistencia Altas T°	4	4	4	5
6	Refacciones	4	5	4	5
7	Vida Útil	4	4	4	5
8	Confiabilidad del sistema	4	5	3	5
Total		34	37	31	40
Índice Porcentual		85 %	92.5 %	77.5 %	100 %

Tabla 1.11 Selección de alternativas

Fuente: El Autor

Conclusión.- Mediante el respectivo análisis de alternativas se procede a la selección de la alternativa 2, por su alta confiabilidad en el sistema, la factibilidad de mantenimiento y sobre todo porque conserva a la fruta en buenas condiciones.

CAPÍTULO II

2 CÁLCULO, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

2.1 CÁLCULO DE LA TOLVA⁸

Partiendo de la fórmula: $V_{total} = \frac{M}{d}$ donde:

Vtotal = Volumen total

d = densidad del producto

m = masa del producto

Tenemos:

2.2 DENSIDAD DE LA FRUTA

La Fresa es nativa de las regiones templadas en el mundo y se cultiva en grandes cantidades, tanto con fines comerciales como por parte de horticultores aficionados. Las flores blancas se organizan en cimas y tienen cáliz de cinco piezas hendidas, cinco pétalos redondeados, numerosos estambres y pistilos. El fruto es el resultado el mismo que puede llegar a tener una densidad de 1,15g/cm³.

$$d = 1,15 \frac{g}{cm^3} = 1150 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]$$

2.3 MASA DE FRUTA

Como ya antes habíamos mencionado la maquina trabajara según las exigencias de la empresa que son el de ingreso de fruta lavada hacia el sistema de pesaje de 50lb/min, es decir la tolva tendrá una capacidad de 50lb.

2.4 DIMENSIONAMIENTO DE LA TOLVA

$$m = 22.72 \text{ Kg}$$

$$d = 1,15 \frac{g}{cm^3} = 1150 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]$$

⁸ SILOS, J Ravenet,.

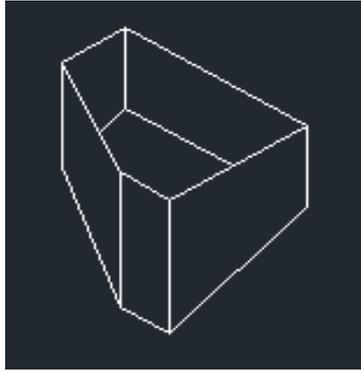


Figura 2.1 TOLVA

Fuente: El Autor

$$V_{\text{total}} = \frac{m}{d}$$

Ecuación 2.1

$$V_{\text{total}} = \frac{22,72 \text{ kg}}{1150 \text{ kg/m}^3}$$

$$V_{\text{total}} = 0,019 \text{ m}^3$$

2.5 CÁLCULO PARA EL CILINDRO

Debido al espacio físico tomaremos un valor aleatorio de la altura del cilindro de la tolva de 0.50m ya que esta sumada el valor de la parte inclinada del cilindro irá sobre la estructura de la máquina y la altura total no deberá sobrepasar los 2m.

Para seleccionar el valor de inicio del diámetro superior del cilindro lo tomaremos aleatoriamente y luego comprobaremos si todos los valores de los distintos parámetros se ajustan a los valores aleatorios caso contrario se cambiarán el valor aleatorio de altura o diámetro o los 2. Con lo antes expuesto se ha tomado un valor aleatorio de un diámetro de 0.30m.

Valores aleatorios

$$h_c = 0.60\text{m}$$

$$d = 0.30\text{m}$$

$$r = \frac{d}{2} = 0.15\text{m}$$

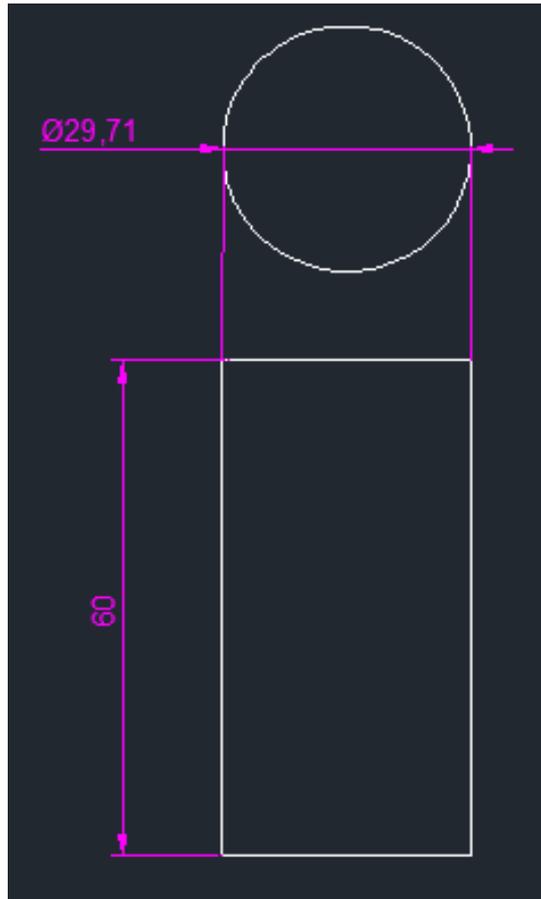


Figura 2.2 Cilindro Tolva
Fuente: El Autor

$$\begin{aligned}
 \mathbf{V_{cil}} &= (\pi * (r)^2) * h_c \\
 \mathbf{V_{cil}} &= (\pi * (0.15\text{m})^2) * 0.45\text{m} && \mathbf{Ecuación 2.2} \\
 \mathbf{V_{cil}} &= 0.031\text{m}^3
 \end{aligned}$$

Donde:

- Vcil** = Volumen del cilindro
- π** = 3.1416
- r** = radio del cilindro
- hc** = altura del cilindro

Como el volumen del cilindro es mayor que el volumen de las fresas se puede decir que es aceptable con lo cual se puede proceder con seguridad.

$$\begin{aligned}
 \mathbf{V_{total}} &= V_{tolva} + V_{cil} \\
 V_{tolva} &= V_{total} - V_{cil} && \mathbf{Ecuación 2.3}
 \end{aligned}$$

Vtolva = $0.011 \text{ m}^3 - 0.014 \text{ m}^3$

Vtolva = 0.047 m^3

Donde:

Vtolva = volumen de la parte inclinada de la tolva

Nota: Con la utilización de los valores escogidos aleatoriamente se ha obtenido resultados que se han acoplado a los límites del diseño por lo se puede decir que son correctos.

Para el diseño de la tolva en la parte inferior se debe trabajar de la misma manera utilizando un valor aleatorio acorde con los valores del espacio físico y sobre todo con los que anteriormente habíamos utilizado con lo cual se tiene:

rs = radio superior antes dimensionado= 0.27m **ri** = radio inferior ahora dimensionado= 0.15 m

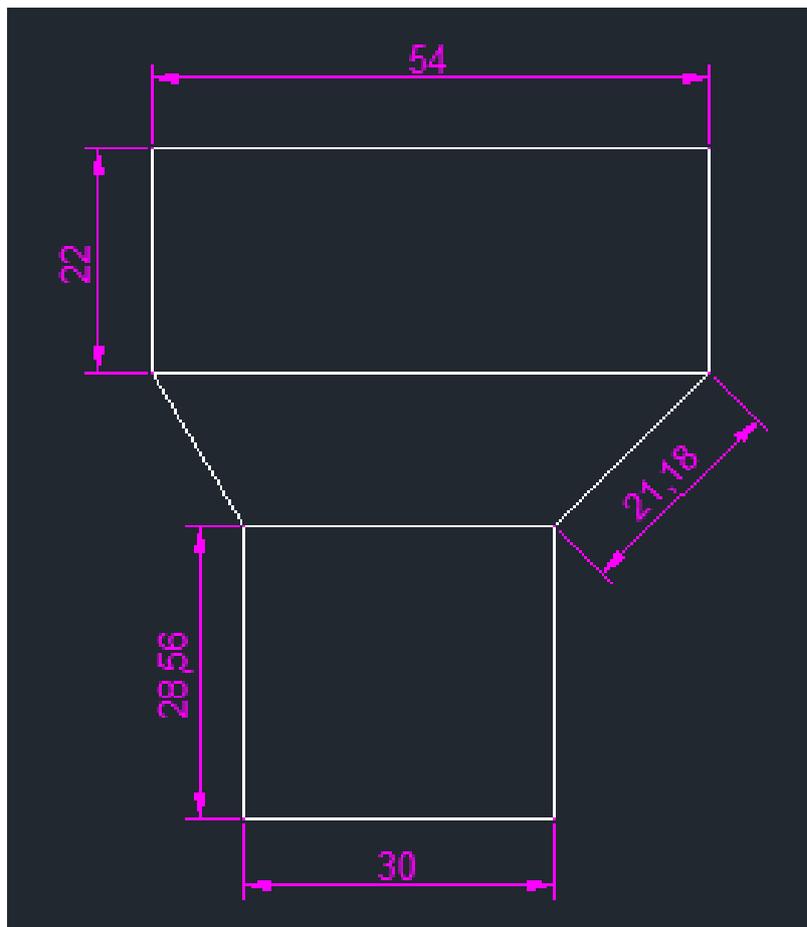


Figura 2.3 Tolva

Fuente: El Autor

$$r. \text{aprox} = \frac{(r_s + r_i)}{2} \quad \text{Ecuación 2.4}$$

$$r. \text{aprox} = \frac{(0.27+0.15)}{2}$$

$$r. \text{aprox} = 0,21$$

Entonces tenemos:

$$V_{\text{tolva}} = (\pi * (r_{\text{aprox}})^2) * h_t$$

Despejamos h_t y tenemos:

$$h_t = \frac{V_{\text{tolva}}}{\pi \times (r. \text{aprox}^2)}$$

$$h_t = \frac{0,048 \text{m}^3}{\pi \times 0,2 \text{m}^2} = 0,38 \text{ m}$$

Con el anterior cálculo se obtiene la altura de la tolva al unirla al cilindro se tiene la altura final del depósito para la panela.

Para comprobar si los cálculos son los correctos se debe demostrar si el ángulo de inclinación de la tolva es mayor a 25 por datos técnicos, y por cálculos obtuvimos un ángulo de 44,20. Con lo cual se puede decir que el producto puede deslizarse con facilidad. A continuación se realiza el cálculo del ángulo.

$$\tan \theta = \frac{h_t}{r_s + r_i}$$

$$\tan \theta = \frac{0,38 \text{ m}}{0,27 + 0,15}$$

$$\theta = 44,20$$

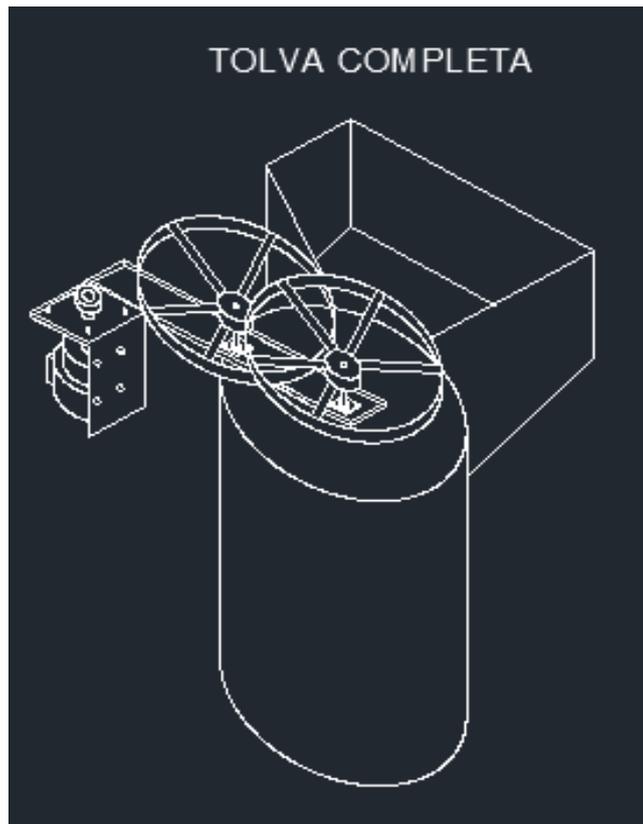


Figura 2.4 Tolva Completa

Fuente: El Autor

2.6 SELECCIÓN DE METAL PARA LA ELABORACIÓN DE LA TOLVA

El material seleccionado fue el acero AISI 304, ya que para trabajar con alimentos en el país únicamente existen dos tipos de aceros que son el AISI 314 y el AISI 304 siendo el último el más común y por tanto más económico.

Este acero se lo puede encontrar en el espesor que van desde 0.40mm, se seleccionó el 2mm de grosor ya que el proceso de soldadura en el caso de la de 0.40mm es de mayor complejidad y con mayor índice de error.

2.6.1 MONTAJE TOLVA

Para la construcción de la tolva se utilizó acero AISI 304.

Para la construcción se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Que por el proceso de soldadura no se pandee el material.
- La soldadura se realizara por los 2 lados de la plancha.
- Revisar que no exista defectos en la unión soldada (porosidad en la soldadura).
- Dividir a la tolva en 3 partes y luego unir esto se realiza por facilidad de construcción.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente detallados se tiene:

- La soldadura se realizó Utilizando una Suelda TIG (soldadura con protección gaseosa y que permite un mejor control de la temperatura).
- Utilizó un cordón de ancho de soldadura de 5mm aproximadamente y una altura de 1mm para que soporte las presiones.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente detallados se tiene:

- Soportes soldados a la tolva en cuatro puntos equidistantes.
- Soportes soldados utilizando una Suelda TIG.
- Soportes descansan sobre la estructura evitando el movimiento.
- En el borde superior de la tolva se realizó un doblado y soldadura para no dejar un filo cortante en la tolva y evitar accidentes laborales.



Figura 2.5 Montaje tolva

Fuente: Jorge Vaca

2.7 CÁLCULO DEL ESPESOR DEL MATERIAL

$$P = \delta \times g \times h$$

Donde:

P = Presión

δ = densidad del material

g = gravedad

h = altura

Sustituyendo valores:

$$P = \delta \times g \times h$$

$$P = 1150 \frac{kg}{m^3} \times 9.8 \frac{m}{s^2} \times 0.60m$$

$$P = 6762 \text{ (Pa)(N/m}^2\text{)}$$

$$\sigma_t = \frac{S_{yt}}{3} \quad \text{Ecuación 2.5}$$

$$P = \frac{F}{A}$$

$$F = P \times A$$

$$F_t = P \times D \times h \quad \text{Ecuación 2.6}$$

Desarrollamos la ecuación 1 y obtenemos lo siguiente

$$\frac{F_t}{A_t} = \frac{S_{yt}}{3} \quad \text{Ecuación 2.7}$$

$$\frac{3F_t}{S_{yt}} = A_t$$

$$A_t = 2 \times h \times e$$

$$e = \frac{[3Ft/Syt]}{2 \times h}$$

Donde:

e =Espesor

Reemplazamos el valor de la Ecuación 2.6 en la 2.7

$$e = \frac{3 \times P \times D \times h}{Syt \times 2h}$$

$$e = \frac{3 \times P \times D}{Syt \times 2}$$

$$e = \frac{3 \times P \times D}{Syt \times 2} = \frac{3[[0.98 \text{ psi} \times 23.62 \text{ pulg}]]}{2 \times 69500 \text{ psi}}$$

$$e = 0,00049 \text{ [pulg]} = 0,012 \text{ [mm]}$$

2.8 CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA

Para este cálculo de la estructura se procede a seleccionar los parámetros que son:

- Las columnas serán excéntricas ya que se aplican cargas fuera del eje centroidal de la sección transversal de la columna.
- Los extremos son Empotrados-Libres con un K(factor de seguridad) de 2.0 para valores teóricos y de 2.1 para valores prácticos, en este diseño se escogerá el de 2.1⁹
- Al observar el tamaño de la tolva se propone utilizar para la estructura un tubo cuadrado de 2 pulgadas hecho de acero AISI
- Serán 4 columnas de un largo de 1.20 m o 47.24 pul.

Con los parámetros antes mencionados la ecuación para poder ver que el tubo que se seleccionó soportará la carga a la que estará sometido es la siguiente:

$$Sy' = \frac{NP}{A} \left[1 + \frac{ec}{r^2} \sec \left(\frac{KL}{2r} \sqrt{\frac{NP}{AE}} \right) \right]^2 \quad \text{Ecuación 2.8}^{10}$$

⁹ Robert Mott, Diseño de Elementos Mecánicos, Editorial IPEARSON, pág. 234

¹⁰ Robert Mott, Diseño de Elementos Mecánicos, Editorial IPEARSON, pág. 25

Donde:

N = factor de seguridad

P = carga aplicada a la columna

A = área de la sección transversal¹¹

e = excentricidad 1 según el tubo seleccionado es de 1.¹²

c = distancia del eje neutro de la sección transversal hasta su orilla exterior según el tubo seleccionado es de 1¹³

r = radio de giro¹⁴

K = constante de extremo fijo

L = largo de la columna

E = elasticidad del material "Acero"

Carga a la que va a estar sometida la estructura.

Generadores de carga	Carga Aproximada
Fruta	15 kg
Tolva	20 kg
Tablero de control	15 kg
Extras	30kg
Total	80 kg = 694.45 lb

Total serán 694.45 lb esta carga se divide para 4 columnas y el resultado es 173.61 lb.

Área sección transversal= 2.85cm^2

$$A = 2.85\text{cm}^2 = 0.44\text{pul}^2$$

$$r = \frac{\text{lado}}{\sqrt{12}}$$

$$r = \frac{2 \text{ pul}}{\sqrt{12}}$$

$$r = 0.577 \text{ pulg}$$

¹¹ Robert Mott, Diseño de Elementos Mecánicos, Editorial PEARSON, Apéndice

¹² Catalogo DIPAC, pág. 12

¹³ James Gere, Mecánica de Materiales, Editorial, Séptima Edición , pág. 85

¹⁴ Robert Mott, Diseño de Elementos Mecánicos, Editorial PEARSON, Apéndice 1

$$S_y' = \frac{3 \cdot 173.61}{0.44} \left[1 + \frac{1 \cdot 1}{0.577^2} \sec \left(\frac{2.1 \cdot 47.24}{2 \cdot 0.577} \sqrt{\frac{3 \cdot 173.61}{0.44 \cdot 30 \cdot 10^6}} \right) \right]^2$$

$$S_y' = 1747.36 [1 + 0.751 \cdot \sec(85.96 \cdot 0.003)]$$

$$S_y' = 1747.36 [4.03]$$

$$S_y' = 7041.8 \text{ PSI}$$

Al ser S_y' que obtuvimos por nuestros cálculos mucho menor que S_y que nos proporciona el fabricante se concluye que las columnas soportaran la carga de una manera óptima. Ver anexo

2.8.1 MONTAJE ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA

Se utilizaron planchas de acero inoxidable AISI 304

- El corte del Acero se realizó mediante plasma.
- Las sueldas del Acero se realizó mediante el sistema TIG, con el aporte 308(Especial para acero AISI 304-304L-308-308L) con electrodo de tungsteno(Acabado mejorado).
- Para la suelda se utilizó Gas de Protección Argon 100%.
- El valorado de los cilindros y del cono se lo realizó en una valoradora de tres ejes manual.
- El proceso de pulido se realizó con lija número 120,150 y 180 con disco de barajas.
- La limpieza se realizó con ácido de limpieza wurd para suelda. Este líquido debe tener extremo cuidado por que es altamente corrosivo.

2.8.2 ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA CON TUBO CUADRADO DE 2mm

- El corte se realizó con cortadora de 7 pulgadas con disco de corte de 3mm.
- Las sueldas del tubo se realizaron mediante el sistema MIG, con alambre 70s de 8mm(equivalente a electrodo 6011).
- En la suelda se usó Gas de protección Indurmig CO2 80% y Argón 20%(Permite tener cordón de suelda más delgado y la soldadura con menores defectos).

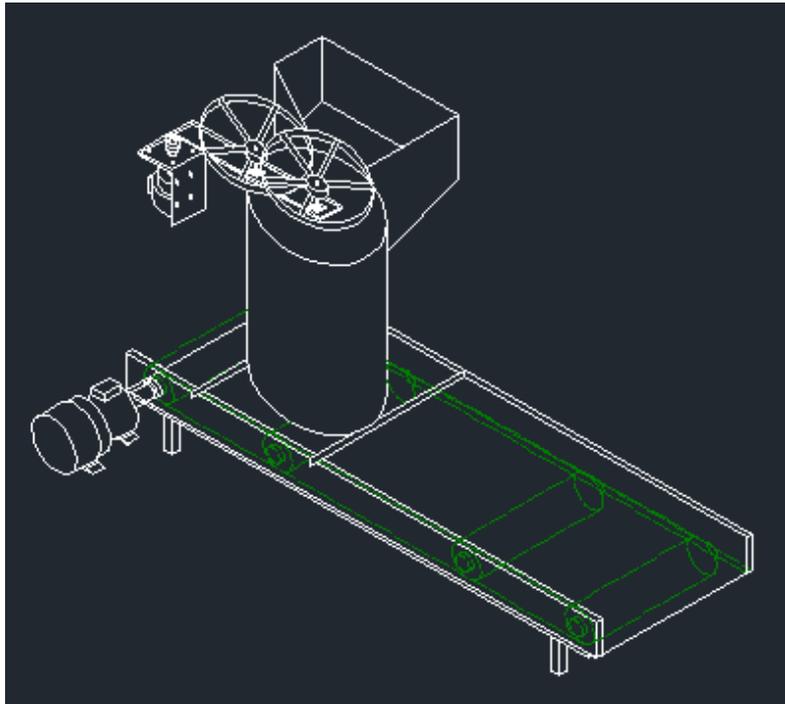


Figura 2.6 Montaje1Estructura Máquina

Fuente: El Autor



Figura 2.6 Montaje1Estructura Máquina

Fuente: El Autor



Figura 2.7 Montaje Tablero de Control
Fuente: El Autor



Figura 2.7 Montaje 2 Tablero de Control
Fuente: El Autor

2.9 CÁLCULO BANDA PLANA

La cinta transportadora es el elemento más importante del sistema, pues puede representar el 60% del costo total del transportador de banda. se utiliza para el cálculo de la tensión máxima de la banda.

Para la selección de la banda se debe escoger el tipo de armazón, el tipo de cubiertas y el espesor de las cubiertas tanto de contacto con el material como el contacto de los rodillos.

De acuerdo a estos valores se escoge una banda tipo EP (Polyester-Poliamida) por las siguientes ventajas:

- Alta resistencia en proporción al peso.
- Alta resistencia al impacto.
- Elongación despreciable.
- Gran flexibilidad, excelente adaptación a la artesa.
- No son susceptibles a la humedad y a microorganismos.

$$s = \frac{IVT}{3600} [m^2]$$

(Tabla 5 Anexo)

IVT= Capacidad de transporte volumétrica $V = 1 / m / s$ (Tabla 5 Anexo).

Angulo de sobrecarga B= 20

$$IVT = 52,2 \text{ m}^3/h$$

$$s = \frac{52,2 \frac{m^3}{h}}{3600} = 0,01 [m^2]$$

2.9.1 VELOCIDAD DE LA BANDA

$$0,6 = \frac{IV}{3,6 \times V} [kg/m]$$

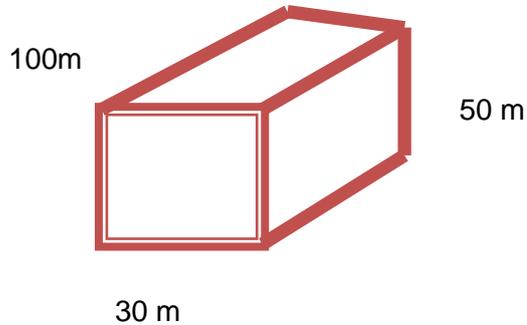
$$IV = 52,2 \frac{m^3}{h} \times 1,15 \frac{T}{m^3} = 60,03 \text{ t/h}$$

qG = Peso del material por metro lineal

IV = Capacidad de transporte de la banda

V = Velocidad de la banda

$$qG = \frac{60,03 \text{ t/h}}{3,6 \times 1 \text{ m/s}} = 16,67 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}} \right]$$



2.9.2 ANCHO DE LA BANDA

500 por efecto del diseño

2.9.3 CAPACIDAD VOLUMÉTRICA

$$IM = \frac{IV}{9,5} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

Donde:

IV = Capacidad de transporte banda

qs = Peso específico del material

$$IM = \frac{60,03 \frac{\text{t}}{\text{h}}}{1,15 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}} = 52,2 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

$$IVT = \frac{IM}{V} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

$$IVT = \frac{52,2 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

2.9.4 CONFIGURACIÓN DE LAS ESTACIONES DE PASO Y DISTANCIAS DE TRANSICIÓN

- Estaciones fijas de ida 1 rodillo



2.9.5 PASO DE LAS ESTACIONES DE LA BANDA

Según indicaciones del fabricante por la longitud de la banda no es necesario rodillos de carga, ni rodillos de retorno, pero si un rodillo de pesaje por la configuración de nuestro diseño (Ver tabla 6).

Esfuerzo tangencial, potencial motriz, resistencias pasivas, Peso de la banda, tensiones y controles

- **ESFUERZO TANGENCIAL DE LA BANDA:**

$$Fu = [l \times Cq \times ct \times f(2ab + 96 + qRu + qRo) \times 0,981][daN]$$

Donde:

L = Distancia entre ejes del transportador (m)

Cq = Coeficiente de resistencias fijas (tabla 7 ANEXO)

Ct = Coeficiente resistencias pasivas (tabla 8 ANEXO)

f = coeficiente de rozamiento interior, partes giratorias (tabla 9 ANEXO)

qb = Peso de la banda por metro lineal en kg/m (tabla 10 ANEXO)

qG = Peso material por metro lineal kg/m

qRu = Peso partes giratorias interiores en kg/m (tabla 11 ANEXO)

qRo = Peso partes giratorias superiores kg/m (tabla 11 ANEXO)

$$Fu = [2 \times 4,5 \times 1 \times 0.016(2(6.55) + 16,67 + 3.5)] \times 0.981$$

$$qRo = \frac{Pprs \text{ Kg/m}}{ao}$$

$$qRo = \frac{3,5}{1} = 3,5 \text{ Kg/m}$$

$$Fu = [0,144(32,27) \times 0,98]$$

$$Fu = 4,55[daN] \rightarrow 45,58 [N]$$

2.9.6 POTENCIA MOTRIZ

$$P = \frac{Fu \times V \times Fs}{100 \times n}$$

Fs= factor seguridad = 2,5

$$= \frac{4,55 \times 1 \times 2,5}{100 \times 0,80}$$

$$= 0,14 [kw] \rightarrow 0,19 \text{ hp}$$

Como no existe en el motor, en el mercado utilizaremos uno de $\frac{1}{4}$ hp

2.9.7 TENSIÓN EN LA BANDA

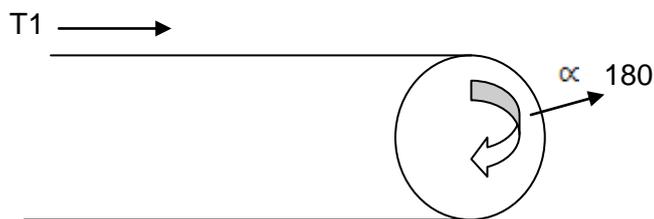


Figura 2.8 Tensiones en la Banda

Fuente El Autor

T2

$$Fu = T1 - T2$$

$$\frac{T1}{T2} \leq e_a^f$$

FR= Coeficiente de rozamiento del tambor en la banda dado en un ángulo de abrazamiento.

e = base logaritmo

$$1) T1 = Fu + T2$$

$$2) T2 = Fu \frac{1}{e^{fa-1}} = Fu \times Cw$$

$$= 45,58 \times 0,80 = 36,46 [N]$$

$$= 45,58 \times 1,20 = 54,69 [N]$$

REEMPLAZO 2 EN 1

$$T1 = Fu + T2$$

$$T1 = 82,04 [N] \rightarrow 100,27 [N]$$

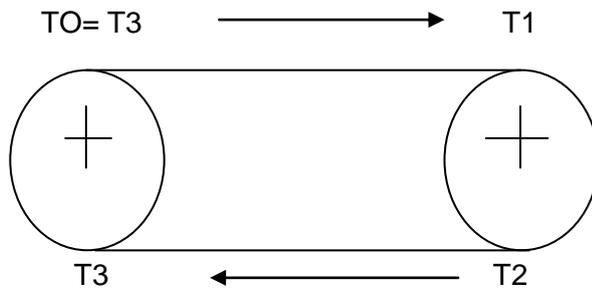


Figura 2.9 Tensiones en la Banda
Fuente El Autor

$$T3 = T2 + (F11 + F12)$$

$$T3 = T2 + 9,25$$

$$T3 = 45,71 [N]$$

TENSOR To = mínima para valor de flecha del 2%

$$To = 6,25 (qb + qg) \times \times ao \times 0,981 [daN]$$

$$To = 6,25 (6,55 + 16,67) \times 1 \times 0,981$$

$$To = 6,25 (23,22) \times 0,981$$

$$To = 1423,6 [N]$$

Como la tensión $T3 = To$ debemos volver a calcular las tensiones T1 Y T2

$$T3 = T2 + Fr$$

$$T2 = T3 - Fr$$

$$T2 = 1423,6 - 9,25$$

$$T2 = 1414,35 [N]$$

$$T1 = Fu + T2$$

$$T1 = 45,58 + 1414,35$$

$$T1 = 1459,93 [N]$$

2.9.8 CARGA DE TRABAJO Y ROTURA DE BANDA

$$T_{umax} = \frac{T_{max} \times 10}{N} [N/mm]$$

Donde:

N = Ancho de la banda en mm

T_{max} = Tención en el punto sometido a mayor esfuerzo

$$T_{umax} = \frac{T_{max} \times 10}{N} [N/mm]$$

$$T_{umax} = \frac{1459,93}{500} = 2,91 [N/mm]$$

Se multiplica por un factor de seguridad de 10 en vista que utilizaremos un recubrimiento textil.

Carga de rotura = 2,91 x 10 = 29,19 N/mm

2.9.9 DISEÑO DE RODILLO PRINCIPAL

Los rodillos para bandas transportadoras son fabricados normalmente en diámetros desde 4 plg a 7 plg, con ejes, carcasa, rodamientos y sellos todos diseñados para uso más pesado a medida que se incrementa el diámetro del rodillo. La selección del diámetro del rodillo está influenciada por la velocidad, peso de la carga total del material como de la banda, tamaño de material y expectativa de vida útil.¹⁵

Para hacer una selección apropiada se deben consultar catálogos de los fabricantes de rodillos.

2.9.9.1 DIÁMETRO DEL EJE DEL TAMBOR MOTRIZ

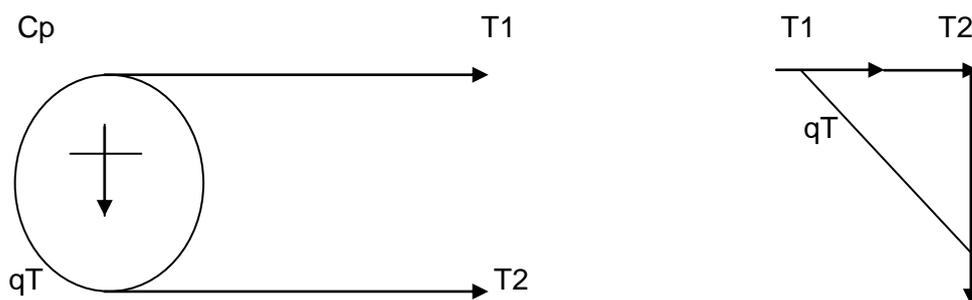


Figura 2.10 Diagrama de Cuerpo Libre
Fuente El Autor

Cp = Resultante de las tenciones y del peso del tambor

¹⁵ www.scribd.com/dismet_industrial/tamboresdecabeza

$$Cp = \sqrt{(T1 + T2)^2 + qT[daN]}$$

$$Cp = \sqrt{(1469,18 + 1423,6)^2 + (9,8)^2}[daN] = [N]$$

$$Cp = 2894,4 [N]$$

2.9.9.2 EL MOMENTO DE FLEXIÓN SERA:

$$Mf = \frac{CP}{2} \times ag$$

$$Mf = \frac{295,34}{2} \times 0,15$$

$$Mf = 22,15 [daNm]$$

2.9.9.3 EL MOMENTO TORSIÓN

$$Mt = \frac{P}{n} \times 954,9$$

Donde:

P = Potencia absorbida en kw

N = Numero de revolución del tambor motriz

$$Mt = \frac{0,14}{636,61} \times 954,9 = 0,20[daNm]$$

2.9.9.4 MOMENTO IDEAL DE FLEXIÓN

$$Mif = \sqrt{Mf^2 \times 0,75 + Mt^2}[daNm]$$

$$Mif = \sqrt{22,15^2 + 0,75 + 0,20^2}$$

$$Mif = 22,16 [daNm]$$

El módulo de resistencia W tipo acero (40 normalizado)

$$W = \frac{mif \times 1000}{damm} [mm^3] = \frac{22.16 \times 1000}{7,82} = 3820,6 mm^3$$

2.9.9.5 DIÁMETRO DEL EJE DEL TAMBOR MOTRIZ

$$d = \sqrt[3]{\frac{W \times 32}{\pi}} \text{ mm}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{3820,6 \times 32}{\pi}} \text{ mm}$$

$$d = 33,88 \text{ mm}$$

2.10 MONTAJE BANDA

Para la construcción del sistema de pesaje se deberá tomar en cuenta los aspectos siguientes:

- Que los rodillos se encuentren correctamente alineados
- Los pernos para la sujeción del sistema de pesaje a la estructura sean los adecuados.
- Revisar que las celdas de carga se encuentren bien colocadas

Para el montaje del sistema de pesaje se deberá tomar en cuenta los aspectos siguientes:

- El sistema de pesaje debe ser removido fácilmente.
- Utilizar Acero inoxidable en partes complementarias.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente detallados se tiene:

- Soportes de tubo rectangular de 25x50x2 mm soldados a la estructura principal.
- Eje de rodillo de 33.8mm
- La rectificacion de los ejes y de los rodillos se los realizo en el torno.

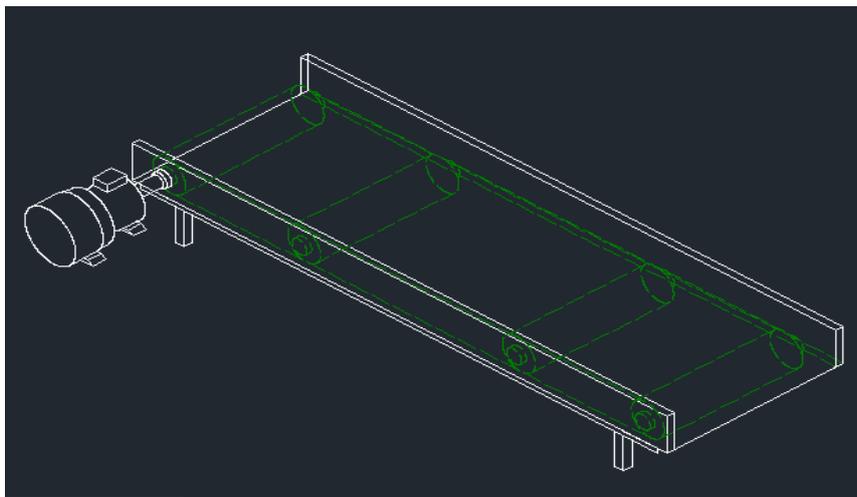


Figura 2.11 Montaje 2 Tablero de Control

Fuente: El Auto

CAPÍTULO III

3 INSTRUMENTACIÓN CONTROL Y MONITOREO

3.1 INTRODUCCIÓN

El equipo de pesaje es un sistema diseñado para ser colocado en los transportadores de banda para el pesaje de sólidos áridos a granel. El equipo está diseñado para reaccionar solamente con las componentes verticales de las fuerzas que le están siendo aplicadas. En esencia este sistema consiste en una estructura de apoyo fija (estática) y una estructura viva (dinámica). La estructura estática es el apoyo principal del equipo entre las vigas del transportador, que a su vez sirven de apoyo a la estructura viva, incluyendo las celdas de carga. La estructura dinámica sirve de apoyo al rodillo y transfiere el peso del material a las celdas de carga.

La estructura dinámica es proporcionalmente forzada hacia abajo. Las celdas de carga del sistema proporcionan una señal electrónica, proporcional a la carga, que es enviada al controlador o integrador. De esta forma el pesaje es efectuado sin interrumpir el proceso y sin afectar el proceso del material.

3.2 ESPECIFICACIONES GENERALES

Para el sistema de control se debe tener en cuenta los requerimientos del sistema los mismos que nos darán una visión del control a realizar.

- Tener en cuenta que el sistema mecánico ha sido y diseñado y construido de manera más óptima.
- El sistema de control deberá utilizar componentes previamente analizados acerca de su correcto funcionamiento.
- Visualización en una pantalla.
- Correcto pesaje del material a ingresar a la despulpadora.
- Para seleccionar el controlador que en este caso es un microprocesador, tomar en cuenta que el mismo debe ser el adecuado para realizar el control del sistema.
- Selección de pesaje, 30lb/min.
- Buena sensibilidad al momento de pesaje.
- Control de velocidad de motores.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriores se tiene los siguientes componentes:

- Para el control se utilizará un controlador PIC
- Para el control de los motores se utilizaran variadores de velocidad.
- Para el sistema de pesaje se utilizara un sensor de peso.

- Para la visualización se utilizara una LCD
- Para la alimentación del sistema se utilizará dos fuentes una de 12 V y otra de 220 V

3.3 COMPONENTES FUNDAMENTALES

3.3.1.2 EL CONTROLADOR

El controlador que se eligió es un PIC 18F4550 el mismo que cumple con los requerimientos del sistema ya que es fácil manejo y programación.

La programación del controlador se la realiza en C ES fácil y rápida. Entre las características principales del controlador se encuentra que posee un canal de conversión de 10 bits con lo cual tendremos una resolución máxima 1024 la cual es aceptable para nuestro sistema.

Además se eligió este controlador en vista de que en el mismo se puede realizar una conversión análoga/ digital ya que la señal que entrega el sensor en nuestro sistema es analógica. También posee un control PWM el mismo que lo emplearemos para el control de velocidad de nuestros motores con lo cual se está cumpliendo con los requerimientos del sistema.



Figura 3.1 PIC 18F4550

Fuente:<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/70135c.pdf>

3.3.2 VARIADORES DE VELOCIDAD

Para el control de los motores de corriente alterna se utilizara un variador de velocidad Sinamics G110 el mismo que lo hemos elegido tomando en cuenta los requerimientos del sistema en este caso para controlar un motor trifásico Siemens de 0.5 Hp a 1599 RPM. El variador se encargara del control de velocidad mediante la variación de frecuencia.

El variador de velocidad es capaz de controlar la frecuencia del motor de 0 a 60 HZ.



Figura: 3.2 Sinamics G110

Fuente: <http://www.automation.siemens.com/mcms/standard-drives/en/low-voltage-inverter/sinamics-G110/Pages/sinamics-g110.aspx>

3.3.2.1 CONFIGURACIÓN VARIADOR DE VELOCIDAD

Para la configuración del variador se debe seguir los parámetros propios del variador los cuales permitirán adecuar el funcionamiento del variador de acuerdo a las necesidades y exigencias del sistema de control. Los parámetros a seguir para la configuración del variador son los siguientes:

PARÁMETRO	FUNCIÓN
P0010	Comenzar la puesta en servicio rápida
P010	Ajuste de frecuencia de red
P0304	Tensión Nominal del Motor
P0305	Corriente nominal del motor

P0307	Potencia nominal del motor
P0310	Frecuencia nominal del motor
P0311	Velocidad nominal del motor
P0700	Selección de la fuente de comandos(Marcha, paro, inversión)
P1000	Selección de la consigna de frecuencia
P1080	Frecuencia mínima del motor
P1082	Frecuencia máxima del motor
P1120	Tiempo de aceleración
P1121	Tiempo de deceleración
P3900	Fin de la puesta en servicio rápida

Tabla 3.1 Configuración Parámetros Variador

Fuente: El Autor

3.3.3 SENSOR DE PESO

Para el sistema de pesaje se seleccionó un sensor de peso FLEXI FORSE el mismo que se encarga de enviar las señales al controlador.

Se seleccionó este sensor en vista de que el sensor debe ser capaz de detectar mínimas variaciones, además de realizar un pesaje no punto a punto sino variable. Este sensor es capaz de pesar hasta 20kg con lo cual estamos garantizando la funcionalidad del mismo ya que para nuestro sistema necesitamos pesar 30lb/min.

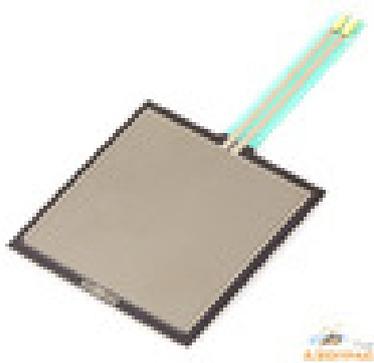


Figura3.3 Flexi Forse

Fuente:<https://www.google.com.ec/search?q=sinamics+g110&newwindow=1&source>

3.3.4 LCD

Para la visualización se utilizó una LCD 16x2 la misma que se encargara de mostrar el peso y la velocidad a la cual se encuentra trabajando los motores.

La LCD además permitirá visualizar las opciones para el mantenimiento del sistema en el cual se visualizaran los rangos de velocidad y peso necesarios para la calibración y mantenimiento del sistema.



Figura 3.4 LCD 16x2

Fuente:<https://www.google.com.ec/search?newwindow=1&biw=1280&bih=681&tb>

3.4 FUNCIONAMIENTO

3.4.1 FUNCIONAMIENTO SISTEMA DE PESAJE

El funcionamiento de este sistema se basa en la excitación del sensor de peso, es decir que el sensor de peso es alimentado por un voltaje de aproximado de 0V a 5V el sensor de peso estará conectado a una estación de pesaje el mismo que recibirá una señal del sensor de peso el mismo que estará conectado a una estación de rodillos; que al momento de censar enviarán una señal en voltaje al microprocesador el mismo que interpreta esta señal y la convierte a peso. Realizará el determinado control para previamente enviar una señal ya sea para que aumente o disminuya la velocidad del motor.

Al mismo tiempo el tacómetro enviará una señal la cual puede ser de 5V o 0V; esto se lograra a través del sensor que medirá la inductancia en la rueda dentada con lo cual el circuito deja pasar voltaje y otras veces no, este tipo de señal la podemos llamar pulsos esta señal será receptada por el microprocesador el cual convertirá esta señal en velocidad.

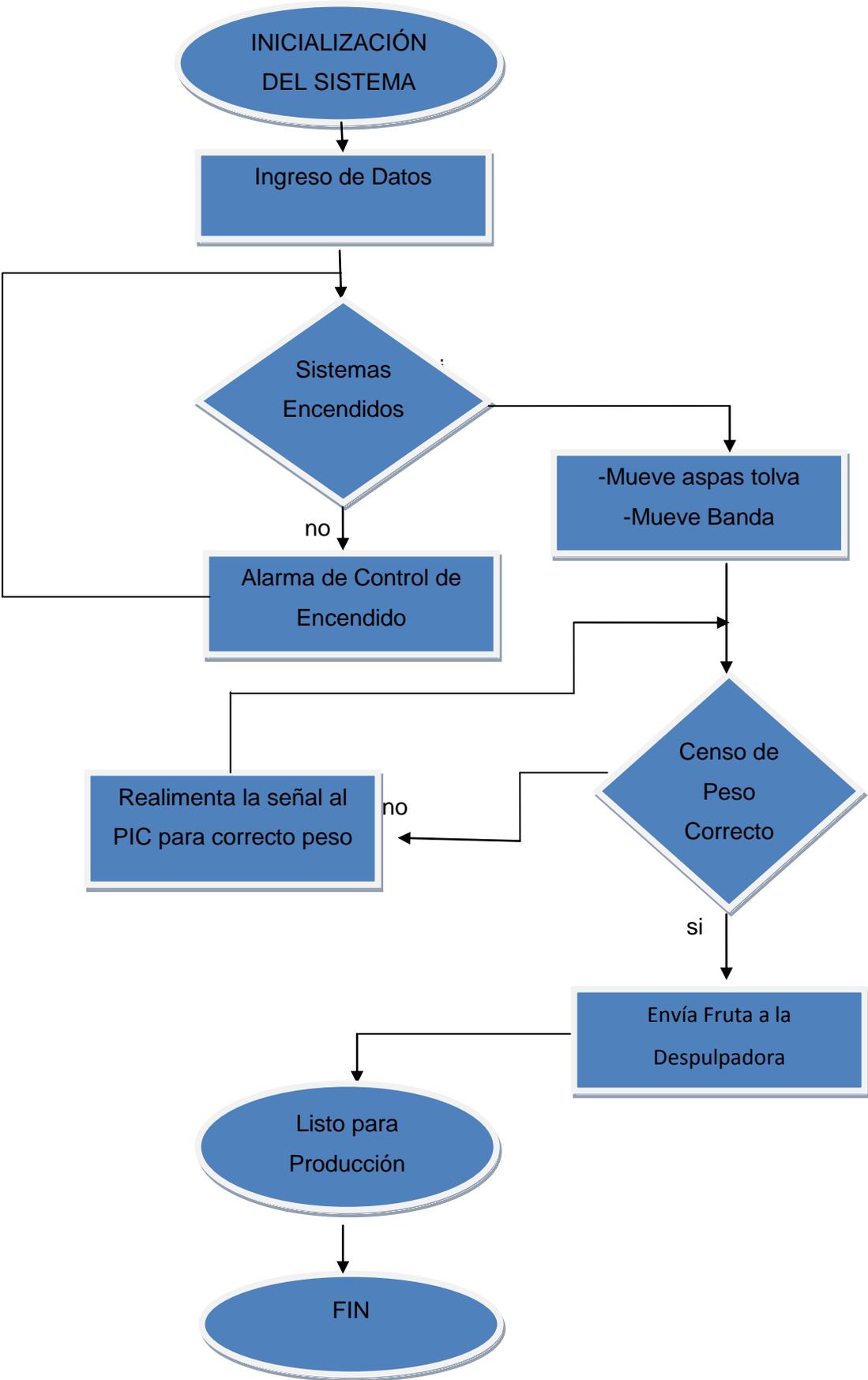
Cuando el controlador en este caso el PIC 18F4550 reciba las señales de la estación de pesaje (sensor de peso) y del tacómetro las interpretará de la siguiente manera:

El tacómetro: el PIC (microprocesador) dentro de sus parámetros de diseño contiene el largo total de la banda que en lo posterior llamaremos largo de banda (LB), el PIC (microprocesador) calcula el número de pulsos que recibe tacómetro en una vuelta de la banda, este valor lo convierte a segundos y como sabemos que velocidad es igual a distancia dividido tiempo ($v=d/t$) entonces obtenemos

Velocidad = distancia (LB)/ tiempo y sus dimensiones serán (m/s). En otras palabras si el tacómetro envía un número grande de pulsos la velocidad bajará, y si el número de pulsos disminuye la velocidad aumenta.

El microprocesador PIC: es un integrador de señales que recibe del sensor de peso y del tacómetro, cuando el sensor de peso regresa un voltaje cercano o igual a 0V esta no está recibiendo un peso, sin embargo cuando el valor sube hasta un máximo de diseño por ejemplo unos 5V, el microprocesador PIC determina que está circulando un peso él interpreta el valor de V y lo relaciona con un valor de peso (Kg).

3.4.2 FLUJO GRAMA DE INICIALIZACIÓN DE PROCESOS



3.4.3 ACONDICIONAMIENTO SEÑAL DEL SENSOR

El sensor de peso utilizado en el sistema entrega una señal exponencial por requerimientos del sistema se necesita obtener una señal lineal, por lo cual se realizara la linealización de la señal.

La linealización de la señal se realizara mediante un sistema de ecuaciones que posteriormente serán ingresadas al microprocesador, las ecuaciones empleadas en la linealización son las siguientes:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Ecuación 3.1

$$m = \frac{100}{227} = 0,44$$

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

Ecuación 3.2

$$y - 0 = 0,44(x - 0)$$

$$x = \frac{y}{0,44}$$

$$m = \frac{y - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{200 - 101}{453 - 227} = 0,43$$

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

$$y - 101 = 0,43(x - 227)$$

$$y - 101 = 0,43x - 97,61$$

$$x = \frac{y - 3,39}{0,43}$$

$$m = \frac{y - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{300 - 201}{680 - 453} = 0,43$$

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

$$y - 201 = 0,43(x - 453)$$

$$y - 201 = 0,43x - 199,79$$

$$x = \frac{y - 6,21}{0,43}$$

$$m = \frac{y - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{1023 - 301}{907 - 680} = 3,18$$

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

$$y - 301 = 3,18(x - 680)$$

$$y - 301 = 318x - 2162,4$$

$$x = \frac{y + 1861,4}{3,18}$$

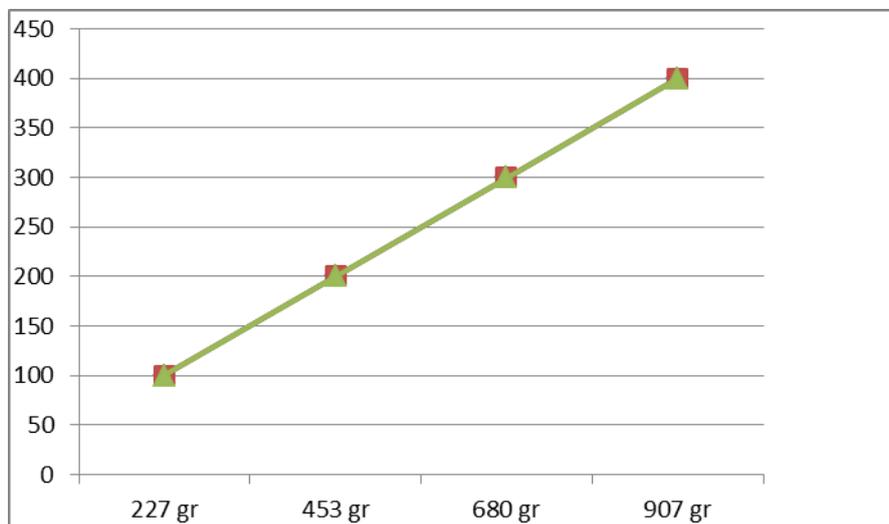


Tabla 1.10 Resolución vs Peso

Fuente: El Autor

3.4.4 DIAGRAMA DE BLOQUES

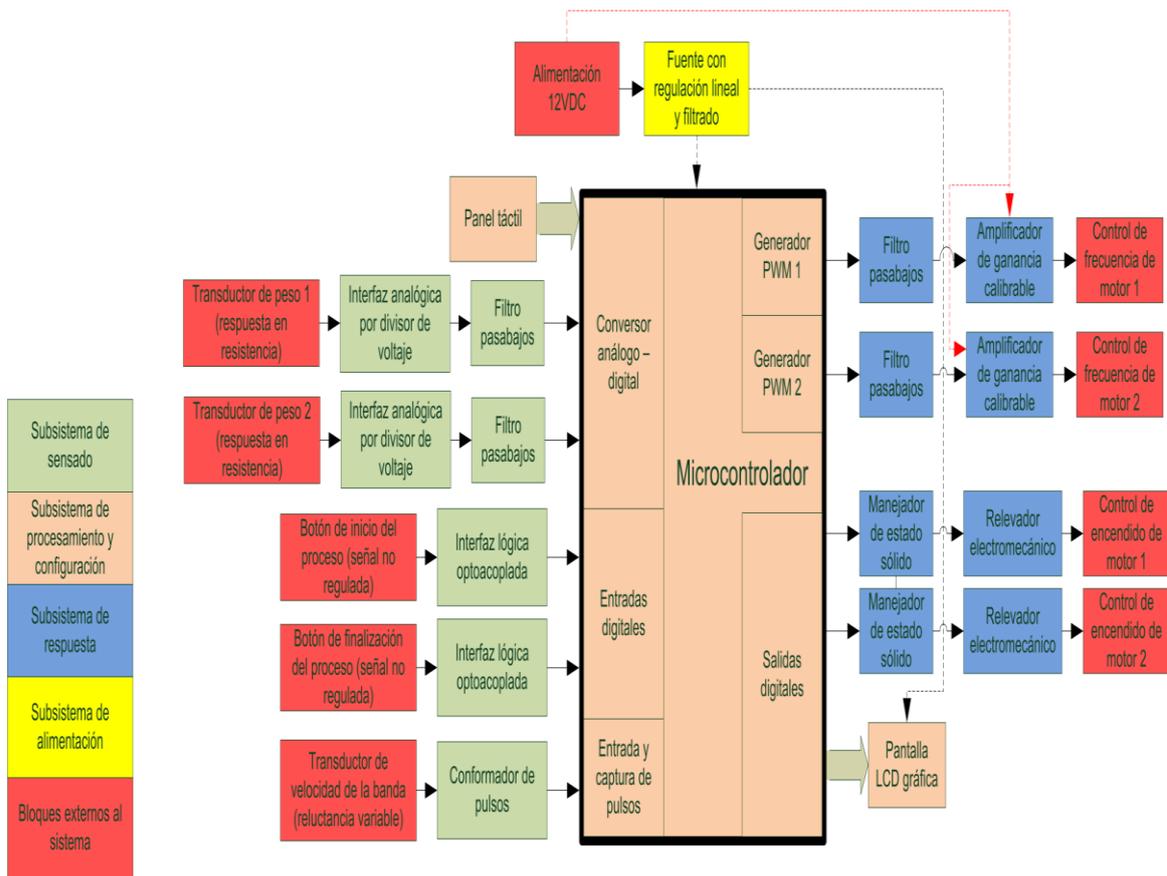


Figura 4.1 Diagrama de Bloques

Fuente: Jorge Vaca

CAPÍTULO IV

4 IMPLEMENTACIÓN, PROTOCOLO DE PRUEBAS Y ANÁLISIS DE COSTOS

Se procederá a detallar todos los sistemas que conforman la máquina, con el objetivo de verificar el correcto funcionamiento se ha desarrollado una serie de pruebas, para poder determinar posibles amenazas, errores y ver el comportamiento tanto individual como en su conjunto.

Para la evaluación de los distintos sistemas se han tomado los aspectos siguientes:

- Ensamblaje del sistema mecánico y eléctrico.
- Pesaje
- Dosificación
- Rendimiento

4.1 PROTOCOLO DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO EN VACÍO

Para el correcto funcionamiento del sistema y realizar sus pruebas necesarias, se ha determinado en cada uno de los sistemas construidos probar su correcto desempeño.

4.1.1 ENSAMBLAJE

- Revisar que todos los elementos que conforman la máquina se encuentren en el lugar correcto.
- Revisar si existe partes móviles que presenten dificultades para el funcionamiento de la máquina.
- Revisar si la lubricación de la máquina es la correcta.
- Revisar si las instalaciones eléctricas y electrónicas estén conectadas correctamente

4.2 SISTEMA DE PESAJE

- Revisar si el mecanismo de pesaje es correcto, si los rodillos se encuentran correctamente alineados.
- Revisar que las celdas de carga se encuentren correctamente colocadas.
- Revisar si la rueda dentada se encuentra colocada correctamente.
- Revisar que el sensor se encuentra en la posición exacta de acuerdo con la rueda dentada.

4.3 ANÁLISIS Y CALIBRACIÓN DE LOS SISTEMAS

4.3.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PESAJE

En esta parte del proyecto se tuvo varios problemas; porque la instalación del sistema de pesaje depende mucho de la correcta construcción de la estructura de la banda, la misma que proporcionará soporte al sistema de pesaje.

Elemento	Problema	Solución	Pruebas
Celda de Carga1	No censa	Correcta Instalación	5
Celda de Carga2	No censa	Correcta Instalación	5
Rodillo	Se pandea	Alineamiento Rodillo	2
Resorte	Rígido	Mas Sensible	2

Tabla 4.1 Tabla pruebas Celdas de Carga y Rodillo

Fuente:(Jorge Vaca)

La solución fue encontrada a las 14 pruebas realizadas.

4.3.2 ANÁLISIS SISTEMA DE MEDICIÓN DE VELOCIDAD (TACÓMETRO)

Se encontró inconvenientes en el diseño de este sistema como:

- La posición del sensor no era la adecuada.
- El sensor no se encontraba a la distancia correcta de la rueda dentada.
- La rueda dentada en un inicio no poseía el número de dientes adecuado.

Elemento	Problema	Solución	Pruebas
Rueda Dentada	Incompleta	Construirla con Mas dientes	2
Sensor	No censa	Alineación	5
Sensor	No censa	Correcta conexión	2

Tabla 4.2 Tabla pruebas Tacómetro

Fuente:(Jorge Vaca)

La solución fue encontrada a las 9 pruebas realizadas.

4.3 TABLAS DE PRUEBAS CON EL SISTEMA FUNCIONANDO

4.3.1 ERROR EN EL SISTEMA DE PESAJE

Para registrar el error que posee el sistema de pesaje en la medición, se utilizó una balanza digital CAMRY Modelo: EK3130 de tolerancia 20kg, de esta manera poder registrar el error entre dicha balanza y el sistema de la máquina.

Se realizaron 20 pruebas para medir el error con un total de 5 pruebas con 0lb, 5 con 10lb, 5 con 20lb y 5 con 30lb.

NÚMERO DE PRUEBAS	PESO BALANZA	PESO SISTEMA DE LA MÁQUINA	ERROR (lb)	ERROR %
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	10	10,01	0,1	0,1
7	10	9,89	0,11	1,1
8	10	9,95	0,05	0,5
9	10	10	0	0
10	10	9,97	0,03	0,3
11	20	20,03	0,03	0,15
12	20	19,98	0,02	0,1
13	20	19,89	0,11	0,55
14	20	19,93	0,07	0,35
15	20	19,81	0,19	0,95
16	30	29,95	0,05	0,16
17	30	30,01	0,1	0,03
18	30	29,88	0,12	0,4
18	30	29,90	0,1	0,33
20	30	30,03	0,03	0,1
TOTAL				0,25

Tabla 4.3. Peso de Balanza Vs. Peso de la Máquina
Fuente: Autor (Jorge Vaca)

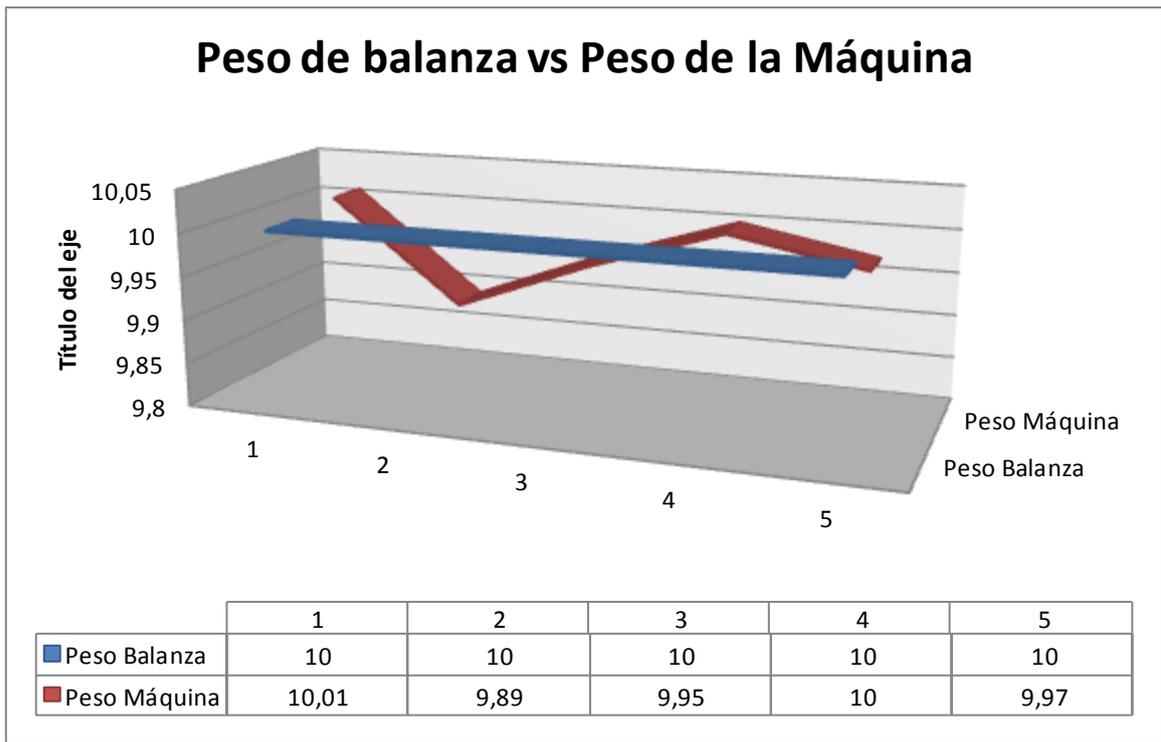


Figura 4.2 Rango de permisividad del peso balanza vs peso sistema de pesaje de la máquina (10lb)

Fuente: Autor (Jorge Vaca)

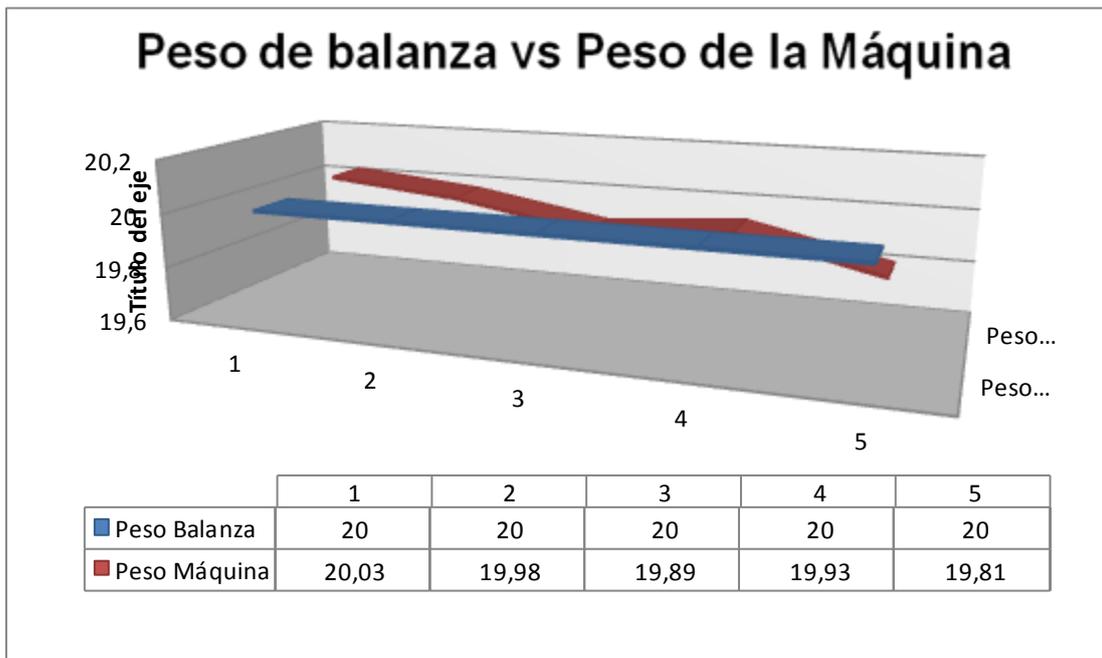


Figura 4.3 Rango de permisividad del peso balanza vs peso sistema de pesaje de la máquina (20lb)

Fuente: Autor (Jorge Vaca)

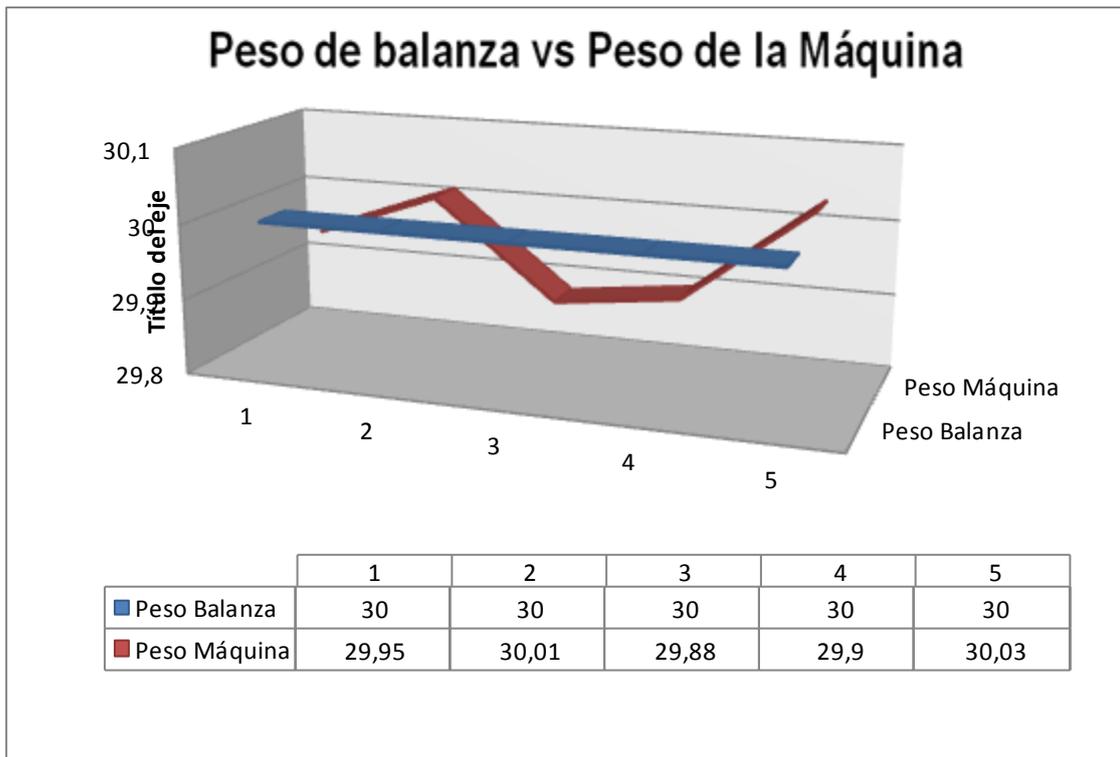


Figura 4.3. Rango de permisividad del peso balanza vs peso sistema de pesaje de la máquina (30lb)

Fuente: Autor (Jorge Vaca)

4.4 ANÁLISIS DE LAS TABLAS DE PRUEBAS

4.5 CALIBRACIÓN DE LOS SENSORES DE PESO

Una vez obtenido los valores se determinó que el error de la máquina es de 0,256% en comparación a la balanza comercial la misma que utilizamos para las pruebas necesarias.

4.6 ANÁLISIS DE COSTOS

En las presentes tablas se encuentra un análisis detallado de los costos que forman parte de todos los materiales que se necesitan para la elaboración de la banda dosificadora de la investigación.

DESCRIPCIÓN MATERIALES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
PLANCHA DE ACERO INOXIDABLE 2mm	2	268	536
EJE AISI 304 DIAM 1 * 200mm	1	35	35
RODAMIENTOS SKF SY 25TF	8	16	128
CATARINA	1	10	10
PINTURA EPOXICA	1	120	120
FONDO EPOXICO	1	60	60
LIMPIADOR INOX	1	60	60
PERNOS VARIOS	1	20	20
TUBO CEDULA 40 SIN COSTURA 2METROS 1PUL	1	30	30
TUBO CEDULA 40 SIN COSTURA 2METROS 3PUL	1	50	50
CONSTRUCCION Y MONTAJE DEL SISTEMA DE DOSIFICACION TOLVA	1	350	350
		TOTAL	1399

MAQUINAS	TIEMPO(H ORAS)	COSTO	TOTAL
TORNO	12	12	144
SUELDA TIG	8	60	480
SUELDA TIG	10	8	50
DOBLADORA	1	7,5	7,5

PLASMA	16	6	96
BALORADORA	1,25	22	275
TALADRO	1,5	5	7,5
COMPRESOR	2	10	20
MONTAJE (MAESTRO ,AYUDANTE,TALLER)	60	12	720
		TOTAL	1582,50
TRANSPORTE			200
PRESUPUESTO TOTAL			3381,50

Tabla 4.1 Costos Mecánicos
Fuente El Autor

DESCRIPCIÓN MATERIALES	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
MOTORES TRIFÁSICOS SIEMENS DE 1/2HP	2	175	350
VARIADORES DE FRECUENCIA G110	2	210	420
PANEL DE PROGRAMACIÓN	1	50	50
PIC DE PROGRAMACIÓN	3	16	48
PANTALLA LCD	1	8	8
RELES DE ESTADO SOLIDO 24V	3	8	24
CABLE 10	10	0.4	4
CABLE 14	45	0.3	13.5
CABLE 16	45	0.25	11.25
CONECTORES TIPO CUÑA ¼	20	0.15	3
CONECTORES TIPO OJO ¼	20	0.15	3
GABINETES (30 x40x15)	2	30	60
MANGUERA CORRUGADA ½	20m	0.4	8
SENSOR DE PESO	2	20	40
FUENTE 9V	1	35	35
		TOTAL	1077.75

Tabla 4.2 Costos Electrónicos

Fuente El Autor

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- El porcentaje de error que presenta el sistema en la medición del pesaje es del 0.256% con lo que podemos decir que el sistema se encuentra trabajando en un rango aceptable de funcionamiento.
- El microprocesador empleado en el control del sistema tiene un tiempo de respuesta y lectura muy alto lo que nos permite realizar mediciones en tiempo real.
- El equipo de pesaje en banda tiene que ser instalado con mucho cuidado, ya que si no se instala las partes de manera adecuada, este provocará un error el cual afectará directamente en la lectura del peso del material.
- Para la instalación de este tipo de equipos se deben considerar las recomendaciones del fabricante, en el caso de las celdas de carga, la posición y el diagrama de conexiones de las mismas, y de igual manera en el sensor de velocidad, ya que son críticas para el perfecto funcionamiento del equipo.
- La alineación de la estación requiere de mucha precisión, esto con el fin de obtener los resultados deseados de pesaje, ya que una mala alineación de los rodillos afecta en la lectura del peso del material.
- Las calibraciones tienen que realizarse adecuadamente para asegurar que el equipo funcionará, para ello también es indispensable tener una perfecta alineación del equipo.
- El factor de seguridad de la estructura es muy alto en vista de que por cálculos nuestro $S_y = 469.2$ PSI y el que nos presenta el manual del fabricante es $S_y = 36000$ PSI hace a la estructura de la maquina fiable.

RECOMENDACIONES

- Durante la instalación del equipo se debe desconectar todos los cables eléctricos del juego de celdas de carga.
- Durante la instalación del equipo utilice el equipo mínimo de seguridad como guantes, botas de seguridad y casco. Se deberá eventualmente revisar la instalación de la banda transportadora y el equipo para que no haya aglomeraciones de material que alteren los resultados.
- Es necesario supervisar los equipos con cierta regularidad, especialmente la estación de pesaje. Es necesario incluir en el plan de mantenimiento la limpieza de la pesadora.
- Es necesario cubrir la banda transportadora y aislarla de posibles movimientos en el suelo para evitar que dichos factores afecten la lectura.
- Asegurarse que el montaje mecánico (alineación) y eléctrico, queden bien instalados antes de proceder a la calibraciones del equipo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alibaba, G. 2013 *Cinta Transportadora* disponible en <http://spanish.alibaba.com/products/telescope-belt-conveyor-270384128.html>.
- Baumeister, T., Avallone E. & Baumeister III, M.1984 *Manual del Ingeniero Mecánico*. (2da.Ed) en Español. p. 10-49. 10-50. 1051.
- Fitzgerald, A., Kingsley, Ch. & UMAN, S.2008 *Máquinas Eléctricas* (6ta Ed).
- McGraw-Hill interamericana de España S.A.U
- García, E.2008 *Automatización de Procesos Industriales*, editorial Servicio de Publicaciones Camino de Vera. Valencia.
- Grupo. IPC. (1987), *Básculas, Balanzas y sistema de pesaje* México D.F. disponible <http://www.pesaje-agropecuario.com.mx/celdas-de-carga.html>.
- Lees, R. 1969 *Manual de Análisis de Alimentos*. Acribia. Zaragoza, España.
- Malvino, A. 2007 *Principios de Electrónica*, (6taEd). McGraw-Hill interamericana de España S.A.U.
- Mott, R. 2006 *Diseño de Elementos de Máquinas*, (4ta.Ed). Prentice Hall México.
- Rodríguez, M. 2005 *Alimentos de control especial* Revista de la Estación.
- Experimental Agraria El Porvenir Tarapoto año 2, Nro. 3 – Marzo.
- Wikipedia, 2011. Variadores de Velocidad: disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_velocidad

ANEXOS

MANUAL DE USUARIO

Este manual de usuario indica los pasos a seguir para iniciar el funcionamiento de todo el sistema.

1. Revisar que todo el cableado eléctrico de la maquina este en perfecto estado.
2. Revisar que los sistemas se encuentren correctamente alineados.
3. Pulsar el botón de ON verde que se encuentra en el tablero de control y esperar el tiempo de revisión automático del sistema.
4. Revisar que los sensores de peso se encuentren libres de residuos o desperdicios de la fruta.
5. Seleccionar los botones incluidos en el tablero de control para medir la cantidad de peso de la fruta a ser seteada para posteriormente dar paso a su ingreso a la despulpadora.
6. Por último el usuario y operario deben estar atentos a cada uno de los procesos y de existir algún problema aplicar el paro de emergencia que es botón color rojo de nuestro tablero de control.

MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

El mantenimiento de la máquina debe realizarse en una forma periódica en vista ya que se encuentra en contacto con alimentos y a su vez residuos de los mismos, las partes de la máquina necesitan un mantenimiento adecuado.

Se debe tener en cuenta que al realizar siempre un mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo nos garantizara que nuestra máquina trabaje en condiciones óptimas de funcionamiento.

En el proceso del mantenimiento debemos tomar en cuenta las siguientes condiciones:

EN LA BANDA:

En la banda debemos mantener siempre limpia la superficie en contacto con los alimentos, además mantener limpios los rodillos.

El transportador requiere más observación y cuidado, ya que ahora esta forma parte del sistema total de pesaje. Cuando en el transportador surge un problema, es posible que el

equipo de pesaje sea afectado. Por ello, para la operación apropiada del sistema, es importante un mantenimiento periódico del transportador, el cual debe incluir:

- Lubricación de todas las poleas y rodillos
- Apropiado arrastre y guía de la banda.
- Apropiada limpieza y raspado de la banda.
- Apropiada operación de ajuste.
- Apropiada alimentación del material y control del derrame.

EN EL SISTEMA DE PESAJE:

El equipo de pesaje continuo por sí mismo no requiere un mantenimiento activo. El rodillo de suspensión de la estructura debe mantenerse limpio. La Acumulación de material entre la estructura fija de apoyo (estática) y la estructura activa (dinámica) así como también alrededor de cada celda de carga puede afectar la precisión del sistema. Debemos comprobar cada cierto tiempo el alineamiento de los rodillos en el área de pesaje.

Precauciones en el mantenimiento:

- Cuando se esté soldando cerca del sistema no permita que la corriente pase a través de las celdas de carga.
- Reajuste los topes de que se encuentran en contacto con las celdas de carga para reducir posibles daños a las celdas de carga durante el mantenimiento.
- Recalibrar el equipo después del mantenimiento y antes de usarla.

DIMENSIONES		PESO		AREA
mm		kg/m	kg/6m	cm2
a	e			
12	3	0.28	1.70	0.36
12	4	0.38	2.45	0.48
12	6	0.57	3.40	0.72
19	3	0.45	2.68	0.57
19	4	0.60	3.58	0.76
19	6	0.89	5.37	1.15
25	3	0.59	3.53	0.75
25	4	0.79	4.71	1.00
25	6	1.18	7.07	1.50
30	3	0.71	4.24	0.90
30	4	0.94	5.65	1.20
30	6	1.41	8.47	1.80
30	9	2.12	12.71	2.70
30	12	2.83	16.95	3.60
38	3	0.88	5.37	1.15
38	4	1.19	7.16	1.52
38	6	1.79	11.40	2.28
38	9	2.69	16.11	3.42
38	12	3.58	21.48	4.56
50	3	1.18	7.08	1.50
50	4	1.58	9.42	2.00
50	6	2.26	14.16	3.00
50	9	3.53	21.20	4.50
50	12	4.71	28.26	6.00
65	6	3.08	18.37	3.90
65	9	4.59	27.55	5.85
65	12	6.12	36.73	7.80
75	6	3.53	21.20	4.50
75	9	5.30	31.80	6.75
75	8	7.07	42.39	9.00
75	12	7.07	42.39	9.00
100	6	4.71	28.26	6.00
100	8	7.07	42.39	9.00
100	9	7.07	42.39	9.00
100	12	9.42	56.52	12.00
120	12	67.82	67.82	14.40
150	15	105.88	105.88	22.50

ANEXO A1: Platinas en acero Inoxidable AISI 304

Material AISI 304
Dureza HB 249-278
Límite de fluencia 225 N/mm²
Aplicaciones INDUSTRIAS ALIMENTICIAS,
 CERVECERA, AZUCARERA,
 ALIMENTICIA, UTENSILIOS DOMESTICOS
 INDUSTRIA DEL CUERO
 FARMACEUTICA, DENTAL, ETC...



DIMENSIONES

DIAMETRO	LONGITUD
3/16"	6m.
1/4"	6m.
5/16"	6m.
3/8"	6m.
1/2"	6m.
5/8"	6m.
3/4"	6m.
1"	6m.
1-1/4"	6m.
1-1/2"	6m.
2"	6m.
2-1/2"	6m.
3"	6m.
3-1/2"	6m.
4"	6m.
5"	6m.
6"	6m.

ANEXO A2: Eje acero inoxidable

PROPIEDADES QUÍMICAS

%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr
0 - 0,08	0 - 1	0 - 2	0 - 0,045	0 - 0,03	8 - 10.5	18 - 20

ANEXO A3: PROPIEDADES Químicas Eje acero inoxidable

PERFILES ESTRUCTURALES CORREAS "G"

Especificaciones Generales

- Otras calidades:** Previa consulta.
- Largo normal:** 6,00m
- Otros largos:** Previa consulta.
- Espesores:** Desde 1,50mm hasta 12,00mm
- Acabado:** Natural.
- Otro acabado:** Previa consulta.



CORREAS "G"

DIMENSIONES				PEOS			EJE X-X			PROPIEDADES		
A	B	C	s	Ámetros	Ámetro	Áccom	I	W	I	I	W	I
mm	mm	mm	mm	Kg	Kg	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
90	30	10	1.5	8.19	1.53	1.95	11.02	3.67	2.38	2.40	1.25	1.12
90	30	10	2.0	11.94	1.99	2.04	13.98	4.80	2.20	3.01	2.85	1.09
90	30	10	3.0	16.95	2.83	3.61	16.90	6.30	2.29	3.67	3.69	1.04
90	40	15	1.5	13.18	2.20	2.80	27.43	6.68	3.13	6.39	2.93	1.51
90	40	15	2.0	16.68	2.78	3.54	35.30	8.61	3.16	8.07	3.18	1.51
90	40	15	3.0	24.05	4.01	5.11	49.05	12.30	3.10	10.80	4.27	1.46
100	50	15	2.0	20.40	3.40	4.34	69.20	13.60	4.00	15.00	4.57	1.80
100	50	15	3.0	29.70	4.95	6.31	97.80	19.80	3.94	20.50	6.25	1.80
100	50	20	4.0	40.20	6.71	8.65	126.70	25.34	3.85	28.50	9.05	1.80
100	50	25	5.0	51.12	8.52	10.86	152.51	30.50	3.75	36.52	12.09	1.83
125	50	15	2.0	32.85	3.80	4.64	116.00	18.60	4.91	16.20	4.88	1.83
125	50	15	3.0	33.34	5.54	7.06	165.00	26.50	4.84	22.20	6.43	1.77
125	50	30	4.0	44.89	7.49	9.65	217.00	34.70	4.77	30.80	9.32	1.80
125	50	35	5.0	67.00	9.50	12.11	284.32	42.20	4.67	39.88	12.48	1.82
125	50	30	6.0	70.78	11.70	14.73	307.12	48.14	4.56	48.09	15.81	1.81
150	50	15	2.0	25.14	4.14	5.34	179.00	23.80	5.79	17.10	4.78	1.70
150	50	15	3.0	36.78	6.10	7.81	250.00	34.00	5.72	23.50	6.06	1.73
150	50	20	4.0	49.68	8.28	10.50	337.00	44.90	5.65	32.90	9.50	1.77
150	75	25	6.0	74.70	12.45	15.89	545.36	72.71	5.86	117.22	24.17	2.72
150	75	30	6.0	93.42	15.57	19.23	641.40	85.62	5.77	114.47	30.57	2.74
175	50	15	2.0	27.48	4.58	5.84	258.00	29.40	6.64	17.90	4.86	1.75
175	50	15	3.0	40.32	6.72	8.56	359.00	42.20	6.57	24.60	6.66	1.70
175	75	25	4.0	66.40	10.9	13.60	653.00	74.60	6.64	105.00	20.90	2.75
175	75	25	5.0	80.58	13.43	17.11	785.95	89.62	6.78	123.88	24.63	2.69
175	75	30	6.0	100.74	16.79	20.73	929.39	106.22	6.70	152.84	31.19	2.72
200	50	15	2.0	39.94	4.99	6.38	356.00	35.60	7.58	18.60	4.85	1.72
200	50	15	3.0	43.86	7.31	9.31	507.00	50.70	7.45	25.10	6.57	1.68
200	75	25	4.0	70.20	11.70	14.80	699.00	89.00	7.64	110.00	21.30	2.71
200	75	25	5.0	86.82	14.42	18.37	1080.00	108.00	7.67	120.62	26.02	2.66
200	75	30	6.0	106.60	18.00	22.23	1282.17	128.21	7.59	160.15	31.73	2.68
250	75	25	4.0	76.80	13.30	16.60	1020.00	122.00	8.48	118.00	21.70	2.64
250	100	25	3.0	109.98	18.33	23.26	2219.24	177.94	8.75	285.20	38.24	3.48
250	100	30	6.0	136.48	22.58	28.23	2647.34	219.79	8.68	383.54	55.58	3.66
300	100	30	4.0	100.00	16.00	21.00	2000.00	191.00	11.00	274.00	30.30	3.30
300	100	35	5.0	126.60	21.10	26.60	3580.00	237.00	11.50	351.00	40.90	3.62
300	100	35	6.0	154.74	25.79	31.80	4170.00	278.00	11.40	404.00	57.40	3.56

También en galvanizado e inoxidable



DIPAC[®]
PRODUCTOS DE ACERO

PERFILES IMPORTADOS ANGULOS

Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A36 SAE 1008
Otras calidades	Previa Consulta
Long normal	6.00m
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES		PESO		AREA
	mm		kg/m	kg/8m	cm ²
	a	e			
AL 20X2	20	2	0.60	3.62	0.76
AL 20X3	20	3	0.87	5.27	1.11
AL 25X2	25	2	0.75	4.56	0.96
AL 25X3	25	3	1.11	6.88	1.41
AL 25X4	25	4	1.45	8.75	1.84
AL 30X3	30	3	1.06	6.19	1.71
AL 30X4	30	4	1.77	10.63	2.24
AL 40X3	40	3	1.81	11.00	2.31
AL 40X4	40	4	2.38	14.24	3.04
AL 40X6	40	6	3.49	21.34	4.44
AL 50X3	50	3	2.29	13.85	2.91
AL 50X4	50	4	3.02	18.33	3.84
AL 50X6	50	6	4.43	26.58	5.64
AL 60X6	60	6	5.37	32.54	6.84
AL 60X8	60	8	7.00	42.94	9.03
AL 65X6	65	6	5.84	35.25	7.44
AL 70X6	70	6	6.32	38.28	8.05
AL 75X6	75	6	6.78	40.65	8.64
AL 75X8	75	8	8.92	54.18	11.36
AL 80X8	80	8	9.14	56.85	11.85
AL 100X8	100	8	9.14	56.85	11.84
AL 100X8	100	8	12.06	74.25	16.36
AL 100X10	100	10	15.04	90.21	19.15
AL 100X12	100	12	18.26	109.54	22.58

También en galvanizado e inoxidable

ANEXO A5: Perfiles importados (ángulos)

PLANCHAS INOXIDABLES

Especificaciones Generales

Norma: 304, 316, 430
Espesores: Desde 0.40mm hasta 15.00mm
Anchos: X 1220mm
Planchas: 4 x 6 pies
 Largos y cantidades especiales bajo pedido.

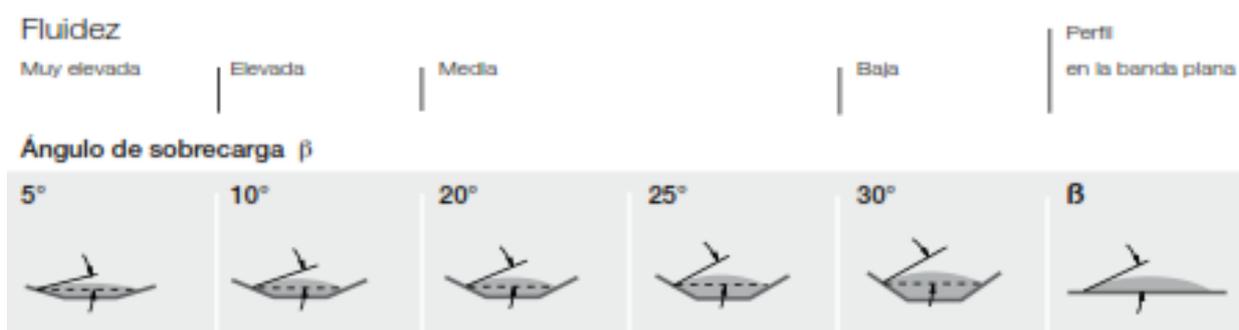
Tipo de estructura	Tipo de Composición	Designación de acuerdo a JIS*	Designación de acuerdo a AISI**	Designación de acuerdo a DIN***	COMPOSICION QUIMICA %					
					C	Si max	Mn	P max	S max	Ni
Austenita	17 Cr-5Ni-7Al	SUS 201	201		0,15 max	1,00	5,50 - 7,50	0,06	0,030	3,50 - 5,5
	16 Cr-6Ni-10Al	SUS 202	202		0,15 max	1,00	7,50 - 10,00	0,06	0,030	4,00 - 8,00
	17Cr-7Ni	SUS 301	301	4310	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	6,00 - 8,00
	18Cr-8Ni-highC	SUS 302	302	4300	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	6,00 - 10,00
	18Cr-8Ni	SUS 304	304	4301	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	6,00 - 10,50
	18Cr-8Ni-extra low C	SUS 304 L	304L	4306	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	6,00 - 13,00
	18Cr-12Ni	SUS 305	305	3905	0,12 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,50 - 13,00
	20Cr-12Ni	SUS 309 S	309 S	4345	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 - 15,00
	25Cr-20Ni	SUS 310 S	310 S		0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	19,00 - 22,00
	18Cr-12Ni-0,5Mo	SUS 316	316	4401	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,00 - 14,00
	18Cr-12Ni-7,5Mo extra-low C	SUS 316 L	316 L	4434	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 - 15,00
	18Cr-12Ni-2Mo-0,2Cu	SUS 316 J1		4505	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,00 - 14,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo	SUS 317	317	4472	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	16,00 - 18,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo extra-low C	SUS 317 L	317 L		0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	11,00 - 15,00
	18Cr-8Ni-Ti	SUS 321	321	4541	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 - 13,00
18Cr-8Ni-Nb	SUS 347	347	4550	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	6,00 - 13,00	
Ferrita	13Cr-4Al	SUS 405	405	4052	0,08 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	18Cr	SUS 428	428	4038	0,12 max	1,00	1,00 max	0,06	0,030	
	18Cr	SUS 430	430	4016	0,12 max	0,75	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	18Cr-Mo	SUS 434	434	4113	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Martensita	13Cr-low Si	SUS 403	403	4034	0,15 max	0,80	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	13Cr	SUS 410	410	4000	0,15 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	13Cr-high C	SUS 420 J2	420	4021	0,30 - 0,40	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	13Cr-high C	SUS 440 A	440 A		0,60 - 0,75	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Endurecido por precipitación	17Cr-7Ni-1Al	SUS 631	631		0,08 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	6,50 - 7,75

JIS* Japanese Industrial Standards
 AISI** American Iron and Steel Institute
 DIN*** Deutsche Industrie Normen

ANEXO A6: Planchas inoxidables

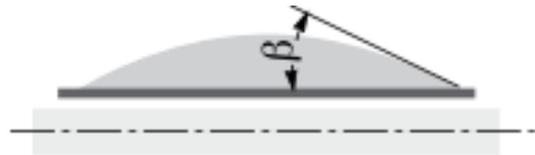
TABLAS

Tab. 1 - Ángulo de sobrecarga, de reposo y fluidez del material



Tab. 3 - Velocidades máximas aconsejables

Tamaño dimensiones máximas		Banda ancho mín mm	velocidad max			
uniforme hasta mm	mixto hasta mm		A m/s	B	C	D
50	100	400	2.5	2.3	2	1.65
75	150	500				
125	200	650	3	2.75	2.38	2
170	300	800	3.5	3.2	2.75	2.35
250	400	1000	4	3.65	3.15	2.65
350	500	1200				
400	600	1400	4.5	4	3.5	3
450	650	1600				
500	700	1800	5	4.5	3.5	3
550	750	2000				
600	800	2200	6	5	4.5	4



Tab. 5_a - Capacidades de transporte volumétricas

con estaciones planas para $v = 1 \text{ m/s}$

Ancho banda mm	Ángulo de sobrecarga β	$lv\tau \text{ m}^3/\text{h}$ $\lambda = 0^\circ$
300	5°	3.6
	10°	7.5
	20°	15.4
	25°	20.1
	30°	25.2
400	5°	7.5
	10°	15.1
	20°	31.3
	25°	39.9
	30°	50.0
500	5°	12.6
	10°	25.2
	20°	52.2
	25°	66.6
	30°	83.5
650	5°	22.3
	10°	45.0
	20°	93.2
	25°	119.5
	30°	149.4
800	5°	35.2
	10°	70.9
	20°	146.5
	25°	187.5
	30°	198.3

Ancho banda mm	Ángulo de sobrecarga β	$lv\tau \text{ m}^3/\text{h}$ $\lambda = 0^\circ$
1600	5°	152.6
	10°	305.6
	20°	630.7
	25°	807.1
	30°	1008.7
1800	5°	194.7
	10°	389.8
	20°	804.9
	25°	1029.9
	30°	1287.0
2000	5°	241.9
	10°	484.2
	20°	1000.0
	25°	1279.4
	30°	1599.1
2200	5°	295.5
	10°	591.1
	20°	1220.4
	25°	1560.8
	30°	1949.4
2400	5°	353.1
	10°	706.3
	20°	1458.3
	25°	1865.1
	30°	2329.5

Tab. 7 - Coeficiente de las resistencias fijas

Distancia entre ejes	
m	Cq
10	4.5
20	3.2
30	2.6
40	2.2
50	2.1
60	2.0
80	1.8
100	1.7
150	1.5
200	1.4
250	1.3
300	1.2
400	1.1
500	1.05
1000	1.03

Tab. 8 - Coeficiente de las resistencias pasivas debidas a la temperatura

Temperatura °C	+ 20°	+ 10°	0	- 10°	- 20°	- 30°
Factor Ct	1	1,01	1,04	1,10	1,16	1,27

Tab. 9 - Coeficiente de rozamiento interior f del material y de los elementos giratorios

Cintas transportadoras horizontales, ascendentes o ligeramente descendentes	velocidad m/s					
	1	2	3	4	5	6
Elementos giratorios y material con rozamientos interiores estándares	0,0160	0,0165	0,0170	0,0180	0,0200	0,0220
Elementos giratorios y material con rozamientos interiores altos en condiciones de trabajo difíciles	desde 0,023 hasta 0,027					
Elementos giratorios de cintas transportadoras descendentes con motor freno y/o generador	desde 0,012 hasta 0,016					

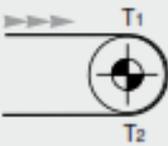
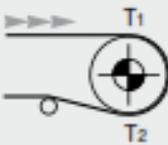
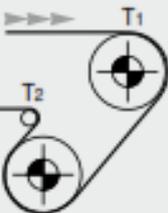
Tab. 10 - Peso del núcleo de la banda q_{bn}

Carga de rotura de la banda N/mm	Banda reforzada con productos textiles (EP) Kg/m ²	Con elementos metálicos Steel Cord (ST) Kg/m ²
200	2.0	-
250	2.4	-
315	3.0	-
400	3.4	-
500	4.6	5.5
630	5.4	6.0
800	6.6	8.5
1000	7.6	9.5
1250	9.3	10.4
1600	-	13.5
2000	-	14.8
2500	-	18.6
3150	-	23.4

Tab. 11 - Peso de las partes giratorias de los rodillos de las estaciones (sup/inf)

Ancho banda mm	Diámetro rodillos mm									
	89		108		133		159		194	
	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	5.1	3.7	-	-	-	-	-	-	-	-
650	9.1	6.5	-	-	-	-	-	-	-	-
800	10.4	7.8	16.0	11.4	-	-	-	-	-	-
1000	11.7	9.1	17.8	13.3	23.5	17.5	-	-	-	-
1200	-	-	20.3	15.7	26.7	20.7	-	-	-	-
1400	-	-	-	-	29.2	23.2	-	-	-	-
1600	-	-	-	-	31.8	25.8	-	-	-	-
1800	-	-	-	-	-	-	47.2	38.7	70.5	55.5
2000	-	-	-	-	-	-	50.8	42.2	75.3	60.1
2200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 12 - Factor de abrazamiento Cw

Tipo de motorización	Ángulo de abrazamiento α	tensor de contrapeso tambor		tensor de tornillo tambor	
		sin revestimiento	con revestimiento	sin revestimiento	con revestimiento
	180°	0.84	0.50	1.20	0.80
	200°	0.72	0.42	1.00	0.75
	210°	0.66	0.38	0.95	0.70
	220°	0.62	0.35	0.90	0.65
	240°	0.54	0.30	0.80	0.60
	380°	0.23	0.11	-	-
	420°	0.18	0.08	-	-

CODIGO DEL PROGRAMA

```
#include <18f4550.h>

#fuses xt,nowdt,nomclr,nolvp

#DEVICE ADC=10          //Configuración de entrada analógica del micro

#use delay(clock=8000000) //Es a la velocidad que va a trabajar el micro

#byte porta=0x05        //Activan al puertoA

#byte portb=0x06        //Activan al puertoB

#byte portc=0x07        //Activan al puertoC

#byte portd=0x08        //Activan al puertoD

#include <lcd.c>         //Activan a la librería de la LCD

void main()

{

    lcd_init();          //Llama a la librería e inicializa a la LCD

    set_tris_a(0xFF);    //Configura puertoA como entrada

    set_tris_b(0x00);    //Configura puertoB como SALIDA los 3 primeros pines

    set_tris_c(0x00);    //Configura puertoC como SALIDA

    set_tris_d(0x00);    //Configura puertoD como Salida

    enable_interrupts(GLOBAL); //Activa todas las interrupciones del micro

    //ext_int_edge (H_TO_L);

    setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_1);

    setup_timer_2(T2_DIV_BY_1,99,1);
```

```

setup_ccp1(CCP_PWM);

set_pwm1_duty(0);

setup_adc_ports(AN0|VSS_VDD);          // Configura todos los pines como entrada
analógica

setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL); // Activa reloj interno para transformación
Analógica a Digital

set_adc_channel(0);                    // Pin2 puertoA como entrada del sensor

delay_ms(2);                          // Espera 3 milisegund

UNSIGNED long duty;

UNSIGNED long peso;

printf(lcd_putc,"U.T.N.");            //imprime en la LCD"

delay_ms(100);

//Punto de inicio de una instrucción

do{

duty=read_adc()/2;    //Iguala a la variable valor lo que envía el sensor

duty=read_adc();

printf(lcd_putc,"%03Lu RES",duty); //imprime en la LCD"CambioBotonSelec"

delay_ms(100);

if ((duty)<=100&&(duty)>0)            //Lazo if si valor es mayor o igual a num tenga  Prendido el
pinB3

{

peso= (0.013*duty);

lcd_gotoxy (1 , 1); //Indica la posición donde escribir en la LCD columna y fila

```

```

printf(lcd_putc,"%03Lu Peso",duty); //imprime en la LCD lo que tiene variable valor

lcd_gotoxy (1 , 2); //Indica la posición donde escribir en la LCD columna y fila

printf(lcd_putc," 1590 RPM"); //imprime en la LCD lo que tiene variable valor

set_pwm1_duty(399L);

output_high(pin_B0);

delay_ms(2);

//lcd_init();

//printf(lcd_putc,"prima"); //imprime en la LCD"CambioBotonSelec"

//delay_ms(50);

}

else //Lazo else caso contrario tenga apagado el pinB3

{

output_low(pin_B0);

}

if( ((duty)<=200)&&((duty)>=105) ) //Lazo if si valor es mayor o igual a num tenga Prendido
    el pinB3

{

lcd_gotoxy (1 , 1); //Indica la posición donde escribir en la LCD columna y fila

printf(lcd_putc,"%03Lu PESO",duty); //imprimé en la LCD lo que tiene variable valor

lcd_gotoxy (1 , 2); //Indica la posición donde escribir en la LCD columna y fila

printf(lcd_putc," 1100 RPM"); //imprimé en la LCD lo que tiene variable valor

```

```

set_pwm1_duty(300L);

output_high(pin_B1);

delay_ms(2);

}

else          //Lazo else caso contrario tenga apagado el pinB3

{

output_low(pin_B1);

}

if( ((duty)<=300)&&((duty)>=201) ) //Lazo if si valor es mayor o igual a num tenga Prendido el
    pinB3

{

lcd_gotoxy (1 , 1); //Indica la posición donde escribir en la LCD columna y fila

printf(lcd_putc,"%03Lu PESO",duty); //imprimé en la LCD lo que tiene variable valor

lcd_gotoxy (1 , 2); //Indica la posición donde escribir en la LCD columna y fila

printf(lcd_putc," 700 RPM"); //imprimé en la LCD lo que tiene variable valor

set_pwm1_duty(200L);

output_high(pin_B2);

delay_ms(2);

}

else          //Lazo else caso contrario tenga apagado el pinB3

{

output_low(pin_B2);

```

```

}

if( ((duty)<=400)&&((duty)>=301) ) //Lazo if si valor es mayor o igual a num tenga Prendido el
    pinB3

{

lcd_gotoxy (1 , 1); //Indica la posición donde escribir en la LCD columna y fila

printf(lcd_putc,"%03Lu PESO",duty); //imprimé en la LCD lo que tiene variable valor

lcd_gotoxy (1 , 2); //Indica la posición donde escribir en la LCD columna y fila

printf(lcd_putc," 300 RPM"); //imprimé en la LCD lo que tiene variable valor

set_pwm1_duty(100L);

output_high(pin_B3);

delay_ms(2);

//lcd_init();

}

else //Lazo else caso contrario tenga apagado el pinB3

{

output_low(pin_B3);

}

delay_ms(50); // espera con 10ms

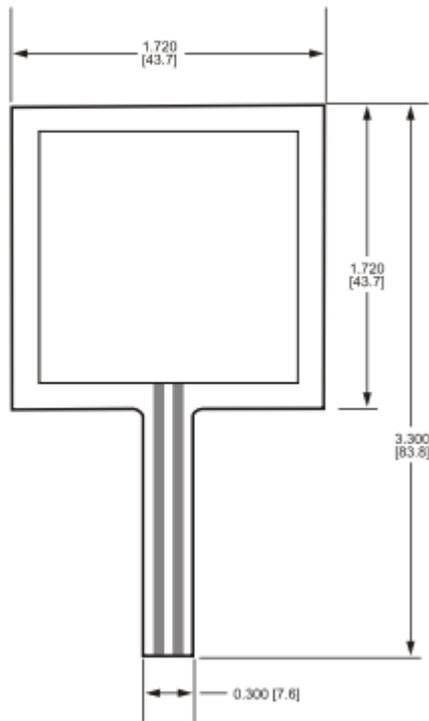
}

while(true);

}

```

DATASHEET SENSOR PESO



Active Area: 1.5" [38.1] x 1.5" [38.1]

Nominal thickness: 0.018" [0.46 mm]

Material Build:

Semiconductive Layer

0.005" [0.13] Ultem

Spacer Adhesive

0.006" [0.15] Acrylic

Conductive Layer

0.005" [0.13] Ultem

Rear Adhesive

0.002" [0.05] Acrylic

Connectors

- a. No connector
- b. Solder Tabs (not shown)
- c. AMP Female connector

Figure 7:
Part No. 406 (1.5" Square)

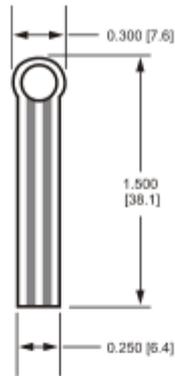


Figure 5:
Part No. 400 (0.2" Circle)

Active Area: 0.2" [5.0] diameter

Nominal Thickness: 0.012" [0.30 mm]

Material Build:

- Semiconductive layer**
0.004" [0.10] PES
- Spacer adhesive**
0.002" [0.05] Acrylic
- Conductive layer**
0.004" [0.10] PES
- Rear adhesive**
0.002" [0.05] Acrylic
- Connector options**
 - a. No connector
 - b. Solder Tabs (not shown)
 - c. AMP Female connector

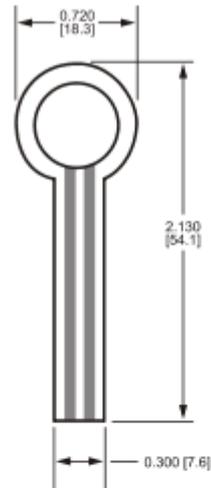


Figure 6:
Part No. 402 (0.5" Circle)

Active Area: 0.5" [12.7] diameter

Nominal thickness: 0.018" [0.46 mm]

Material Build:

- Semiconductive Layer**
0.005" [0.13] Ultem
- Spacer Adhesive**
0.006" [0.15] Acrylic
- Conductive Layer**
0.005" [0.13] Ultem
- Rear Adhesive**
0.002" [0.05] Acrylic
- Connector**
 - a. No connector
 - b. Solder Tabs (not shown)
 - c. AMP Female connector

An Overview of the Technology

Force Sensing Resistors (FSR) are a polymer thick film (PTF) device which exhibits a decrease in resistance with an increase in the force applied to the active surface. Its force sensitivity is optimized for use in human touch control of electronic devices. FSRs are not a load cell or strain gauge, though they have similar properties. FSRs are not suitable for precision measurements.

Force vs. Resistance

The force vs. resistance characteristic shown in Figure 2 provides an overview of FSR typical response behavior. For interpretational convenience, the force vs. resistance data is plotted on a log/log format. These data are representative of our typical devices, with this particular force-resistance characteristic being the response of evaluation part # 402 (0.5" [12.7 mm] diameter circular active area). A stainless steel actuator with a 0.4" [10.0 mm] diameter hemispherical tip of 60 durometer polyurethane rubber was used to actuate the FSR device. In general, FSR response approximately follows an inverse power-law characteristic (roughly $1/R$).

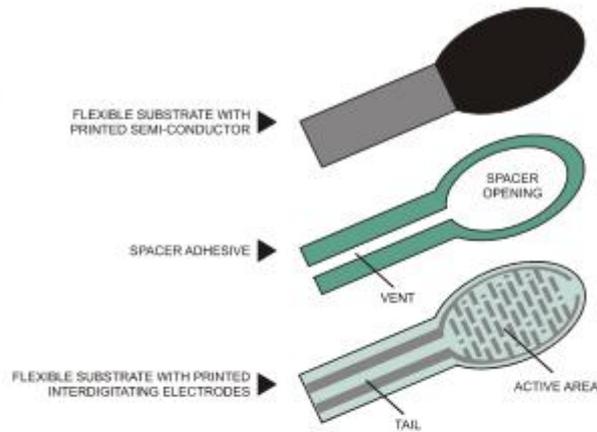
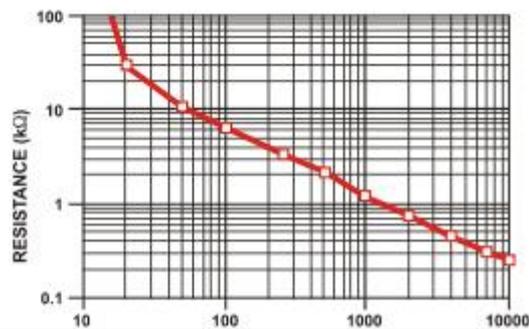


Figure 1: FSR Construction



Referring to Figure 2, at the low force end of the force-resistance characteristic, a switch-like response is evident. This turn-on threshold, or 'break force', that swings the resistance from greater than 100 kΩ to about 10 kΩ (the beginning of the dynamic range that follows a power-law) is determined by the substrate and overlay thickness and flexibility, size and shape of the actuator, and spacer-adhesive thickness (the gap between the facing conductive elements). Break force increases with increasing substrate and overlay rigidity, actuator size, and spacer-adhesive thickness. Eliminating the adhesive,

At the high force end of the dynamic range, the response deviates from the power-law behavior, and eventually saturates to a point where increases in force yield little or no decrease in resistance. Under these conditions of Figure 2, this saturation force is beyond 10 kg. The saturation point is more a function of pressure than force. The saturation pressure of a typical FSR is on the order of 100 to 200 psi. For the data shown in Figures 2, 3 and 4, the actual measured pressure range is 0 to 175 psi (0 to 22 lbs applied over 0.125 in²). Forces higher than the saturation force can be measured by spreading the force over a greater area; the overall pressure is then kept below the saturation point, and dynamic response is maintained. However, the converse of this effect is also true, smaller actuators will saturate FSRs earlier in the dynamic range, since the saturation point is reached at a lower force.

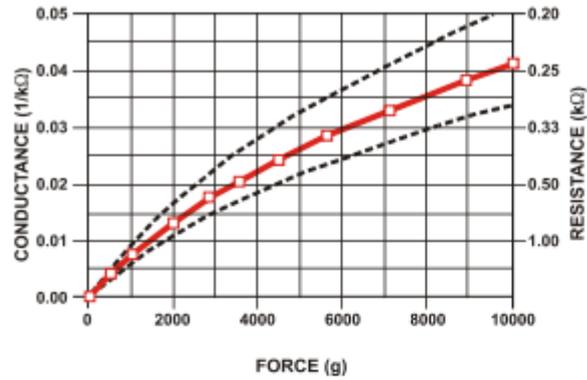


Figure 3:
Conductance vs. Force (0-10Kg)

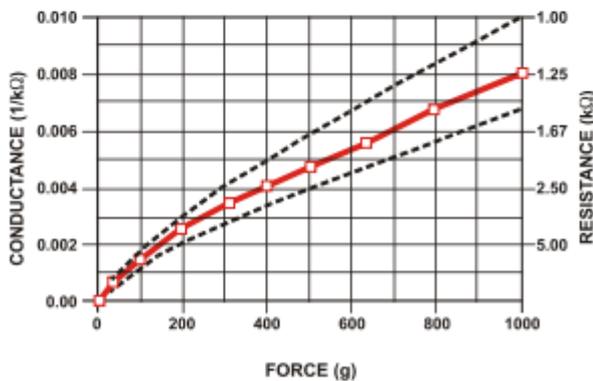


Figure 4:
Conductance vs. Force (0-1Kg) Low Force Range

Force vs. Conductance

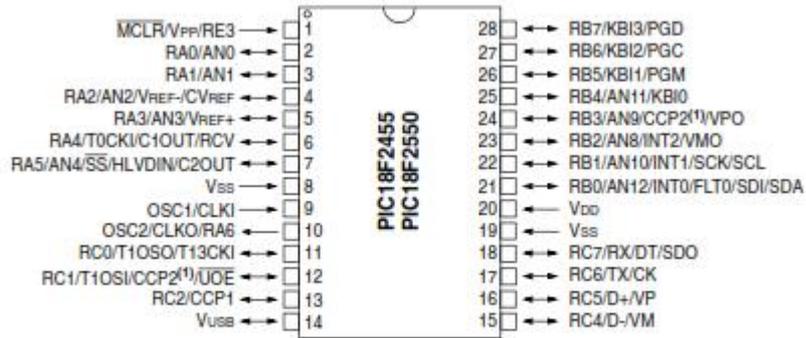
In Figure 3, the conductance is plotted vs. force (the inverse of resistance: $1/r$). This format allows interpretation on a linear scale. For reference, the corresponding resistance values are also included on the right vertical axis. A simple circuit called a current-to-voltage converter (see page 21) gives a voltage output directly proportional to FSR conductance and can be useful where response linearity is desired. Figure 3 also includes a typical part-to-part repeatability envelope. This error band determines the maximum accuracy of any general force measurement. The spread or width of the band is



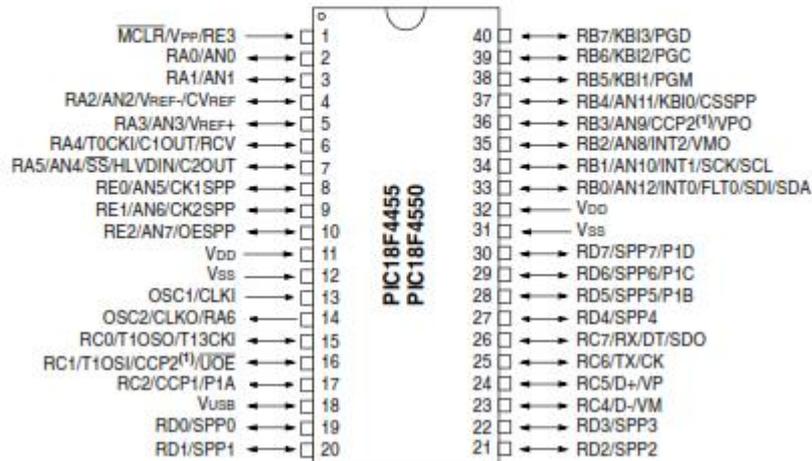
PIC18F2455/2550/4455/4550
Data Sheet

28/40/44-Pin, High-Performance,
Enhanced Flash, USB Microcontrollers
with nanoWatt Technology

28-Pin PDIP, SOIC



40-Pin PDIP



PIC18F2455/2550/4455/4550

TABLE 1-1: DEVICE FEATURES

Features	PIC18F2455	PIC18F2550	PIC18F4455	PIC18F4550
Operating Frequency	DC – 48 MHz			
Program Memory (Bytes)	24576	32768	24576	32768
Program Memory (Instructions)	12288	16384	12288	16384
Data Memory (Bytes)	2048	2048	2048	2048
Data EEPROM Memory (Bytes)	256	256	256	256
Interrupt Sources	19	19	20	20
I/O Ports	Ports A, B, C, (E)	Ports A, B, C, (E)	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C, D, E
Timers	4	4	4	4
Capture/Compare/PWM Modules	2	2	1	1
Enhanced Capture/ Compare/PWM Modules	0	0	1	1
Serial Communications	MSSP, Enhanced USART	MSSP, Enhanced USART	MSSP, Enhanced USART	MSSP, Enhanced USART
Universal Serial Bus (USB) Module	1	1	1	1
Streaming Parallel Port (SPP)	No	No	Yes	Yes
10-Bit Analog-to-Digital Module	10 Input Channels	10 Input Channels	13 Input Channels	13 Input Channels
Comparators	2	2	2	2
Resets (and Delays)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT			
Programmable Low-Voltage Detect	Yes	Yes	Yes	Yes
Programmable Brown-out Reset	Yes	Yes	Yes	Yes
Instruction Set	75 Instructions; 83 with Extended Instruction Set enabled			
Packages	28-pin PDIP 28-pin SOIC	28-pin PDIP 28-pin SOIC	40-pin PDIP 44-pin QFN 44-pin TQFP	40-pin PDIP 44-pin QFN 44-pin TQFP

DATASHEET VARIADOR DE VELOCIDAD



Guía práctica de selección y puesta en marcha de variadores de velocidad Sinamics G110/ Micromaster 420 (aplicaciones sencillas/estandar).

Los variadores de velocidad (*drives*) son dispositivos que permiten variar la velocidad en un motor controlando electrónicamente el voltaje y la frecuencia entregada al motor, manteniendo el torque constante (hasta la velocidad nominal). Su uso en cargas de torque cuadrático (bombas y ventiladores) permite ahorrar energía significativamente.



Puntos claves para seleccionar correctamente un variador Sinamics G110/Micromaster 420:

IMPORTANTE: El éxito de toda aplicación donde se utilice un variador de velocidad Siemens es establecer adecuadamente el torque o par (quien dará el trabajo requerido).

d.- El motor debe ser apto para ser controlado por un variador.

Nota: La correcta selección dependerá de la corriente y no de la potencia del motor. El variador deberá al menos cumplir con los valores del motor.

2.- Tipos de carga o aplicación.

De acuerdo al tipo de carga (según su característica de torque o par) se establecerá el modelo (aspecto económico) y su programación (prestaciones). El modelo podrá determinarse en la lista de precios vigente de Siemens o en los catálogos técnicos electrónicos (solicítelo a la Hotline Técnica de Siemens llamando gratuitamente al 1-800 101555 o escribiendo a: hotline.andina.col@siemens.com).

Entendimiento de curvas:

M: Torque o Par

n: Velocidad

Pmax: Potencia máxima a velocidad nominal

a.- Torque Constante:

En este tipo de máquinas o aplicaciones, el torque se mantiene constante a cualquier velocidad. Aplicaciones: Bandas transportadoras, grúas, ascensores, prensas de imprenta, etc. En este tipo de aplicaciones no se puede ahorrar energía por variación de velocidad.



2) Programación rápida (básica) del Sinamics G110 y Micromaster 420.

