

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
INGENIERA EN MECATRÓNICA

TEMA:

MÁQUINA DE EMPACADO Y CONTROL DE PESO PARA PANELA
GRANULADA.

AUTOR: GABRIELA DEL ROCÍO LEÓN CORRALES

DIRECTOR: ING. OCTAVIO ARIAS

IBARRA - ECUADOR

JUNIO 2013

DECLARACIÓN

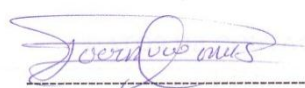
Yo, GABRIELA DEL ROCÍO LEÓN CORRALES, declaro que este trabajo es de autoría propia, ya que no ha sido presentado para ningún trabajo de grado, y certifico la veracidad de las referencias bibliográficas que se incluyen en el presente trabajo.



León Corrales Gabriela del Rocío

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo, fue desarrollado por la Señorita León Corrales Gabriela del Rocío, bajo la supervisión del que certifica.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Octavio Arias", is written over a horizontal dashed line.

Ing. Octavio Arias
DIRECTOR DEL PROYECTO



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 en esta forma, con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento depongo mi voluntad de participar en este proyecto, para lo que pongo a disposición de la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
Cédula:	100291088-1
Apellidos y Nombres:	León Corrales Gabriela del Rocío
Dirección:	Chaltura Calle Velasco s/n
E-mail:	gaby_leon88@hotmail.com
Teléfono:	0980206854

DATOS DE LA OBRA	
Título:	Máquina de empaclado y control de peso para panela granulada.
Autor:	León Corrales Gabriela del Rocío
Fecha:	2013-05-27
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ingeniera en Mecatrónica
Director:	Ing. Octavio Arias.

2. Autorización de uso a favor de la Universidad

Yo, León Corrales Gabriela del Rocío, con cédula de identidad 100291088-1, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del 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.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Yo, León Corrales Gabriela del Rocío, con cédula de identidad 100291088-1, 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 o trabajo de grado denominado “ Máquina de empackado y control de peso para panela granulada”, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniera en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi calidad de autor me reservo los derechos morales de 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: León Corrales Gabriela del Rocío
Cédula: 100291088-1
Ibarra, a los 27 días del mes de mayo del 2013

CONSTANCIA

Yo, GABRIELA DEL ROCÍO LEÓN CORRALES, manifiesto 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 soy la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 27 días del mes de Mayo de 2013

EL AUTOR: ACEPTACIÓN:



GABRIELA DEL ROCÍO LEÓN CORRALES
100291088-1
AUTOR



ING. BETTY CHÁVEZ
JEFE DE BIBLIOTECA

AGRADECIMIENTO

A Dios por la salud y la vida, por permitirme tener junto a mí a personas valiosas que con su ejemplo de constancia han demostrado que con sacrificio se logran alcanzar las más grandes metas.

A la Gloriosa Universidad Técnica del Norte y sus maestros, por haberme permitido recibir conocimientos que han enriquecido y ayudado a ver realizas las metas planteadas en mi vida estudiantil.

A mis padres quienes han sido el pilar fundamental en mi vida, por su apoyo incondicional su amor y confianza.

DEDICATORIA

A Dios por permitir gozar de salud, porque me ha concedido con su infinito amor y bondad llegar a conseguir este objetivo tan anhelado.

A mis padres Fabián y Roció y a mi hermana Paulina , por ser el ejemplo de perseverancia y constancia, porque gracias a ellos hoy puedo ver realizada mi meta, fueron ellos los que estuvieron siempre impulsándome, dándome ánimos en los momentos más difíciles de mi carrera, por el orgullo que sienten y la confianza depositada en mí.

PRESENTACIÓN

La creación de la máquina de empaquetado y control de peso para panela granulada, es una alternativa que solucionará el problema existente en la empresa, ésta máquina será capaz de sellar el empaque de panela granulada en presentaciones de una libra y un kilo.

Esta máquina sellará y cortará el papel de empaque para posteriormente transportar el producto empaquetado y finalmente realizará un control de peso y clasificará las unidades del peso correcto de las erróneas.

El sellado consta de un sistema de mordazas en las que se encuentran ubicadas unas niquelinas las que se calentarán a la temperatura ideal para que se realice el sellado correcto del papel de empaque, el corte lo realizará una cuchilla dentada.

La máquina posee una banda transportadora que cumple una función muy importante, la de llevar el producto empaquetado al sistema de control de peso que realizará su función con la acción de una celda de carga y finalmente clasificará las unidades producidas con un sistema de pistones neumático.

Todo el proceso será controlado y visualizado en una pantalla táctil.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁG.
Portada	i
Declaración	ii
Certificación	iii
Autorización de uso y publicación a favor de la UTN	iv
Cesión de derechos de autor del trabajo de grado a favor de la UTN	vi
Constancia	vii
Agradecimiento	viii
Dedicatoria	ix
Presentación	x
Índice general	xi
Índice de figuras	xvii
Índice de tablas	xx
Índice de anexos	xxi
Resumen	xxii
Abstract	xxiii

CAPÍTULO 1

1. TEORÍAS DE MÁQUINAS SELLADORAS	1
1.1. Máquinas selladoras	1
1.1.1. Máquinas selladoras semiautomáticas	1
1.1.2. Máquinas selladoras automáticas	2
1.1.3. Material de empaque	2
1.1.3.1. Tipos de empaques	2
1.1.3.1.1. Polietileno (PE)	2
1.1.3.1.2. Poliéster (PET)	3
1.1.3.1.3. Foil de aluminio (AL)	4
1.1.3.1.4. Polipropileno	4
1.1.4. Técnicas de sellado del papel	4
1.1.4.1. Método dieléctrico	5
1.1.4.2. Por gas	5
1.1.4.3. Sellado por ultrasonidos	5
1.1.4.4. Por impulso	5
1.1.4.5. Mordazas calientes	5
1.1.5. Aplicaciones del papel de empaque	6

1.2. Materiales utilizados en la industria	6
1.2.1. Acero AISI - SAE 1045	6
1.2.2. Acero inoxidable AISI 304	7
1.3. Cinta transportadora	7
1.3.1. Funcionamiento	8
1.3.2. Tipos de cintas transportadoras	8
1.3.2.1 Cintas planas	8
1.3.2.2 Cintas cóncava	9
1.3.2.3 Cintas tubulares	9
1.3.2.4 Cinta metálica	10
1.3.2.5 Cintas cerradas	10
1.3.2.6 Cintas portátiles	11
1.3.3. Partes de una cinta transportadora	11
1.3.3.1. Banda	11
1.3.3.2. Rodillos	12
1.3.3.3. Poleas	12

CAPÍTULO 2

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE PANELA GRANULADA	13
2.1. Producción de panela granulada	13
2.1.1. La materia prima	13
2.1.2. Panela granulada	13
2.1.2.1. Propiedades y usos de la panela	14
2.1.3. Proceso de elaboración de panela granulada	14
2.1.3.1. Corte y transporte de la caña de azúcar	14
2.1.3.2. Extracción de jugos	15
2.1.3.3. Clarificación de los jugos de caña	15
2.1.3.4. Evaporación de los jugos de caña	15
2.1.3.5. Punteo	16
2.1.3.6. Batido y enfriamiento	16
2.1.3.7. Granulación y secado de la panela	17
2.1.3.8. Pesado manual	17

CAPÍTULO 3

3. ESTUDIO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA MÁS ADECUADA	19
3.1. Métodos de sellado	19
3.1.1. Empacado Vertical	19
3.1.2. Empacado Horizontal	21
3.2. Parámetros para la evaluación de alternativas	22
3.2.1. Eficiencia	22
3.2.2. Facilidad de manufactura	23
3.2.3. Facilidad de mantenimiento	23
3.2.4. Costo	23
3.3. Valoración de parámetros	23
3.3.1. Selección de alternativa más adecuada	24
3.4. Partes mecánicas a implementar y diseñar	26
3.4.1. Mecanismos para el sellado vertical y horizontal	26
3.4.1.1. Sellado y corte horizontal	26
3.4.1.1.1. Sellado y corte horizontal con apertura de mordazas mediante cilindro neumático	26
3.4.1.1.2. Sellado y corte horizontal con apertura de mordazas mediante servomotor	27
3.4.1.1.3. Sellado horizontal con apertura de las dos mordazas mediante dos cilindros neumáticos	27
3.4.1.1.4. Selección de alternativas	27
3.4.1.1.5. Descripción de la alternativa seleccionada	29
3.4.1.2. Sellado vertical	29
3.4.1.2.1. Sellado vertical accionado por un cilindro neumático	30
3.4.1.2.2. Sellado vertical accionado por dos cilindros neumáticos	30
3.4.1.2.3. Valoración de parámetros.	30
3.4.1.2.4. Descripción de la alternativa seleccionada	32
3.4.1.3. Selección del método de sellado	33
3.4.1.3.1. Método Dieléctrico	33
3.4.1.3.2. Sellado por Gas	33
3.4.1.3.3. Sellado por Ultrasonido	33
3.4.1.3.4. Sellado por Impulso	34
3.4.1.3.5. Sellado por Mordazas Calientes	34
3.4.2. Sistema de verificación y control de peso	37
3.4.2.1. Selección de la celda de carga	37
3.4.2.1.1. Celda de carga por flexión	37
3.4.2.1.2. Celda de carga por tracción	37
3.4.3. Accionamiento de mordazas	40
3.4.3.1. Sistema Neumático	40
3.4.3.2. Sistema Mecánico	40

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO, CÁLCULO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS	43
4.1. Sistema de sellado vertical	44
4.1.1. Mordaza vertical	44
4.1.2. Selección de un cilindro neumático para el Sistema de sellado vertical	46
4.2. Sistema de sellado horizontal	48
4.2.1. Mordaza horizontal	49
4.3. Sistema de traslación de movimiento	51
4.3.1. Selección de un cilindro neumático para el Sistema de sellado horizontal	53
4.4. Sistema de verificación y clasificación de fundas	55
4.5. Sistema de transporte	55
4.5.1. Banda transportadora	55
4.5.1.1. Cálculo de la cinta transportadora	55
4.5.1.2. Cálculo de motor para la banda transportadora	64
4.5.2. Sistema de clasificación y control de peso	69
4.5.2.1. Celdas de carga por flexión	69
4.5.2.2. Selección de un cilindro neumático para el Sistema de clasificación y control de peso	69

CAPÍTULO 5

5. SISTEMA AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	71
5.1. Sistema de sellados y corte	74
5.1.1. Sistema de sellado vertical	76
5.1.2. Sistema de sellado y corte horizontal	77
5.2. Sistema de pesado	78
5.3. Sistema de clasificación	79
5.4. Sistema de transporte	80
5.5. Configuración de elementos	81
5.5.1. Configuración de la HMI	81
5.5.2. Diseño de las ventanas de la HMI	83
5.5.3. Proceso automático	86
5.5.4. Proceso manual	89
5.6. Descripción del proceso	91
5.6.1. Principal	91
5.6.2. Inicio –fin	92
5.6.3. Proceso manual	94
5.7. Descripción del proceso completo	99

CAPÍTULO 6

6. CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA, MONTAJE Y ANÁLISIS DE COSTO	101
6.1. Construcción y montaje	104
6.1.1. Construcción del Sistema de sellado vertical	104
6.1.2. Construcción del Sistema de sellado horizontal	109
6.1.3. Construcción del Sistema de transporte	119
6.1.4. Construcción del Sistema de clasificación y control de peso	123
6.1.5. Montaje tablero de control del PLC	124
6.1.6. Montaje sistema neumático	126
6.1.7. Montaje del tablero de control del motor	127
6.2. Análisis de costos	128
6.2.1. Costos de construcción	128
6.2.1.1. Costos directos	128
6.2.1.2. Costos indirectos	131

CAPÍTULO 7

7. PRUEBAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA SELLADORA	133
7.1. Protocolo de pruebas y mantenimiento	133
7.1.1. Pruebas en vacío	133
7.1.1.1. Ensamblaje	133
7.1.1.2. Material de empaque	134
7.1.1.3. Sellado del material de empaque	134
7.1.1.4. Corte del material de empaque	134
7.1.2. Pruebas con carga	135
7.1.2.1. Corte del material de empaque	135
7.1.2.2. Sistema de clasificación	135
7.1.2.3. Sistema de transporte	135
7.1.2.4. Rendimiento	136
7.2. Análisis y calibración de los sistemas	136
7.2.1. Análisis sellado vertical	136
7.2.2. Análisis sellado horizontal	136
7.2.3. Análisis sistema de verificación	137
7.3. Pruebas del sistema en funcionamiento	138
7.3.1. Calibración temperatura de sellado vertical	138
7.3.2. Calibración temperatura de sellado horizontal	140
7.3.3. Calibración tiempo de sellado de calefactores sellado horizontal	141
7.3.4. Calibración presión de trabajo del sistema de sellado	142
7.3.5. Calibración sistema de pesaje	143
7.3.6. Calibración peso referencial vs sistema de verificación	146
7.3.7. Calibración sistema de pesaje vs sistema de verificación	148

7.4. Protocolo de mantenimiento	149
7.4.1. Tipos de mantenimiento	149
7.4.1.1 Mantenimiento preventivo	149
7.4.1.2. Mantenimiento correctivo	149
7.4.1.3. Mantenimiento predictivo	149
7.4.2. Actividades en el mantenimiento	149
7.4.2.1. Inspección	149
7.4.2.2. Calibración	150
7.4.2.3. Limpieza	150
7.4.2.4. Lubricación	150
7.4.2.5. Funcionamiento	150
7.5. Conclusiones	151
7.6. Recomendaciones	153
7.7. Bibliografía	154
7.8. Direcciones electrónicas	155

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Papel de empaque polietileno	3
Figura 1.2. Banda transportadora plana	9
Figura 1.3. Banda transportadora cóncava	9
Figura 1.4. Banda transportadora tubular	10
Figura 1.5. Banda transportadora metálica	10
Figura 1.6. Banda transportadora cerrada	11
Figura 1.7. Banda transportadora cerrada	11
Figura 3.1. Gráfico Alternativa 1 (Maquina Sellado Vertical)	20
Figura 3.2. Gráfico Alternativa 2 (Maquina Sellado Horizontal)	22
Figura 4.1. Proceso de empackado de panela granulada	43
Figura 4.2. Gráfico Ilustrativo Sistema de sellado vertical	45
Figura 4.3. Gráfico Ilustrativo Sistema sellado horizontal total	49
Figura 4.4. Gráfico Ilustrativo Sistema sellado horizontal modo guía	50
Figura 4.5. Gráfico Ilustrativo Sistema sellado horizontal modo guía	52
Figura 5.1. HMI Simatic KTP600	71
Figura 5.2. Pirámide de control SCADA	72
Figura 5.3. Expansión Simatic CPU1214C	74
Figura 5.4. Subsistema temperatura de calefactores	74
Figura 5.5. Subsistema Sellado y Corte	75
Figura 5.6. Subsistema Verificación	78
Figura 5.7. Subsistema Control de velocidad Banda Transportadora	80
Figura 5.8. Pantalla principal del software de programación	82
Figura 5.9. Diseño de la presentación	83
Figura 5.10. Pantalla de diseño de la presentación	83
Figura 5.11. Proceso completo visualizado en la HMI	84
Figura 5.12. Pantalla de Información (proceso automático)	86
Figura 5.13. Pantalla de Información (proceso manual)	89
Figura 6.1. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de sellado vertical	101
Figura 6.2. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de sellado vertical	101
Figura 6.3. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de sellado horizontal	101
Figura 6.4. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de sellado horizontal	102
Figura 6.5. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de sistema de corte	102
Figura 6.6. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de sistema de corte	102
Figura 6.7. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de transporte	102
Figura 6.8. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de transporte	103
Figura 6.9. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de clasificación y pesado	103
Figura 6.10. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de clasificación y pesado	103

Figura 6.11. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de sellado vertical 1	104
Figura 6.12. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de sellado vertical 2	104
Figura 6.13. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de transporte	105
Figura 6.14. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de transporte.	105
Figura 6.15. Montaje 1 Sistema de sellado vertical	107
Figura 6.16. Montaje 2 Sistema de sellado vertical	107
Figura 6.17. Montaje 3 Sistema de sellado vertical	108
Figura 6.18. Montaje Sistema de centrado y amortiguamiento	108
Figura 6.19. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de sellado horizontal 1	109
Figura 6.20. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de sellado horizontal 2	109
Figura 6.21. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de Sellado horizontal 3	110
Figura 6.22. Diagrama de Gantt Construcción del Sistema de Sellado horizontal 4	110
Figura 6.23. Montaje Sistema de centrado y amortiguamiento	113
Figura 6.24. Montaje mordazas del Sistema de sellado	113
Figura 6.25. Montaje Sistema de centrado y amortiguamiento	114
Figura 6.26. Montaje 1 Sistema de cambio de movimiento	114
Figura 6.27. Montaje 2 Sistema de cambio de movimiento	115
Figura 6.28. Montaje bocines de bronce fosfórico y rótulas	115
Figura 6.29. Montaje Sistema de corte	116
Figura 6.30. Montaje abrazadera para el Sistema de corte	117
Figura 6.31. Recubrimiento de elementos de la máquina	117
Figura 6.32. Montaje de niquelinas del Sistema de sellado vertical	118
Figura 6.33. Montaje de calefactores del Sistema de sellado horizontal	118
Figura 6.34. Montaje de Calefactores del Sistema de corte Horizontal	119
Figura 6.35. Diagrama Gantt construcción Sistema de transporte 1	119
Figura 6.36. Diagrama Gantt construcción Sistema de transporte 2	119
Figura 6.37. Montaje Sistema de trasporte 1	120
Figura 6.38. Sistema de trasporte 2	121
Figura 6.39. Sistema de trasporte rodamientos	121
Figura 6.40. Montaje del Sistema de tensión de eje	122
Figura 6.41. Montaje del motor para el Sistema de trasporte	122
Figura 6.42. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de clasificación y control 1	123
Figura 6.43. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de clasificación y control 2	123
Figura 6.44. Montaje del Sistema de clasificación y control de peso 1	123
Figura 6.45. Montaje del Sistema de clasificación y control de peso 2	124
Figura 6.46. Tablero de Control del PLC	125
Figura 6.47. Tablero de control del PLC	125
Figura 6.48. Montaje 1 Sistema neumático	126
Figura 6.49. Montaje 2 Sistema neumático.	126

Figura 6.50. Montaje del Tablero de control de los motores	127
Figura 7.1. Rango de permisividad del peso de la balanza vs peso del Sistema de la máquina (460gr)	145
Figura 7.2. Rango de permisividad del peso de la balanza vs peso del Sistema de la máquina (1000gr)	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Datos obtenidos de la situación actual de la producción de panela granulada	18
Tabla 3.1. Parámetros con ponderación en selección de elementos	24
Tabla 3.2. Evaluación de parámetro eficiencia	24
Tabla 3.3. Evaluación de parámetro manufactura	24
Tabla 3.4. Evaluación de parámetro reemplazo de componentes	25
Tabla 3.5. Evaluación de parámetro costo	25
Tabla 3.6. Conclusiones de selección de elementos	25
Tabla 3.7. Valoración de parámetros para selección de alternativas	28
Tabla 3.8. Evaluación del parámetro eficiencia (Sellado)	28
Tabla 3.9. Evaluación del parámetro manufactura (Sellado)	28
Tabla 3.10. Evaluación del parámetro mantenimiento (Sellado)	28
Tabla 3.11. Evaluación del parámetro costo (Sellado)	29
Tabla 3.12. Conclusión para el sistema de sellado	29
Tabla 3.13. Valoración de parámetros para selección de alternativas	31
Tabla 3.14. Evaluación del parámetro eficiencia (Sellado)	31
Tabla 3.15. Evaluación del parámetro manufactura (Sellado)	31
Tabla 3.16. Evaluación del parámetro mantenimiento (Sellado)	31
Tabla 3.17. Evaluación del parámetro costo (Sellado)	32
Tabla 3.18. Conclusión para el sistema de sellado	32
Tabla 3.19. Valoración de parámetros para selección de alternativas	34
Tabla 3.20. Evaluación del parámetro eficiencia	35
Tabla 3.21. Evaluación del parámetro manufactura	35
Tabla 3.22. Evaluación del parámetro mantenimiento	35
Tabla 3.23. Evaluación del parámetro costo	36
Tabla 3.24. Conclusión para la selección del método se sellado	36
Tabla 3.25. Valoración de parámetros para selección de alternativas	38
Tabla 3.26. Evaluación del parámetro eficiencia	38
Tabla 3.27. Evaluación del parámetro manufactura	38
Tabla 3.28. Evaluación del parámetro mantenimiento	39
Tabla 3.29. Evaluación del parámetro costo	39
Tabla 3.30. Conclusión para la selección de celda de carga	39
Tabla 3.31. Valoración de parámetros para selección de alternativas	40
Tabla 3.32. Evaluación del parámetro eficiencia	41
Tabla 3.33. Evaluación del parámetro manufactura	41
Tabla 3.34. Evaluación del parámetro mantenimiento	41
Tabla 3.35. Evaluación del parámetro costo	41
Tabla 3.36. Conclusión para la selección para el accionamiento de mordazas	42
Tabla 4.1. Coeficiente k para bandas inclinadas	57
Tabla 4.2. Grosor de la banda	57
Tabla 4.3. Separación entre rodillos	58
Tabla 4.4. Coeficiente de fricción	59
Tabla 4.5. Espesor de recubrimiento banda	59
Tabla 4.6. Coeficiente k para bandas inclinadas	60

Tabla 5.1. Especificación digital	73
Tabla 5.2. Especificaciones analógicas	73
Tabla 5.3. Análisis de entradas y salidas	100
Tabla 6.1. Costos directos	128
Tabla 6.2. Costos de mecanizado	130
Tabla 6.3. Costos de ensamblaje	130
Tabla 6.4. Costos indirectos	131
Tabla 6.5. Costo Total	131
Tabla 6.6. Costos de los elementos eléctricos y electrónicos	132
Tabla 7.1. Número de pruebas en el sistema de sellado vertical	136
Tabla 7.2. Número de pruebas en el sistema de sellado y corte horizontal	137
Tabla 7.3. Número de pruebas en el sistema de control	138
Tabla 7.4. Temperatura calefactores sellado vertical	139
Tabla 7.5. Temperatura calefactores sellado horizontal	140
Tabla 7.6. Tiempo de sellado de calefactores del sellado horizontal	141
Tabla 7.7. Presión de trabajo del sistema de sellado	142
Tabla 7.8. Calibración Sistema de Pesaje	144
Tabla 7.9. Sistema de pesaje vs. Sistema de verificación (460gr)	146
Tabla 7.10. Sistema de pesaje vs. Sistema de verificación (1000gr)	146
Tabla 7.11. Peso referencial vs. Sistema de verificación	147
Tabla 7.12. Sistema de pesaje vs. Sistema de verificación	148

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A1: Platinas en Acero Inoxidable AISI 304	157
ANEXO A2: Eje Acero Inoxidable	158
ANEXO A3: Propiedades químicas del eje de Acero Inoxidable	158
ANEXO A4: Perfiles estructurales	159
ANEXO A5: Perfiles Importados (ángulos)	160
ANEXO A6: Panchas Inoxidables	161
ANEXO A7: Acople flexible	162
ANEXO A8: Formato de mantenimiento	163
Manual de usuario	164
Certificación de la Empresa	
Planos mecánicos	
Diagrama de conexión eléctrica	

RESUMEN

El presente trabajo de grado está compuesto por 7 capítulos, los mismos que permiten obtener el objetivo deseado.

Inicialmente se procede a realizar el dimensionamiento del sistema, el cual es indispensable para el desarrollo del proyecto. En la primera etapa se realizó el diseño de los sistemas de sellado vertical, horizontal y de corte del material de empaque.

Una vez diseñados los sistemas antes mencionados se procedió a realizar el sistema de transportes, que se trata de una banda.

Posteriormente se diseñó el sistema de control de pesado, el cual consistió en la selección del material requerido para este proyecto.

Por último se procedió a la implementación del sistema de control el cual está compuesto por un Programador Lógico Computarizado, el mismo que accionan las electroválvulas y controla todo el sistema en general. Además se implementó un variador para el control de la velocidad de la banda transportadora. Con todos los aspectos anteriormente diseñados alcanzamos el objetivo propuesto.

Luego de concluir los procesos antes mencionados, se procede a realizar el respectivo análisis del funcionamiento de los sistemas que no es más que las pruebas de operación y mantenimiento de la máquina de pesado.

ABSTRACT

Initially we proceed to do the sizing system, which is essential for the development of the project. In the first stage design was done sealing systems vertically, horizontally and cut the packing material.

Once the above systems designed proceeded to make the transportation system, it is a band.

Subsequently, the control system design of heavy, which consisted in selecting the material required for this project.

Finally we proceeded to the implementation of the control system which comprises a Computer Logic Programmer, the same actuating the solenoid valves and controls the overall system. Furthermore, to implement a variable speed control of the conveyor. With all the above aspects designed reach the objective.

After finishing the above processes, it proceeds to perform the analysis of the operation of respective systems is merely testing operation and maintenance of the weighing machine.

CAPÍTULO 1

1. TEORÍAS DE MÁQUINAS SELLADORAS

Dentro de este capítulo se detalla el funcionamiento de las diferentes máquinas selladoras ya sean estas manuales o automáticas.

1.1. MÁQUINAS SELLADORAS

Las máquinas selladoras son aquellas empleadas para dar hermeticidad a un determinado producto y de esta manera evitar que agentes externos lo contaminen.

El tamaño y forma de estas máquinas están relacionados directamente con el tamaño y forma de la presentación del producto que se va a sellar, la mayoría de estas máquinas operan con una versatilidad muy amplia. (R. Juan, 1820, p.1).

Para el desarrollo de la nueva generación de estas máquinas, los constructores han fusionado a los anteriores sistemas mecánicos, los nuevos sistemas neumáticos y electrónicos, obteniendo de esta manera un costo más elevado de construcción considerando que con esto se obtiene una capacidad de producción ágil que reduce tiempo y mejora la calidad de sellado

1.1.1 MÁQUINAS SELLADORAS SEMIAUTOMÁTICAS

Estas máquinas son las más comunes en el medio de producción actual, en las que un operario es el encargado de controlar el proceso de sellado, logrando producciones aceptables, dependiendo del tipo de producto, dosis y agilidad del operario.

Las partes autómatas de estas máquinas son capaces de arrastrar el material de empaque, dar forma al material de empaque, distribuir la materia prima o el producto, controlar el método de sellado, sellar y evacuar el producto terminado.

El operario en este proceso será el encargado de suministrar papel de empaque a la máquina así como también ubicar la materia prima en el compartimento de almacenaje del producto de la máquina, además controlar que los diferentes procesos a cumplirse por la parte automática se realicen de manera aceptable, de no ser así deberá utilizar el paro de emergencia y alertar a los técnicos de una posible falla.

1.1.2. MÁQUINAS SELLADORAS AUTOMÁTICAS

Estas máquinas son controladas por un sistema automático de monitoreo, es el encargado de llevar un control en los diferentes parámetros así como del control de la unidades producidas, unidades fallidas, producción diaria y mensual y a su vez de la presentación de la misma. Este control es la principal diferencia entre una máquina semiautomática con la automática, ya que este tendrá la potestad de generar un paro de emergencia o diferentes alertas como son falta de materia prima o material de empaque.

Estas máquinas poseen un lazo cerrado en el cual se escanea y se tiene información de sensores, se procesa la información en este control que puede ser un microcontrolador, un PLC o una Pc, y se genera respuesta a los actuadores los mismos que serán pistones, motores, etc.

1.1.3. MATERIAL DE EMPAQUE

Es el materia en el cual se enfundará el producto, existe una inmensa variedad y disponibilidad de estos materiales de empaque los mismos que poseen diversas propiedades permitiendo al fabricante de envolturas de alimentos un tipo de material de envase ideal para lo requerido.

1.1.3.1. Tipos de empaques

1.1.3.1.1. Polietileno (PE)

El polietileno o polieteno es considerado el plástico más común debido a que es un material económico, es utilizado principalmente en embalajes como

bolsas de plástico, películas de plástico, contenedores, botellas, etc. Tecnología de los plásticos (2012, p.2)

El polietileno de baja densidad es un polímero que se caracteriza por:

- Suave al tacto.
- Flexible y fácilmente estirable.
- Buena claridad.
- Buena barrera al vapor de agua pero una pobre barrera al oxígeno.
- No posee olor ni sabor que pueda afectar el producto empacado.
- Fácilmente sellable por calor, permitiendo una alta productividad, aún utilizando equipos simples.
- Buena resistencia térmica y química.
- Buena resistencia al impacto.

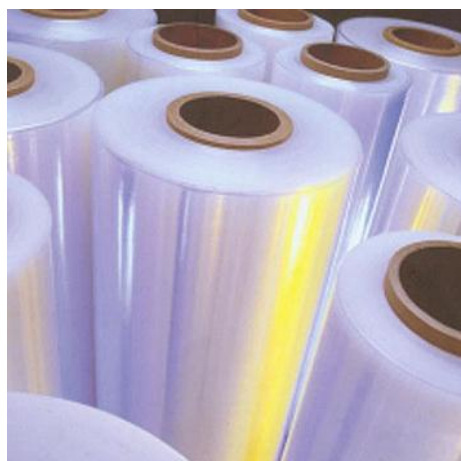


Figura 1.1. Papel de empaque polietileno

Fuente:<http://www.recuperaciondeplastico.com/productos/polietileno-de-baja-densidad.html>

1.1.3.1.2. Poliéster (PET)

Este material posee buenas características mecánicas, es resistente a altas temperaturas y además posee firmeza dimensional es decir el material no se estira ni se encoge, cuenta con facilidad de maquinado, es considerada ideal para envases retornables y pasteurizables, que requieren excelente fuerza física y

resistencia al calor, son generalmente utilizados para el envase de bebidas. Cupyringt (1995-1996,p.3)

1.1.3.1.3. Foil de aluminio (AL)

Este material es utilizado principalmente como lámina de barrera a los gases y a la luz, el foil de aluminio es de gran utilidad en el empaque de margarinas y mantequillas.

El foil de aluminio sigue siendo la mejor barrera disponible al vapor de agua y a transmisión de gases.

El costo de este material es muy elevado y hasta el momento no se ha encontrado otro material que reemplace a este se utilizan espesores sumamente delgados. Admin(2002, p.2)

1.1.3.1.4. Polipropileno

La función principal de este empaque es contener y proteger al producto.

Es un termoplástico que reúne una serie de propiedades que es difícil encontrar en otro material como son:

El polipropileno ha sido tratado de tal manera que entre sus cualidades principales destaca su resistencia térmica, su impermeabilidad, posee un bajo coeficiente de absorción de humedad, por estas cualidades se permite trabajar por horas en ambientes hostiles de temperatura es decir que llegan hasta los 120°C sin temor a la deformación.

Entre sus características mecánicas presenta alta resistencia a la tensión y compresión.

Existen en el mercado manufacturaciones de polipropileno que permiten aumentar propiedades mecánicas, permeabilidad entre otras. Textos científicos (2005, p5)

1.1.4. TÉCNICAS DE SELLADO DEL PAPEL

Generalmente existe una variedad de sistemas que permiten el sellado de material de empaque, las comunes y más empleadas son las que se basan en la resistencia eléctrica como una fuente de calor sin dejar de lado la ultra frecuencia y sellado por aire caliente.

1.1.4.1. Método Dieléctrico

En el sistema de ultra frecuencia o método dieléctrico, el sellado se produce mediante la acción de dos electrodos, al ubicar el material a sellar en medio de estos y al aplicar una corriente de altas frecuencias sobre ellos se genera un campo magnético el cual es el encargado de hacer mover a moléculas las mismas que al trasladarse de un lado a otro generan el calor necesario para producir el sellado.

1.1.4.2. Por Inyección de Gas

El sellado por gas caliente es el método que permite unir materiales plásticos mediante un chorro de aire o gas inerte el mismo que con anterioridad es calentado y de esta manera se produce el sellado del mencionado plástico. Henkelman (2013, p. 1).

1.1.4.3. Sellado por Ultrasonidos

Este método se produce por la vibración que genera el ultrasonido sobre las moléculas del plástico a sellar, esta vibración es la encargada de crear movimiento entre las moléculas del material, las mismas que generan calor que finalmente es el encargado de fusionar al material de empaque. Comunidad Internacional de Electrónica(2000-2013, p. 1).

1.1.4.4. Por Impulso

Este método consta de un sistema de mordazas que a su vez posee un calefactor el mismo que únicamente se enciende por un espacio reducido de tiempo, es decir solo se activa para sellar el plástico. Ovelman (2013, p. 1).

1.1.4.5. Mordazas calientes

Es considerado el método más común ya que este es empleado en el medio industrial por su facilidad de manejo e implementación. El sellado se consigue por la acción combinada de presión, temperatura y tiempo.

Este método genera la unión de los materiales plásticos por medio de presión y aporte de calor, aquí la temperatura es controlada durante todo el proceso, este

tipo de sellado es ideal para materiales plásticos como el polietileno. Ovelman (2013, p. 1).

1.1.5. APLICACIONES DEL PAPEL DE EMPAQUE

Los empaques juegan un papel muy importante en la comercialización y a lo largo de los años han ido evolucionando y mejorando sus diseños con el objeto de ser más competitivos.

El papel de empaque se utiliza en diferentes productos como snacks en papas fritas, chifles, etc. También se utiliza para galletas en distintos espesores y combinaciones, a más de ello es utilizado en caramelos y golosinas dando una muy buena protección a la humedad y a la luz necesario para que el producto se mantenga en buen estado para ser consumido.

1.2. MATERIALES UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA

1.2.1. ACERO AISI - SAE 1045

Este acero se utiliza cuando la resistencia y dureza son necesarias en condición de suministro. Es un acero medio carbono que se lo puede forjar con martillo. Responde favorablemente al tratamiento térmico y al endurecimiento por llama o inducción, no es recomendado para cementación o cianurado. En el momento que se hacen prácticas de soldadura adecuadas, presenta soldabilidad adecuada. Por su dureza y tenacidad es apropiado para la fabricación de componentes de maquinaria.

Propiedades mecánicas: Dureza 163 HB (84 HRb)

- Esfuerzo de fluencia 310 MPa (45000 PSI)
- Esfuerzo máximo 565 MPa (81900 PSI)
- Elongación 16% (en 50 mm)
- Reducción de área (40%)
- Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)
- Maquinabilidad 57% (AISI 1212 = 100%)
- Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)
- Propiedades químicas: 0.43 – 0.50 % C

0.60 – 0.90 % Mn

0.04 % P máx.

0.05 % S máx.

Usos: El uso principal para este acero son: piñones, cuñas, ejes, tornillos, partes de maquinaria, herramientas agrícolas y remaches.

- Tratamientos térmicos: se da normalizado a 900°C y recocido a 790°C. Sumitec (2009, p. 5)

NOTA: Los datos de las propiedades mecánicas y físicas antes mencionados son promedio no se deben considerar como datos estrictamente exactos para su uso en la práctica.

1.2.2. ACERO INOXIDABLE AISI 304

Es un acero inoxidable y refractario austenítico, aleado con Cr y Ni y bajo contenido de C que presenta una resistencia a la corrosión muy enérgica. Este tipo de acero es resistente contra corrosión intercrystalina y tiene propiedades para ser embutido profundo, no es templable ni magnético. Su aplicación es frecuente en la industria alimenticia, embotelladoras, tanques de fermentación, almacenamiento, barriles, equipos de leche, cereales, cocina, cubiertos, químicos maquinaria industrial como en los cuerpos de bombas y tubos.

- Dureza: 160 Brinell
- Resistencia a la tracción: 50-70 kg/mm²Ferun (2012, p. 2)

1.3. CINTA TRASPORTADORA

Una cinta o banda transportadora es un sistema de transporte continuo que se compone de un eje motriz el mismo que se encarga de generar movimiento a la banda, rodillos de carga y rodillos de retorno que son los encargados de mantener alineada y estirada a la banda cuando esta es muy larga, y finalmente la banda continua que no es más que una lámina que posee los extremos unidos, esta puede ser fabricada de tela, goma, cuero o metal. Muñoz (2013. p. 1)

Ventajas de las bandas transportadoras

- Permite el transporte de materiales a gran distancia
- Se adapta fácilmente al espacio
- Tiene gran capacidad de transporte
- Apto para toda clase de productos.
- No altera el producto a ser transportado Wikipedia (2013. p. 3).

1.3.1. FUNCIONAMIENTO

La banda obtiene su movimiento de un eje motriz el mismo que está unido a un motor, esta transferencia generalmente se realiza por rozamiento, es decir, el eje gira y la banda al estar templada por otro eje de acarreo sigue el movimiento de este. De esta manera los elementos que intervienen en este sistema giran a la velocidad que lo haga el eje motriz ya que los otros no tienen movimientos propios. Muñoz (2013, p. 4)

1.3.2. TIPOS DE CINTAS TRANSPORTADORAS

Existen varios tipos de cintas los principales son:

1.3.2.1. Cintas planas

Estas cintas son empleadas generalmente para transportar cargas unitarias como fundas o cajas

En estas cintas el material se sitúa en la superficie de la cinta y se trasladan a lo largo del recorrido de la misma. La cinta plana forma un lazo continuo el que permite que la mitad de su longitud total se emplee para el reparto del material y la otra mitad para el retorno.

El soporte de estas cintas planas es un armazón con rodillos, a cada extremo de la cinta se encuentran los rodillos motores o poleas que son los encargados de impulsan la cinta. Cabrera (2009, p.1)



Figura 1.2. Banda transportadora plana

Fuente:<http://www.dcabrera.com.ar/blog/index.php/diferentes-tipos-de-cintas-transportadoras/>

1.3.2.2. Cintas Cóncava

Estas cintas son utilizadas por lo general para transportar productos a granel, la banda consta de 3 o 5 rodillos los que poseen la función de soportar a la banda, los bordes de la banda se elevan con respecto al centro formando una concavidad, la que es necesaria para transportar el producto, estas cinta son utilizadas para transportar cantidades grandes y a una distancia considerable de kilómetros. Cabrera (2009, p.2)



Figura 1.3. Banda transportadora cóncava

Fuente:<http://www.dcabrera.com.ar/blog/index.php/diferentes-tipos-de-cintas-transportadoras/>

1.3.2.3. Cintas Tubulares

Estas cintas poseen un diseño especial ya que luego de cargar la cinta, sus bordes se pegan uno con otro permitiendo de esta manera envolver el producto, esta alternativa de cinta se la emplea principalmente para productos fácilmente contaminantes, previniendo así su contaminación. Cabrera (2009, p.3)



Figura 1.4. Banda transportadora tubular

Fuente:<http://www.dcabrera.com.ar/blog/index.php/diferentes-tipos-de-cintas-transportadoras/>

1.3.2.4.Cinta Metálica

Esta cinta consta de una malla de alambre, es una cinta plana, los extremos de esta cinta se acoplan mediante remaches, poseen la característica especial de soportar temperaturas de hasta 1000°C. Cabrera (2009, p.4)

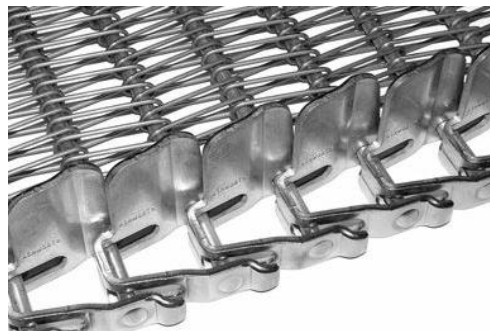


Figura 1.5. Banda transportadora metálica

Fuente:<http://www.dcabrera.com.ar/blog/index.php/diferentes-tipos-de-cintas-transportadoras/>

1.3.2.5.Cintas Cerradas

En esta cinta se considera más a la estructura de soporte que a la cinta en si ya que la cinta permanece encerrada en cajones de metal para evitar problemas de contaminación o pérdidas de producto. Cabrera (2009, p.5)



Figura 1.6. Banda transportadora cerrada

Fuente: <http://www.dcabrera.com.ar/blog/index.php/diferentes-tipos-de-cintas-transportadoras/>

1.3.2.6. Cintas Portátiles

Son cintas de capacidades y dimensiones pequeñas, estas poseen unas ruedas que facilitan el transporte de un sitio a otro. Habitualmente son empleadas para cargar y descargar camiones, facilitan la acumulación de fundas o cajas dentro de depósitos. Cabrera (2009, p.6)



Figura 1.7. Banda transportadora cerrada

Fuente: <http://www.dcabrera.com.ar/blog/index.php/diferentes-tipos-de-cintas-transportadoras/>

1.3.3. PARTES DE UNA CINTA TRANSPORTADORA

1.3.3.1. Banda

Es la encargada de transmitir el movimiento al producto, generalmente están hechas con un tejido base de poliéster (EP) / nylon n (NN), algodón, o acero, cubierto con goma sintética. Los tejidos y cubiertas deben ser escogidos en base a la resistencia, la tracción, los cortes, los aceites y al fuego.

1.3.3.2.Rodillos

Son cilindros de metal que giran sobre rodamientos anti-fricción. Existen dos clases de rodillos en una cinta

De trabajo: Son los rectos en el tramo superior y los que están en el retorno. Soportan carga.

De dirección: En las cintas cóncavas mantienen los bordes levantados. En las cintas planas mantienen la banda centrada.

Las dimensiones de los rodillos están estandarizadas por CEMA y por ISO.

1.3.3.3.Poleas

Cada cinta transportadora necesita por lo menos dos poleas. Por lo general una es motriz y la otra es de tensión. En muchos casos pueden necesitarse más poleas, para cambiar la dirección o para transmitir mayor potencia.

Se presentan dos diseños habituales. La polea engomada que brinda mayor tracción y se usa como motriz. La polea jaula de ardilla es auto limpiante y se usa como guiada. Cabrera (2012, p. 6)

CAPÍTULO 2

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE PANELA GRANULADA

Este capítulo detalla la situación en las que la empresa se encuentra desarrollando la producción de panela granulada desde la cosecha hasta obtener el producto terminado.

2.1. PRODUCCIÓN DE PANELA GRANULADA

La panela granulada a más de ser un producto natural de consumo humano con vitaminas y proteínas constituye un medio de diversificación en la generación de ingresos en áreas rurales.

2.1.1. LA MATERIA PRIMA

La materia prima para la elaboración de panela es la caña de azúcar, planta que se siembra en diferentes regiones del país y que gracias a las condiciones climáticas del mismo se puede cosechar durante todo el año, es un cultivo perenne, su crecimiento puede continuar a través de varios años, se cosecha entre 12 y 14 meses después de la siembra y el siguiente ciclo es producido por la sacarosa o remanentes que quedan después del corte debajo del suelo, la sacarosa crece más rápido que la caña de semilla. Fao (2006, p. 1).

2.1.2. PANELA GRANULADA

La panela granulada es producto de la deshidratación y cristalización de la sacarosa solo por evaporación, este proceso permite a la panela mantener más nutrientes saludables que el azúcar.

La panela granulada se distingue del azúcar blanco y del azúcar moreno por su sabor pero más aún por el contenido nutricional superando inclusive el valor nutricional de la miel de abeja.

La panela granulada contiene los minerales fundamentales para una alimentación equilibrada como son hierro, magnesio, potasio y fosforo. (2009, p. 2)

2.1.2.1. Propiedades y usos de la panela

- Ayuda a combatir estados de fatiga y cansancio.
- Es muy utilizado en la elaboración de bebidas como zumos, infusiones y refrescos.
- Aporta muchas energías al organismo.
- Es muy utilizado para elaborar alimentos como galletas, chocolates, mermeladas y dulces.
- Proporciona al organismo los nutrientes necesarios. Nutridieta (2012, p. 3).

2.1.3. PROCESO DE ELABORACIÓN DE PANELA GRANULADA

Existe una serie de pasos que se deben seguir para obtener la panela granulada lista para el consumo humano.

2.1.3.1. Corte y transporte de la caña de azúcar

Para que este proceso se realice se requiere de uno a dos años a partir de la siembra, tiempo en el cual la caña se encuentre apta o madura, lista para iniciar el proceso de elaboración de la panela, en este tiempo se produce una disminución de los azúcares, es decir, pierde su poder endulzante aunque este factor depende también del proceso de cultivo.

El corte de la caña se la realizaba de manera práctica, en determinados lugares se está usando tecnología para determinar la madures mediante un analizador de grados Brix a lo largo del tallo de la caña. Se utiliza un refractómetro para conocer el contenido de azúcar en la caña, en el cual se coloca una gota de jugo en el aparato y se lee en una escala graduada la cantidad de sólidos solubles que hay en el jugo (Grados Brix). Agroindustria San Jacinto (2001, p. 7)

2.1.3.2. Extracción de jugos

Luego del proceso de corte se realiza el transporte de la caña al trapiche, en este lugar se halla un molino el que está accionado por un motor que mueve un eje, frente a este se encuentra otro eje, el trayecto entre ejes tiene una distancia aproximada de 2cm, aquí se introduce las cañas para posteriormente se realice la extracción del jugo de la caña.

Consecutivamente el jugo recorre por diferentes estaciones de filtrado, esta estación tiene el objetivo de eliminar la mayoría de impurezas como restos de caña, bagazo, tierra y demás impurezas que están en la caña al momento de la cosecha, una vez realizado este proceso el jugo se encuentra listo para la evacuación de desperdicios potabilizando así el jugo se encuentra listo para la siguiente etapa; cabe mencionar que el desperdicio o bagazo es usado como combustible para la hornilla. Industrialización del jugo de caña (2009, p.5).

2.1.3.3. Clarificación de los jugos de caña

En esta etapa el jugo de caña ya ha sido transportada a los diferentes compartimentos de cocción ahí se eliminará el agua dejando un jugo puro.

En este proceso el jugo se calienta a un considerado de 50 - 55°C aquí aún se continua extrayendo las impurezas, el jugo de caña permanece un estimado de 20 a 30 minutos. Aquí los paneleros adicionan cal o yausavara(planta nativa usada como clarificante natural), generalmente en el medio ocupan únicamente la yausavara con el fin de hacer una producción de panela más pura. Cadena, Játiva y Loaiza (2010, p. 6)

2.1.3.4. Evaporación de los jugos de caña

En este proceso se aprovecha el calor en el cambio de fase del agua (líquido a vapor), eliminándose cerca del 90% del agua presente.

En esta etapa el jugo se encuentra en la segunda paila, es aquí donde se caliente y comienza la evaporación del agua, su proceso de cocción demora de 10 a 15 minutos. En el cambio de proceso de líquido a gaseoso se forma una especie de espuma llamada otavallillo la cual es apetecida por trabajadores y extraños por su inmejorable sabor.

Luego de esto se llega a la tercera paila en la cual se eleva el contenido de azúcar en el jugo de 20 hasta un 86% en promedio, los trabajadores aseguran que en esta etapa el jugo tiene tanta concentración de azúcar que pasa a un estado amargo.

Este procedimiento es importante ya que si se tiene muchos azúcares reductores, afectan la consistencia final de la panela hasta impedir su cristalización.

Con la finalidad que no se quemé en este proceso la panela se encuentra en moviendo constante, posteriormente se añade más clarificantes contaminantes o en un caso extremo tener que desechar todo el jugo transformado en miel.

La panela en la tercera paila pasa un aproximado de unos 10 minutos dependiendo de la temperatura a la que se encuentre la hornilla.

2.1.3.5. Punteo

Este es el proceso que se realiza en la última paila, es aquí donde se debe tener mucho cuidado y evitar que por un error o descuido se quemé y se pierda la producción y esfuerzo de etapas anteriores.

La temperatura en este proceso es mayor a los 100°C, el jugo en esta etapa tiene una gran viscosidad, este proceso es el que demora menor tiempo un aproximado de 7 a 10 min.

El trabajador generalmente saca la miel a un recipiente cuando la miel no corre y parece que hierve sobre la pala q se usa para menearlo o cuando al batir la miel en el aire se forma una bomba.

2.1.3.6. Batido y enfriamiento

Este proceso dura de 15 a 20 minutos, este se realiza en una batea, en este proceso la miel no se encuentra en contacto con la hornilla, es aquí donde se procede a batir hasta que la miel se transforme en panela, es decir, se bate hasta que la miel deje de pegarse sobre las espátulas mezcladoras

Aquí se tiene lista la panela, para realizar la granulación se procede a aplastar y romper los trozos grandes de panela en más pequeños.

2.1.3.7. Granulación y secado de la panela

Este proceso dura aproximadamente de 15 a 20 minutos, es aquí donde se transforma la panela en trozos pequeños hasta obtener la panela lo más fina posible para así evitando que se forme una masa.

Luego se tiene lista la panela pero en trozos aún grandes para el consumo personal, por tal razón se llevan los trozos a una tamizadora (sistema de cernido), en la que la granulación es apta y presentable para el consumo de las personas.

Posteriormente a la panela se le saca la humedad en hornos que se encuentra de 60 a 70°C se los cocina y finalmente está lista para ser pesado y empacada.

2.1.3.8. Pesado manual

Actualmente el pesado de la panela granulada se realiza de forma manual utilizando un material de empaque y una balanza.

La panela una vez tamizada y secada está lista y es transportada para su pesado y posterior empacado.

La persona encargada del pesado toma cierta cantidad de panela la introduce sobre el material de empaque y va aumentando o reduciendo la cantidad según sea el requerimiento.

Este proceso sea realiza a la intemperie teniendo mayor riesgo a proliferación de bacterias.

La deficiencia más notable es que para encontrar la medición correcta el personal encargado del pesaje hace muchos movimientos para aumentar o disminuir la cantidad de panela teniendo así el mayor retraso del sistema.

A continuación se muestra una tabla de las variaciones en las presentaciones de panela granulada.

N° DE PRUEBAS	PESO REFERENCIAL	PESO SISTEMA MANUAL	ERROR (gr)	ERROR %
1	460	479,7	19,7	4,28
2	460	443,6	16,4	3,57
3	460	470,3	10,3	2,24
4	460	483,4	23,4	5,09
5	460	443,6	16,4	3,57
6	460	478,9	18,9	4,11
7	460	440,7	19,3	4,2
8	460	480	20	4,35
9	460	442,8	17,2	3,74
10	460	479,2	19,2	4,17
11	1000	989,1	10,9	1,09
12	1000	983,8	16,2	1,62
13	1000	1019,3	19,3	1,93
14	1000	1017,5	17,5	1,75
15	1000	1010,1	10,1	1,01
16	1000	988,1	11,9	1,19
17	1000	1015,8	15,8	1,58
18	1000	988,6	11,4	1,14
19	1000	1018,9	18,9	1,89
20	1000	1023,5	23,5	2,35
ERROR			16,815gr	2,7435%

Tabla 2.1. Datos obtenidos de la situación actual de la producción de panela granulada

Fuente: Jaime Aguirre "Gerente de la Empresa"

Luego de realizar la tabulación se logró determinar que el error promedio en la producción de panela granulada es del 2.7435%, el cual será un parámetro que se deberá considerar y disminuir en la construcción de la máquina.

CAPÍTULO 3

3. ESTUDIO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA MÁS ADECUADA

En las diferentes etapas del proceso, luego de la presentación de alternativas consideradas para la construcción de la máquina, se ha creído conveniente realizar un análisis de las mismas lo que servirá de sustento para la toma de decisiones.

3.1. MÉTODOS DE SELLADO

Es el medio que permite realizar la hermeticidad del papel de empaque, existen algunas maneras de realizar este sellado.

Para determinar el método de sellado en una máquina se debe considerar el tipo de empacadora, ésta debe ser eficiente para realizar el empaqueo y sellado del producto, a continuación se detallan las alternativas para posteriormente elegir la más viable.

3.1.1. EMPACADO VERTICAL

Alternativa 1

Son utilizados generalmente en productos granulados livianos como: el arroz, azúcar, caramelo en polvo, confites, sal, gelatinas.

Descripción

El empaqueo vertical es un proceso en el cual el producto se ubica en una tolva en la parte superior de la máquina permitiendo que por gravedad el producto caiga mediante un tubo dosificador para que posteriormente sea sellado y finalmente salga por la parte inferior ya empaqueo listo para su comercialización.

Ventajas

- La utilización de la gravedad para la movilidad del producto.
- Mayor versatilidad, puesto que pueden empacarse diferentes productos en una misma máquina.
- Grandes velocidades de producción.
- Fácil operación

Desventajas

- El sistema de control debe ser más exhaustivo y cuidadoso.
- Sistema de control complejo en la programación y calibración.



Figura 3.1. Gráfico Alternativa 1 (Maquina Sellado Vertical)
Fuente: http://www.solpak.com.co/maquina_impalpables_granilados_2500.html

3.1.2. EMPACADO HORIZONTAL

Alternativa 2

Este sistema es utilizado para empacar objetos de forma regular como galletas, chocolates, pasteles, panes, objetos de uso diario, medicamentos, componentes eléctricos, productos en cajas pequeñas entre otros. Las empacadoras horizontales utilizan bandas transportadoras que ayudan al flujo del producto desde el ingreso hasta el despacho.

Descripción

El proceso de empacado inicia en un lado de la máquina y luego de los diferentes procesos el producto terminado es despachado por otro.

Ventajas

- Pueden empacarse diferentes productos en una misma máquina.
- Velocidades moderadas de producción

Desventajas

- Costos de adquisición elevados.
- Sistema de control complejo en la programación y calibración.
- Al ser horizontal ocupa un mayor espacio de trabajo



Figura 3.2. Gráfico Alternativa 2 (Maquina Sellado Horizontal)

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/delkor-systems/empacadoras-de-barquillas-58650-383758.html>

3.2. PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Existen algunos parámetros principales para evaluar un diseño mecánico como son la seguridad, la confiabilidad, la facilidad para fabricar, facilidad de operación, costo de operación y mantenimiento bajos, tamaño reducido, poco peso, materiales adecuados, la apariencia, la ergonomía.

Una vez determinados los parámetros mecánicos se debe tener en cuenta los parámetros de diseño, en este caso los seleccionados son:

3.2.1. EFICIENCIA

Se fundamenta en el desempeño de todos los elementos al acoplarse al funcionamiento normal para el que fue diseñada la máquina. Es de gran importancia este parámetro dentro de las máquinas debido a que está destinada a la producción dentro de un proceso continuo, si éste llegaría a fallar constituiría contratiempos muy serios como el retraso de la producción.

3.2.2. FACILIDAD DE MANUFACTURA

Este criterio implica simplificar los sistemas sin dejar a un lado los beneficios de la tecnología actual. Además las partes que constituyen los diferentes sistemas deben poder ser construidos con tecnología nacional, con materiales disponibles en el mercado y componentes de fácil adquisición.

3.2.3. FACILIDAD DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento en una máquina es vital para alargar su vida útil, todos los sistemas y elementos que comprenden la máquina están sujetos a fallos por lo que deben ser diseñados de tal manera que exista la posibilidad de repararlos o reemplazarlos. Esto implica que en la selección de alternativas se debe considerar la facilidad para llegar a un determinado elemento dentro de un conjunto, para la realización de tareas de ensamble y/o mantenimiento.

3.2.4. COSTO

Es un parámetro determinante al momento de seleccionar una alternativa debido a que implica no solo el costo inicial de la máquina que consta de materiales, accesorios, manufactura y tecnología, sino también los costos de operación y mantenimiento, hay que tomar en cuenta que el costo debe ser más competitivo que el de las máquinas existentes en el mercado tomado en cuenta la eficiencia y la estética.

3.3. VALORACIÓN DE PARÁMETROS

En todas las alternativas presentadas intervienen múltiples aspectos, de manera que se deben establecer prioridades, por lo que se aplicó el “Método de Criterios Ponderados”, el cual se basa en tablas donde cada criterio se confronta con los restantes. Cartes (2010. P. 20)

Se asignará el valor de 1 en el cuadro si el parámetro de las filas es superior que el de las columnas, el valor de 0,5 si el parámetro de las filas es equivalente al

parámetro de las columnas y 0 si el parámetro de las filas es inferior que el de las columnas

Parámetros	Eficiencia	Manufactura	Mantenimiento	Costo	Suma+1	Ponderación [A]
Eficiencia		1	1	1	4	0,381
Manufactura	0,5		0,5	0,5	2,5	0,238
Mantenimiento	0,5	0,5		0	2	0,190
Costo	0	0,5	0,5		2	0,190
Total					10,5	1,000

Tabla 3.1. Parámetros con ponderación en Selección de elementos.

Fuente: Autor (Gabriela León)

3.3.1. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA MÁS ADECUADA

Alternativa 1.- Empacado Vertical

Alternativa 2.- Empacado Horizontal

Eficiencia	1era alternativa	2da alternativa	Suma+1	Ponderación[B]
1era alternativa		0,5	1,5	0,5
2da alternativa	0,5		1,5	0,5
Total			3	1,0

Tabla 3.2. Evaluación de parámetro Eficiencia

Fuente: Autor (Gabriela León)

Manufactura	1era Alternativa	2da Alternativa	Suma+1	Ponderación [C]
1era Alternativa		0,5	1,5	0,5
2da Alternativa	0,5		1,5	0,5
Total			3	1,0

Tabla 3.3. Evaluación de parámetro Manufactura

Fuente: Autor (Gabriela León)

Mantenimiento	1era Alternativa	2da Alternativa	Suma+1	Ponderación[D]
1era Alternativa		0,5	1,5	0,5
2da Alternativa	0,5		1,5	0,5
total			3	1

Tabla 3.4. Evaluación de parámetro Reemplazo de componentes
Fuente: Autor (Gabriela León)

Costo	1era Alternativa	2da Alternativa	Suma+1	Ponderación [E]
1era Alternativa		1	2	0,667
2da Alternativa	0		1	0,333
Total			3	1

Tabla 3.5. Evaluación de parámetro Costo
Fuente: Autor (Gabriela León)

Parámetros	Eficiencia [AxB]	Manufactura [AxC]	Mantenimiento [AxD]	Costo [AxE]	Suma	Prioridad
1era Alternativa	0,190	0,119	0,095	0,127	0,532	1
2da Alternativa	0,190	0,119	0,095	0,063	0,468	2

Tabla 3.6. Conclusiones de Selección de elementos
Fuente: Autor (Gabriela León)

Al revisar las ventajas y desventajas de las alternativas citada, empleando y analizando el diagrama de ponderación, se opta por la alternativa que posee mayor porcentaje en el casillero de la suma, la seleccionada en este caso es la alternativa 1 **Empacado Vertical**.

3.4. PARTES MECÁNICAS A IMPLEMENTAR Y DISEÑAR

Sistema de Sellado y Corte Horizontal

Sellado Vertical

Método de Sellado

Sistema de Verificación y Control de Peso

Accionamiento de Mordazas

3.4.1. MECANISMOS PARA EL SELLADO VERTICAL Y HORIZONTAL

3.4.1.1. Sellado y Corte Horizontal

El sellado y corte horizontal es el que se encarga de unir los extremos del papel de empaque con la finalidad de que se pueda dosificar el producto.

3.4.1.1.1. Sellado y corte horizontal con apertura de mordazas mediante un cilindro neumático

Alternativa 1

Descripción

El sellado horizontal se lo realiza a partir de un cilindro neumático, el mismo que permite el movimiento de las mordazas de sellado, estas mordazas están montadas sobre unas placas, éste sistema permite sellar la funda por la presión que ejerce el mecanismo.

Este mismo mecanismo tiene adherido un cilindro neumático pequeño el que se acciona para que la cuchilla que se encuentra en él se mueva, provocando de esta manera que se corte el papel de empaque.

3.4.1.1.2. Sellado horizontal con apertura de mordazas mediante servomotor

Alternativa 2

Descripción

El sistema es muy parecido al anterior, pero en este caso el generador del movimiento es un servomotor paso a paso. Cuando este servomotor se acciona hacia la derecha mueve unos brazos que permiten la apertura de las mordazas, cuando el giro es hacia la izquierda las mordazas se cierran.

3.4.1.1.3. Sellado horizontal con apertura de mordazas mediante dos cilindros neumáticos

Alternativa 3

Descripción

El mecanismo consta de un marco donde se instalan dos cilindros neumáticos que son los encargados de mover las mordazas hasta juntarlas en el centro y producir el sellado de la funda.

3.4.1.1.4. Selección de alternativas

Es importante que las alternativas seleccionadas sean compatibles, es decir que se acoplen de manera adecuada para funcionar en forma segura y eficiente.

Alternativa 1.-Sellado y corte horizontal con apertura de mordazas mediante cilindro neumático

Alternativa 2.-Sellado horizontal con apertura de las dos mordazas mediante servomotor

Alternativa 3.-Sellado horizontal con apertura de las dos mordazas mediante dos cilindros neumáticos.

Parámetros	Eficiencia	Manufactura	Mantenimiento	Costo	Suma+1	Ponderación [A]
Eficiencia		1	1	1	4	0,381
Manufactura	0,5		0,5	0,5	2,5	0,238
Mantenimiento	0,5	0,5		0	2	0,190
Costo	0	0,5	0,5		2	0,190
Total					10,5	1,000

Tabla 3.7. Valoración de parámetros para Selección de alternativas
Fuente: Autor (Gabriela León)

Eficiencia	1era Alternativa	2da Alternativa	3ra Alternativa	Suma+1	Ponderación [B]
1era Alternativa		1	1	3	0,500
2da Alternativa	0		0,5	1,5	0,250
3ra Alternativa	0	0,5		1,5	0,250
Total				6	1,000

Tabla 3.8. Evaluación del parámetro Eficiencia (Sellado)
Fuente: Autor (Gabriela León)

Manufactura	1era Alternativa	2da Alternativa	3ra Alternativa	Suma+1	Ponderación [C]
1era Alternativa		0,5	1	2,5	0,385
2da Alternativa	0,5		1	2,5	0,385
3ra Alternativa	0	0,5		1,5	0,231
Total				6,5	1,000

Tabla 3.9. Evaluación del parámetro Manufactura (Sellado)
Fuente: Autor (Gabriela León)

Mantenimiento	1era Alternativa	2da Alternativa	3ra Alternativa	Suma+1	Ponderación [D]
1era Alternativa		0,5	0	1,5	0,250
2da Alternativa	0,5		0	1,5	0,250
3ra Alternativa	1	1		3	0,500
Total				6	1,000

Tabla 3.10. Evaluación del parámetro Mantenimiento (Sellado)
Fuente: Autor (Gabriela León)

Costo	1era Alternativa	2da Alternativa	3ra Alternativa	Suma+1	Ponderación [E]
1era Alternativa		0,5	0	1,5	0,250
2da Alternativa	0,5		0	1,5	0,250
3ra Alternativa	1	1		3	0,500
Total				6	1,000

Tabla 3.11. Evaluación del parámetro Costo (Sellado)

Fuente: Autor (Gabriela León)

Parámetros	Eficiencia [AxB]	Manufactura [AxC]	Mantenimiento [AxD]	Costo [AxE]	Suma	Prioridad
1era Alternativa	0,190	0,092	0,048	0,048	0,377	1
2da Alternativa	0,095	0,092	0,048	0,048	0,282	3
3ra Alternativa	0,095	0,055	0,095	0,095	0,341	2

Tabla3.12. Conclusión para el Sistema de sellado

Fuente: Autor (Gabriela León)

Al revisar las ventajas y desventajas de las alternativas citada, empleando y analizando el diagrama de ponderación, se opta por la alternativa que posee mayor porcentaje en el casillero de la suma, la seleccionada en este caso es la alternativa 1 **Sellado y corte horizontal con apertura de mordazas mediante un cilindro neumático.**

3.4.1.1.5. Descripción de la alternativa seleccionada.

El sellado horizontal lo realiza una mordaza caliente que es presionada por un cilindro neumático de doble efecto, durante un determinado tiempo.

3.4.1.2. Sellado vertical

El sistema de sellado vertical consiste en un mecanismo de barras el cual da una presión de sellado, el dimensionamiento del mecanismo se lo realiza tomando en cuenta la disponibilidad de espacio y la carrera que puede dar el cilindro neumático.

3.4.1.2.1. Sellado vertical accionado por un cilindro neumático

Alternativa 1

Descripción

El sellado vertical se lo realiza a partir de un cilindro neumático, el mismo que permite el movimiento de las mordazas de sellado, estas mordazas están montadas sobre unas placas, este sistema permite sellar la funda por la presión que ejerce el mecanismo.

3.4.1.2.2. Sellado vertical accionado por dos cilindros neumáticos

Alternativa 2

Descripción

El sellado longitudinal se produce por una mordaza vertical, que debe su movimiento a dos cilindros neumáticos, estos ejercen presión sobre el material de empaque apoyándose contra el tubo de alimentación, mientras el material está detenido (momento utilizado para la introducción del producto en el envase), además ésta mordaza es siempre más larga que la longitud vertical del paquete que se forma, es decir hay zonas de sellado que recibe dos veces la acción de la mordaza, esto debe tomarse en cuenta y por lo tanto hay que regular la temperatura de forma que esa área de sellado por dos veces no sufra y se queme.

Al igual que el sellado horizontal el sellado vertical se produce por termosellado mediante un calefactor que genera impulsos de temperatura para unir longitudinalmente el material de empaque justo en donde se forma el traslape.

3.4.1.2.3. Valoración de parámetros.

Alternativa 1 Sellado vertical accionado por un cilindro neumático.

Alternativa 2 Sellado vertical accionado por dos cilindros neumáticos.

Parámetros	Eficiencia	Manufactura	Mantenimiento	Costo	Suma+1	Ponderación [A]
Eficiencia		1	1	1	4	0,381
Manufactura	0,5		0,5	0,5	2,5	0,238
Mantenimiento	0,5	0,5		0	2	0,190
Costo	0	0,5	0,5		2	0,190
Total					10,5	1,000

Tabla 3.13. Valoración de parámetros para Selección de alternativas

Fuente: Autor (Gabriela León)

Eficiencia	1era Alternativa	2da Alternativa	Suma+1	Ponderación [B]
1era alternativa		1	2	0,667
2da alternativa	0		1	0,333
Total			3	1,000

Tabla 3.14. Evaluación del parámetro Eficiencia (Sellado)

Fuente: Autor (Gabriela León)

Manufactura	1era Alternativa	2da Alternativa	Suma+1	Ponderación [C]
1era Alternativa		0,5	1,5	0,500
2da Alternativa	0,5		1,5	0,500
Total			3	1,000

Tabla3.15. Evaluación del parámetro Manufactura (Sellado)

Fuente: Autor (Gabriela León)

Mantenimiento	1era Alternativa	2da Alternativa	Suma+1	Ponderación [D]
1era Alternativa		1	2	0,667
2da Alternativa	0		1	0,333
Total			3	1,000

Tabla 3.16. Evaluación del parámetro Mantenimiento (Sellado)

Fuente: Autor (Gabriela León)

Costo	1era Alternativa	2da Alternativa	Suma+1	Ponderación [E]
1era Alternativa		0	1	0,333
2da Alternativa	1		2	0,667
Total			3	1,000

Tabla3.17. Evaluación del parámetro Costo (Sellado)
Fuente: Autor (Gabriela León)

Parámetros	Eficiencia [AxB]	Manufactura[AxC]	Mantenimiento [AxD]	Costo[AxE]	Suma	Prioridad
1era Alternativa	0,254	0,119	0,127	0,063	0,563	1
2da Alternativa	0,127	0,119	0,063	0,127	0,437	2

Tabla3.18. Conclusión para el Sistema de sellado
Fuente: Autor (Gabriela León)

Al revisar las ventajas y desventajas de las alternativas citada, empleando y analizando el diagrama de ponderación, se opta por la alternativa que posee mayor porcentaje en el casillero de la suma, la seleccionada en este caso es la alternativa 1 **Sellado vertical accionado por un cilindro neumático.**

3.4.1.2.4. Descripción de la alternativa seleccionada

El sellado vertical lo realizará una mordaza caliente que es presionado por un cilindro neumático durante un tiempo determinado, sobre la mordaza de sellado vertical se ubica una sensor de temperatura encargado de sensar la temperatura del calefactor.

3.4.1.3. Selección del método de sellado

3.4.1.3.1. Método Dieléctrico

Alternativa 1

El sistema de ultra frecuencia o método dieléctrico es usado para sellar materiales como el cloruro de polivinilo (PVC) y su funcionamiento consiste en colocar el termoplástico entre dos electrodos usándolo a manera de dieléctrico. Cuando un material como el PVC es expuesto a corrientes de altas frecuencias la fricción entre las moléculas que se trasladan de un lado a otro respondiendo al campo magnético produce el calor suficiente para fundir y sellar la película. Moreno (2010, p. 20)

3.4.1.3.2. Sellado por Gas

Alternativa 2

El sellado por gas caliente es el método de unir materiales plásticos donde estos son calentados por un chorro de aire o gas inerte que es previamente calentado.

3.4.1.3.3. Sellado por Ultrasonido

Alternativa 3

El sellado por ultrasonido es un método muy complicado que se basa en la vibración que produce el ultrasonido sobre las moléculas del material a sellar. Esta vibración crea movimiento de las moléculas; lo cual genera calor que finalmente es el que fusiona al material.

3.4.1.3.4. Sellado por Impulso

Alternativa 4

En el sellado por impulso la temperatura no permanece constante en la mordaza, ésta no se calienta en si lo que sella es un calefactor, el mismo que solo es calentado en un determinado tiempo del ciclo de sellado.

El sellado por impulso permite remover el calor rápidamente después de que el sello se ha producido. La unión es más resistente y tiene una apariencia más homogénea.

3.4.1.3.5. Sellado por Mordazas Calientes

Alternativa 5

Es considerado el método más común en el medio industrial por su facilidad de manejo e implementación. El sellado se consigue por la acción combinada de presión, temperatura y tiempo.

Este método genera la unión de los materiales plásticos por medio de presión y aporte de calor, aquí la temperatura es controlada durante todo el proceso, este tipo de sellado es ideal para materiales plásticos como el polietileno.

Alternativa 1.- Método Dieléctrico

Alternativa 2.- Por Gas

Alternativa 3.- Sellado por Ultrasonidos

Alternativa 4.- Por Impulso

Alternativa 5.- Mordazas calientes

Parámetros	Eficiencia	Manufactura	Mantenimiento	Costo	Suma+1	Ponderación [A]
Eficiencia		1	1	1	4	0,381
Manufactura	0,5		0,5	0,5	2,5	0,238
Mantenimiento	0,5	0,5		0	2	0,190
Costo	0	0,5	0,5		2	0,190
Total					10,5	1,000

Tabla 3.19. Valoración de parámetros para Selección de alternativas

Fuente: Autor (Gabriela León)

Eficiencia	1era Alternativa	2da Alternativa	3ra Alternativa	4ta Alternativa	5ta Alternativa	Suma+1	Ponderación [B]
1era alternativa		1	1	0	0	3	0,207
2da Alternativa	0		0,5	0	0	1,5	0,103
3ra Alternativa	0	0		0	0	1	0,069
4ta Alternativa	1	1	1		0	4	0,276
5ta Alternativa	1	1	1	1		5	0,345
Total						14,5	1,000

Tabla 3.20. Evaluación del parámetro Eficiencia

Fuente: Autor (Gabriela León)

Manufactura	1era Alternativa	2da Alternativa	3ra Alternativa	4ta Alternativa	5ta Alternativa	Suma+1	Ponderación [C]
1era alternativa		0,5	0	0	0	1,5	0,079
2da Alternativa	0,5		0,5	0	0	2	0,105
3ra Alternativa	1	0,5		0	0	2,5	0,132
4ta Alternativa	1	1	1		0	4	0,211
5ta Alternativa	5	1	1	1		9	0,474
Total						19	1,000

Tabla 3.21. Evaluación del parámetro Manufactura

Fuente: Autor (Gabriela León)

Mantenimiento	1era Alternativa	2da Alternativa	3ra Alternativa	4ta Alternativa	5ta Alternativa	Suma +1	Ponderación [D]
1era alternativa		1	1	0	0	3	0,200
2da Alternativa	0		0,5	0	0	1,5	0,100
3ra Alternativa	0	0,5		0	0	1,5	0,100
4ta Alternativa	1	1	1		0	4	0,267
5ta Alternativa	1	1	1	1		5	0,333
Total						15	1,000

Tabla 3.22. Evaluación del parámetro Mantenimiento

Fuente: Autor (Gabriela León)

Costo	1era Alternativa	2da Alternativa	3ra Alternativa	4ta Alternativa	5ta Alternativa	Suma+1	Ponderación [E]
1era alternativa		0	0	0,5	0,5	2	0,125
2da Alternativa	1		0	1	1	4	0,250
3ra Alternativa	1	1		1	1	5	0,313
4ta Alternativa	0,5	1	0		0,5	3	0,188
5ta Alternativa	0,5	0	0	0,5		2	0,125
Total						16	1,000

Tabla 3.23. Evaluación del parámetro Costo

Fuente: Autor (Gabriela León)

Parámetros	Eficiencia [AxB]	Manufactura [AxC]	Mantenimiento [AxD]	Costo [AxE]	Suma	Prioridad
1era Alternativa	0,079	0,019	0,038	0,024	0,160	3
2da Alternativa	0,022	0,025	0,019	0,048	0,114	4
3ra Alternativa	0,026	0,031	0,019	0,060	0,136	5
4ta Alternativa	0,105	0,050	0,051	0,036	0,242	2
5ta Alternativa	0,131	0,113	0,063	0,024	0,331	1

Tabla 3.24. Conclusión para la Selección del método se sellado.

Fuente: Autor (Gabriela León)

Al revisar las ventajas y desventajas de las alternativas citada, empleando y analizando el diagrama de ponderación, se opta por la alternativa que posee mayor porcentaje en el casillero de la suma, la seleccionada en este caso es la alternativa 5 **Mordazas calientes**.

3.4.2. SISTEMA DE VERIFICACIÓN Y CONTROL DE PESO

3.4.2.1. Selección de la celda de carga

Es un dispositivo electrónico considerado un transductor que se usa para convertir una fuerza en una señal eléctrica, esto sensores de peso se encargan de recibir la excitación eléctrica provocada por un peso determinado aplicado a la balanza y transmitido hacia un indicador de peso. Wikipedia (2013, p.1).

3.4.2.1.1. Celdas de carga por flexión

Alternativa 1

Esta celda de carga se encarga de enviar los resultados de una fuerza de flexión que actúa sobre ella, entendiéndose así que se aplica desde un extremo hacia el otro entre si y a estos resultados de fuerza los transforma en señales eléctricas.

Ventajas

- Posee exactitud en la medición.
- Fácil desmontaje.
- Se acopla al sistema que se está planteando.

Desventajas

- Dificultad de calibración.
- Costo Elevado.

3.4.2.1.2. Celdas de carga por tracción

Alternativa 2

Esta celda de carga se encarga de enviar los resultados de una fuerza de tracción que actúa sobre ella, entendiéndose que se aplica desde un extremo hacia otro en direcciones contraria es decir no entre ellas y a estos resultados de fuerza los transforma en señales eléctricas.

Ventajas

- Posee exactitud en la medición.
- Fácil desmontaje.

Desventajas

- Dificultad de calibración.
- Costo Elevado.

Alternativa 1 Celdas de carga por flexión

Alternativa 2 Celdas de carga por tracción

Parámetros	Eficiencia	Manufactura	Mantenimiento	Costo	Suma+1	Ponderación [A]
Eficiencia		1	1	1	4	0,381
Manufactura	0,5		0,5	0,5	2,5	0,238
Mantenimiento	0,5	0,5		0	2	0,190
Costo	0	0,5	0,5		2	0,190
Total					10,5	1,000

Tabla 3.25. Valoración de parámetros para Selección de alternativas

Fuente: Autor (Gabriela León)

Eficiencia	1era Alternativa	2da Alternativa	Suma+1	Ponderación [B]
1era alternativa		1	2	0,667
2da alternativa	0		1	0,333
Total			3	1,000

Tabla 3.26. Evaluación del parámetro Eficiencia

Fuente: Autor (Gabriela León)

Manufactura	1era Alternativa	2da Alternativa	Suma+1	Ponderación [C]
1era Alternativa		0,5	1,5	0,5
2da Alternativa	0,5		1,5	0,5
Total			3	1

Tabla 3.27. Evaluación del parámetro Manufactura

Fuente: Autor (Gabriela León)

Mantenimiento	1era Alternativa	2da Alternativa	Suma+1	Ponderación [D]
1era Alternativa		0,5	1,5	0,5
2da Alternativa	0,5		1,5	0,5
Total			3	1

Tabla 3.28. Evaluación del parámetro Mantenimiento

Fuente: Autor (Gabriela León)

Costo	1era Alternativa	2da Alternativa	Suma+1	Ponderación [E]
1era Alternativa		0,5	1,5	0,500
2da Alternativa	0,5		1,5	0,500
Total			3	1

Tabla 3.29. Evaluación del parámetro Costo

Fuente: Autor (Gabriela León)

Parámetros	Eficiencia [AxB]	Manufactura[AxC]	Mantenimiento [AxD]	Costo [AxE]	Suma	Prioridad
1era Alternativa	0,254	0,119	0,095	0,095	0,563	1
2da Alternativa	0,127	0,119	0,095	0,095	0,437	2

Tabla 3.30. Conclusión para la Selección de celda de carga

Fuente: Autor (Gabriela León)

Al revisar las ventajas y desventajas de las alternativas citada, empleando y analizando el diagrama de ponderación, se opta por la alternativa que posee mayor porcentaje en el casillero de la suma, la seleccionada en este caso es la alternativa 1 **Celdas de carga por flexión**.

3.4.3. ACCIONAMIENTO DE MORDAZAS

3.4.3.1. Sistema Neumático

Alternativa 1

Emplea el aire comprimido como modo de transmisión de energía, necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos, el aire es un material elástico, por lo que al aplicarle una fuerza se comprime, mantiene esta compresión y devuelve la energía acumulada cuando se le permite expandirse. Croser y Ebel (2003, p 10)

Interviene en los procesos de automatización a nivel industrial

Forma más sencilla y de menor costo.

3.4.3.2. Sistema Mecánico

Alternativa 2

Un sistema mecánico es un conjunto de elementos dinámicamente relacionados, que permiten producir, transmitir, regular o modificar movimiento, tienen como función transformar o transmitir el movimiento desde la fuente que lo genera, al transformar diferentes tipos de energía. Almiron (2008, p.1).

Son dispositivos que se pueden considerar convertidores de movimiento, en tanto transforman el movimiento de una y otra forma

Alternativa 1.-Neumático

Alternativa 2.-Mecánico

Parámetros	Eficiencia	Manufactura	Mantenimiento	Costo	Suma+1	Ponderación [A]
Eficiencia		1	1	1	4	0,381
Manufactura	0,5		0,5	0,5	2,5	0,238
Mantenimiento	0,5	0,5		0	2	0,190
Costo	0	0,5	0,5		2	0,190
Total					10,5	1,000

Tabla 3.31. Valoración de parámetros para Selección de alternativas

Fuente: Autor (Gabriela León)

Eficiencia	1era Alternativa	2da Alternativa	Suma+1	Ponderación [B]
1era alternativa		1	2	0,667
2da alternativa	0		1	0,333
Total			3	1,000

Tabla 3.32. Evaluación del parámetro Eficiencia

Fuente: Autor (Gabriela León)

Manufactura	1era Alternativa	2da Alternativa	Suma+1	Ponderación [C]
1era Alternativa		0,5	1,5	0,5
2da Alternativa	0,5		1,5	0,5
Total			3	1

Tabla 3.33. Evaluación del parámetro Manufactura

Fuente: Autor (Gabriela León)

Mantenimiento	1era Alternativa	2da Alternativa	Suma+1	Ponderación [D]
1era Alternativa		1	2	0,667
2da Alternativa	0		1	0,333
Total			3	1

Tabla 3.34. Evaluación del parámetro Mantenimiento

Fuente: Autor (Gabriela León)

Costo	1era Alternativa	2da Alternativa	Suma+1	Ponderación [E]
1era Alternativa		0	1	0,333
2da Alternativa	1		2	0,667
Total			3	1

Tabla 3.35. Evaluación del parámetro Costo

Fuente: Autor (Gabriela León)

Parámetros	Eficiencia [AxB]	Manufactura [AxC]	Mantenimiento [AxD]	Costo [AxE]	Suma	Prioridad
1era Alternativa	0,254	0,119	0,127	0,063	0,563	1
2da Alternativa	0,127	0,119	0,063	0,127	0,437	2

Tabla 3.36. Conclusión para la Selección para el accionamiento de mordazas

Fuente: Autor (Gabriela León)

Al revisar las ventajas y desventajas de las alternativas citada, empleando y analizando el diagrama de ponderación, se opta por la alternativa que posee mayor porcentaje en el casillero de la suma, la seleccionada en este caso es la alternativa 1 **Neumático**.

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO, CÁLCULO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS

Luego de concluir con el análisis y selección de la alternativa más adecuada en el capítulo anterior, se procede a exponer las alternativas escogidas en vista de ser las que permitirán el correcto desempeño de la máquina.

PREPARACIÓN DEL SELLADO

La producción de alimentos está sujeta a regulaciones y registros sanitarios muy estrictos por tratarse de productos destinados al consumo humano. Por esta razón es necesario conocer todos los pasos que intervienen en el proceso de sellado.

En el proceso de sellado del empaque de panela granulada intervienen los sub procesos mostrados en el diagrama de la Figura 4.1

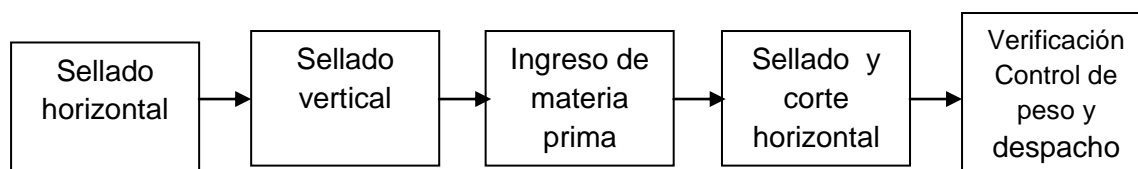


Figura 4.1. Proceso de empackado de panela granulada

Fuente: Autor (Gabriela León)

Sellado vertical

El sellado vertical lo realizará una mordaza caliente que es presionada por un cilindro neumático de doble efecto, durante un determinado tiempo.

Ingreso de materia prima

Con la ayuda de un sistema de dosificado se realizará la distribución de la materia prima en el papel de empaque ya formado.

Sellado y corte horizontal

El sellado y corte horizontal lo realizará una mordaza caliente y una cuchilla que es presionada por un cilindro neumático de doble efecto, durante un determinado tiempo para que la funda quede lista para pasar al proceso de control de peso y despacho.

Verificación, control de peso y despacho

Este subproceso se realiza mediante una celda de carga que mostrará el peso del producto empacado para según esta sea clasificado. Las fundas correctas son enviadas en una banda transportadora para luego ser almacenadas en bodega y las incorrectas descartadas mediante un sistema neumático.

La bodega de producto terminado debe ser lo más seca posible, debido a que el producto puede permanecer en ese sitio por periodos de tiempo muy largos.

Dentro del diseño se implementarán elementos existentes en el mercado ecuatoriano, siendo necesario únicamente dimensionarlos conforme a los requerimientos de la máquina.

4.1. SISTEMA DE SELLADO VERTICAL

Este sistema será el encargado de sellar verticalmente el material de empacado utilizando una mordaza la misma que será accionada por un cilindro neumático y hará presión contra el tubo distribuidor del sistema de despacho de la máquina.

4.1.1. MORDAZA VERTICAL

Ésta mordaza será la encargada de calentar el material de empaque a una temperatura tal que los extremos que han pasado por el cuello formador y estén en forma cilíndrica sean unidos y sellados.

Se debe tomar en cuenta que el dimensionamiento del mecanismo de sellado se basa en la geometría de los elementos, mas no en la resistencia de los mismos ya que es de mucha importancia una correcta apertura y cierre del mecanismo de sellado.

La apertura de mordazas debe ser la suficiente para garantizar que el mecanismo de sellado no obstaculice el paso de la funda.

Para dimensionar esta mordaza se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La máxima longitud que se deberá sellar el material de empaque verticalmente que será 0.25m para lo cual será sobredimensionada al 140%, es decir 0.35m.
- Maquinarla en aluminio ya que es el elemento que mejor se adapta al sellado del material que se utilizará.
- Evitar desperdicio del material que será aluminio ya que su valor económico de maquinado en el medio es costoso, para así tener factibilidad aceptable.
- Facilidad de mantenimiento y reemplazo de elementos.
- Facilidad de limpieza.
- Mantener la tendencia de los sistemas anteriores y utilizar sus complementos de montaje en acero inoxidable.

Tomando en cuenta los aspectos anteriormente detallados se tiene:

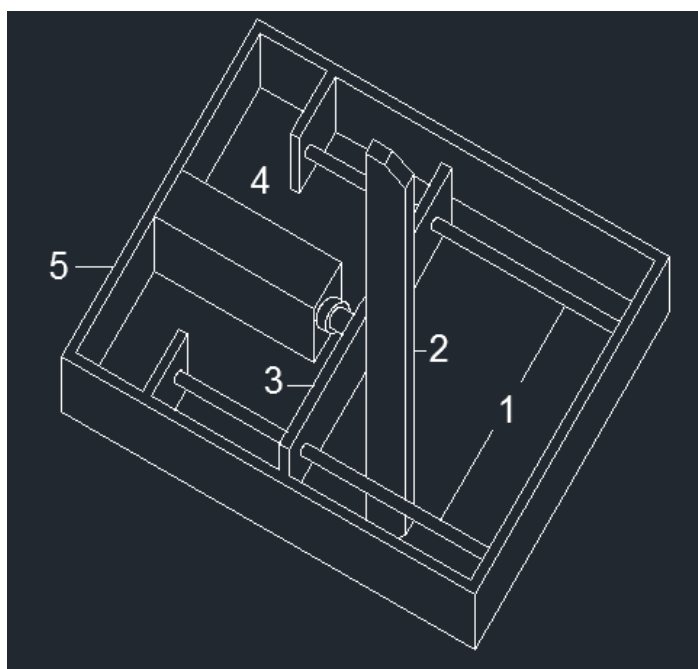


Figura 4.2. Gráfico ilustrativo sistema de sellado vertical
Fuente: Autor (Gabriela León)

1. Serán los ejes guías que ayudarán al cilindro neumático a la movilidad de la mordaza (utilizará ejes de $\frac{5}{8}$ pulgada ya que es común en nuestro medio y será fácil encontrarlos y si en casos graves reemplazarlos).
2. Será la mordaza hecha de aluminio la misma que tendrá su canal para montar el sistema de calefactores, el que se usará es el más común en el medio con medidas estándar.
Este sistema de calefactores consta de: papel de sellado, la niquelina en 10mm de ancho y el largo necesario, tela Cambridge la que se calienta y será la encargada de tener contacto con el material de empaque ya que posee características especiales que no permiten que el material de empaque quede pegado a la mordaza, esta viene de un ancho de 0.1m.
3. Será una platina de acero inoxidable utilizada para mantener la alineación de los ejes, así también permite el montaje de la mordaza y su comunicación con el cilindro neumático.
4. Es el cilindro neumático encargado de dar movilidad a la mordaza y permitir el sellado.
5. Es la estructura de montaje para lo cual se utilizará una platina de $2 \times \frac{3}{8}$ pulgadas.

Cabe destacar que para la lubricación de los elementos mecánicos que tengan movilidad se utilizará grasa especial no toxica SKF utilizada en máquinas que trabajan con alimentos.

Nota: Las medidas de este sistema están en el plano de la máquina.

4.1.2 SELECCIÓN DE UN CILINDRO NEUMÁTICO PARA EL SISTEMA DE SELLADO VERTICAL.

Para la selección se debe tomar en cuenta los aspectos siguientes:

- La fuerza con la que debe trabajar el cilindro.
- Presión de trabajo del compresor a utilizar, en este caso fue destinado por la empresa es uno de 2 HP y 120 PSI, que cumple con los requerimientos del sistema.
- La fuerza de rozamiento para el compresor detallado anteriormente puede ir de 3% a 20%, se tomó un rozamiento del 10%

El sistema estará soportando un peso de 2 kg aproximado de los elementos del sistema como son la mordaza y la platina; por motivos de seguridad se sobredimensionará en un 175% y se considerara un peso de 3.5kg

Tomando en cuenta que la fuerza necesaria será el peso de los elementos anteriores teniendo así: $F_n = 3.5 \text{ kg}$.

Ecuación 4.1

$$F_n = (A * P) - F_r \quad \text{Serrano (2009, p. 8)}$$

Dónde:

F_n = Fuerza neumática necesaria.

A = Área del émbolo

P = Presión promedio se utilizó 90 PSI = 6.2 bares

F_r = Fuerza de rozamiento en el cilindro va de 3 a 20% de la fuerza en este diseño se ha considerado una fuerza de rozamiento de 10%

Utilizando la ecuación 4.1 se remplace.

$$3.5 = (A * 6.2 \text{ bares}) - (3.5 * 0.1)$$

$$A = \frac{3.5 + 0.35}{6.2 \text{ bares}}$$

Para transformar de bares a $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ se debe multiplicar por 1.02

$$A = \frac{3.85}{6.2 * 1.02}$$

$$A = 0.566 \text{ cm}^2$$

Para encontrar el diámetro del émbolo se despeja y reemplaza los resultados en la fórmula:

$$A = \frac{D^2 * \pi}{4} \quad \text{Serrano (2009, p. 8)}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.566 \text{ cm}^2}{\pi}}$$

$$D = 0.84 \text{ cm}$$

En la selección del cilindro neumático se seleccionará uno de 3.2cm de diámetro ya que en el mercado no existe del diámetro calculado, la carrera será de 10 cm ya que es la distancia que se necesita para montar la estructura.

4.2. SISTEMA DE SELLADO HORIZONTAL

Para el desarrollo del presente sistema luego de observar distintas técnicas y realizando pruebas previas se pudo observar que el sistema más idóneo que se adapta a las condiciones del sellado y sistema de despacho del pesaje previo de la máquina, a la forma de la estructura total de la máquina, manufacturable en el medio ya que todos los componentes se encuentran en el país y se posee la maquinaria para dar la forma que se necesita y de costo moderado ya que utiliza una sola fuerza de empuje la cual es transmitida y dividida en dos mediante un sistema mecánico dando movimiento a dos sistemas de mordazas obteniendo así un ahorro en una segunda fuerza de empuje.

Por las razones antes mencionadas se seleccionó el sistema de sellado horizontal basada en el diseño de la tesis **“Diseño de una máquina empacadora, dosificadora y selladora de fundas para arroz”** de autoría del Ing. Mecánico **Eduardo Patricio Moreno Zapata.**

El sistema de sellado horizontal consta de dos mordazas que mediante el método de sellado por mordazas calientes permite el sellado de la parte superior e inferior del material de empaque. El movimiento de las mordazas es producido por un cilindro neumático, el cual garantiza una adecuada presión contra el material. El mecanismo proporciona una apertura adecuada de las mordazas para que en el momento del arrastre, el producto baje sin problemas.

4.2.1 MORDAZA HORIZONTAL

Esta mordaza será la encargada de calentar el material de empaque a una temperatura tal que los extremos que han pasado por el cuello formador y estén en forma cilíndrica sean unidos y sellados.

Para dimensionar esta mordaza se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La máxima longitud que se deberá sellar el material de empaque verticalmente que será 0.18m para lo cual será sobredimensionada al 120%, es decir 0.22m.
- Maquinada en aluminio ya que es el elemento que mejor se adapta al sellado del material que se utilizará.
- Evitar desperdicio del material que será aluminio ya que su valor económico de maquinado en el medio es costoso, para así tener factibilidad aceptable.
- Facilidad de dar mantenimiento y reemplazo de elementos.
- Facilidad de limpieza.
- Mantener la tendencia de los sistemas anteriores y utilizar sus complementos de montaje en acero inoxidable.

Tomando en cuenta los aspectos anteriormente detallados se tiene:

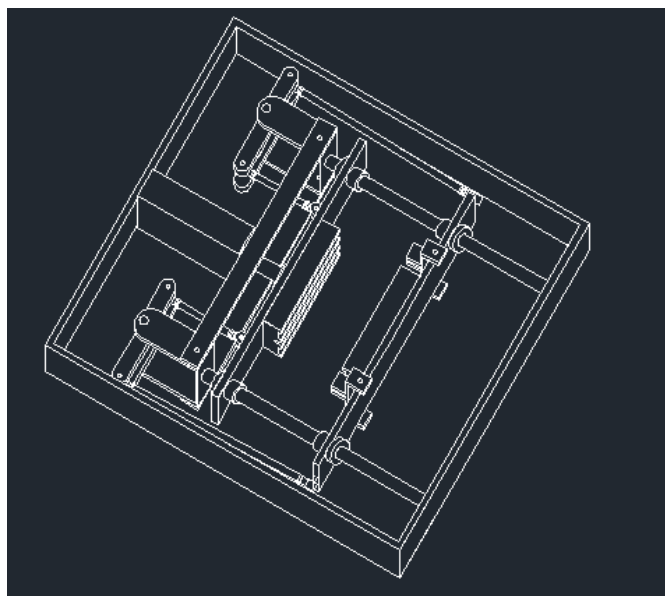


Figura 4.3. Gráfico ilustrativo Sistema de sellado horizontal total
Fuente: Autor (Gabriela León)

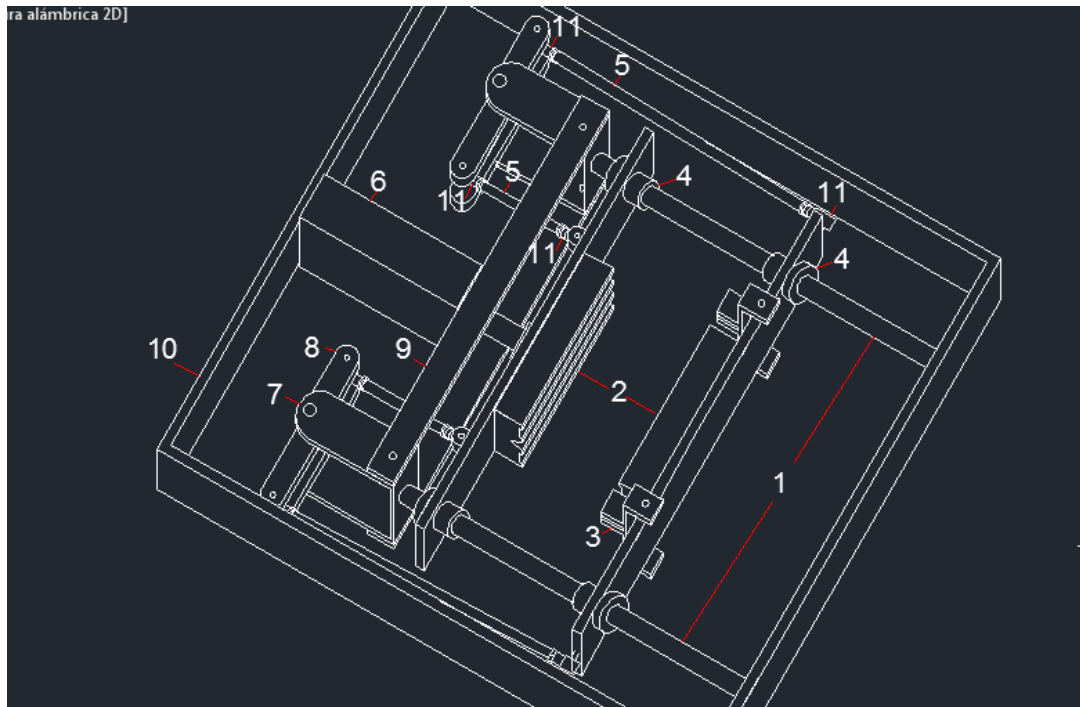


Figura 4.4. Gráfico ilustrativo Sistema sellado horizontal modo guía

Fuente: Autor (Gabriela León)

1. Serán los ejes guías que ayudarán al cilindro neumático a la movilidad de las mordazas (utilizará ejes de 1 pulgada ya que es común en el medio y será fácil encontrarlos y si en casos graves reemplazarlos).
2. Serán las mordazas hechas de aluminio las mismas que tendrán su canal para montar el sistema de calefactores y un espacio para la cuchilla de corte, se usarán los más comunes en el medio con medidas estándar.

Este sistema de calefactores consta de: material de sellado, la niquelina en 3mm de ancho y el largo necesario, tela Cambridge la que se calienta y será la encargada de tener contacto con el material de empaque ya que posee características especiales que no permiten que el material de empaque quede pegado a la mordaza, esta viene de un ancho de 0.1m.

3. Sobre la estructura de la mordaza también estará un sistema de corte del material de empaque, para lo cual se utilizará una platina de acero inoxidable de 2 pulgadas por $\frac{1}{2}$ pulgada ya que es común fácil y de conseguir.

Una vez que las mordazas están cerradas, justo luego de realizarse el sellado el sistema de corte se activa, este se basa en una cuchilla accionada con un cilindro neumático pequeño. El diseño se lo realiza en base al

dimensionamiento del mecanismo mas no a la resistencia del mismo, para conseguir la ubicación del cilindro y establecer la carrera del pistón adecuada.

4. En el sistema la fuerza no es un parámetro crítico, por lo que es suficiente la carrera para elegir el cilindro neumático.
5. Para el deslizamiento de las mordazas sobre los ejes, se utiliza bocines de bronce fosfórico con el objetivo de reducir la fricción ya que los coeficientes de rozamiento son: acero vs bronce 0.53y acero vs acero 0.74. Con la reducción de rozamiento se logra disminuir algún tipo de desalineación en el sistema de mordazas que es un sistema complejo compuesto de muchas partes móviles. Áviles (2008, pag. 2)
6. Es el cilindro neumático encargado de dar movilidad a la mordaza y permitir el sellado.
1. Es la estructura de montaje para lo cual se utilizará una platina acero A36 de 2 x $\frac{1}{2}$ pulgadas.

4.3. SISTEMA DE TRASLACIÓN DE MOVIMIENTO

Este sistema será el encargado de dar movimiento a la mordaza que se encuentra contraria a la mordaza que posee un cilindro neumático unido a su estructura.

Para dimensionar éste sistema se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La longitud de separación a la que deberán estar las mordazas para no dañar el material de empaque será de 0.10m, ya que, al observar empaques anteriormente hechos por la empresa se concluyó que: luego de los sellados el empaque queda de un grosor de aproximadamente 0.09m.

Por tanto la separación que se considerará será de 0.16m para evitar errores.

- Evitar desperdicio del material que será acero inoxidable ya que su valor económico de maquinado en el medio es costoso, para así tener factibilidad aceptable.

- Evitar que los ejes utilizados en éste sistema al momento de cambiar de posición rocen o peor aún choquen con algún elemento de la estructura.
- Utilizar un sistema de crucetas para unir los ejes a la estructura de las mordazas, ya que el movimiento este sistema no será unidimensional.
- Facilidad de dar mantenimiento y reemplazo de elementos.
- Facilidad de limpieza.
- Mantener la tendencia de los sistemas anteriores y utilizar sus complementos de montaje en acero inoxidable.

Tomando en cuenta los aspectos anteriormente detallados se tiene:

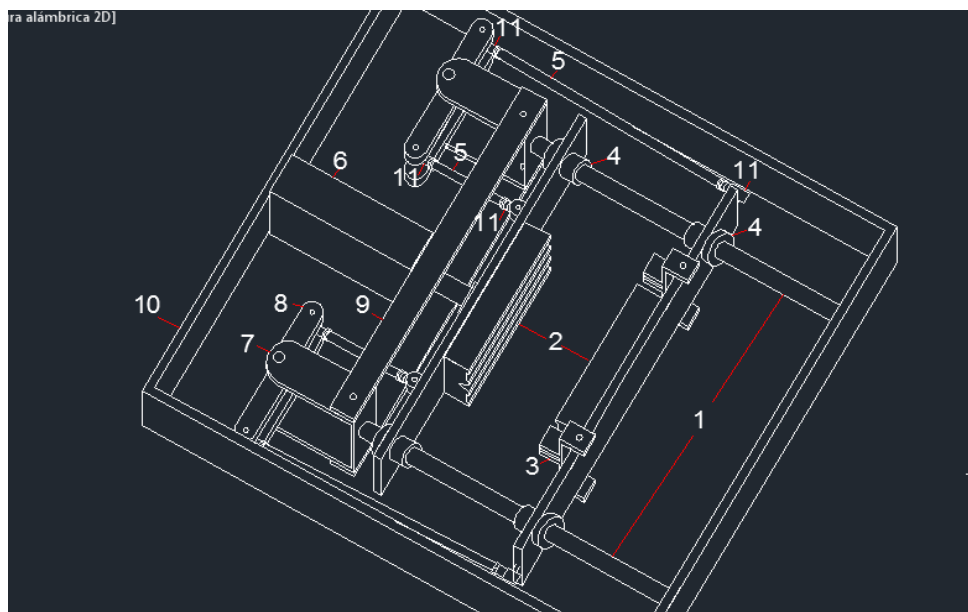


Figura 4.5. Gráfico ilustrativo Sistema sellado horizontal modo guía
Fuente: Autor (Gabriela León)

6. Serán los ejes guías que ayudarán a transmitir el movimiento al cilindro neumático pero en dirección contraria, es decir, cuando el vástago salga moverá una mordaza y por dichos ejes y mediante un sistema de platinas de cambio de movimiento la otra mordaza se moverá en sentido contrario formando así un contacto mordaza con mordaza (utilizará ejes de 1 pulgada ya que es común en el medio y será fácil encontrarlos y si en casos graves reemplazarlos).
7. Serán unas abrazaderas metálicas que estarán unidas por un extremo a los ejes principales de las mordazas y por el otro servirán para ubicar ejes para

las platinas que se unirán a las crucetas, se utilizará una platina de acero inoxidable de $1 \times \frac{1}{2}$ pulgada ya que es común y fácil de conseguir.

8. Serán 2 platinas que en la parte media estarán atravesadas por un eje utilizando separadores de 1 espacio entre la platina y las abrazaderas anteriormente detalladas para reducir el rozamiento y doble espacio entre platina y platina, con la finalidad de que puedan caber las crucetas que estarán ubicadas en sus extremos. Un eje atravesará a las platinas en sus extremos y se unirá a la crucera.

Se utilizará una platina de acero A36 de $1 \times \frac{1}{2}$ pulgada ya que es común y fácil de conseguir.

9. Será una platina que ira desde una abrazadera a la otra para evitar una desalineación.

Se utilizará una platina de acero A36 de $1 \times \frac{1}{2}$ pulgada ya que es común y fácil de conseguir.

11. Serán las crucetas que ayudaran al movimiento de los ejes, serán cuatro por cada eje principal.

Cabe destacar que para la lubricación de los elementos mecánicos que tengan movilidad se utilizará grasa especial no toxica SKF utilizada en máquinas que trabajan con alimentos.

Nota: Las medidas de este sistema están en el plano de la máquina.

4.3.1 SELECCIÓN DE UN CILINDRO NEUMÁTICO PARA EL SISTEMA DE SELLADO HORIZONTAL

Para la selección se debe tomar en cuenta los aspectos siguientes:

- La fuerza con la que debe trabajar el cilindro.

- Presión de trabajo que da el compresor en este diseño el compresor da la empresa y es uno de 2 HP y 90 PSI.
- La fuerza de rozamiento será del 10%

El sistema estará soportando un peso de 7 kg aproximado de los elementos del sistema; por motivos de seguridad se sobredimensionará en un 140% y se considerara un peso de 10kg.

Tomando en cuenta que la fuerza necesaria será el peso de los elementos anteriores teniendo así: $F_n = 10 \text{ kg}$.

Ecuación 4.1

$$F_n = (A * P) - F_r$$

Dónde:

F_n = Fuerza neumática necesaria.

A = Área del émbolo

P = Presión dada por el compresor

F_r = Fuerza de rozamiento en el cilindro va de 3 a 20% de la fuerza en este diseño se ha tomado una fuerza de rozamiento de 10%. Reemplazando en ecuación 4.1.

$$10 = (A * 6.2 \text{ bares}) - (10 * 0.1)$$

$$A = \frac{10 + 1}{6.2 \text{ bares}}$$

Para transformar de bares a $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ se debe multiplicar por 1.02

$$A = \frac{10}{6.2 * 1.02}$$

$$A = 1.58 \text{ cm}^2$$

Para encontrar el diámetro del émbolo se despeja y reemplaza los resultados en la fórmula:

$$A = \frac{D^2 * \pi}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 1.58\text{cm}^2}{\pi}}$$

$$D = 1.42 \text{ cm}$$

En la selección del cilindro neumático se seleccionará uno de 3.2cm de diámetro ya que en el mercado no existe del diámetro que se calculó, la carrera será de 20 cm ya que es la distancia que se necesitan deslizar los ejes y por tanto las mordazas.

4.4. SISTEMA DE VERIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE FUNDAS

Este sistema es el encargado de clasificar las fundas que cumplan con las características de peso correctas de las incorrectas.

El sistema está compuesto por una mesa que contiene una celda de carga la misma que es la encargada de pesar y enviar la información necesaria para almacenar las unidades producidas.

4.5. SISTEMA DE TRANSPORTE

En vista de que la banda transportadora es necesaria para ayudar en el transporte del producto terminado y facilitar al operario a ubicar en bodega se ha creído conveniente que la banda sea ascendente.

4.5.1. BANDA TRANSPORTADORA

4.5.1.1. Cálculo de la cinta transportadora

Determinar las características técnicas como ancho, tipo de tela, calidad y espesor de la goma de cobertura en relación a los elementos que se van a transportar (naturaleza y tamaño del material a transportar, capacidad horaria, longitud de la cinta)

Capacidad real de transporte

$$Q = Q_m \cdot V \cdot K \cdot g \left(\frac{T}{h} \right) \text{Miravete (p.194)}$$

K= coeficiente de inclinación

Q_m= capacidad teórica

V= velocidad de la banda

O= inclinación de la banda

Y= peso específico aparente

Parámetros tomados en cuenta

Alimentación regular de la banda

Inclinación 30° ascendente

Ancho de la banda 300mm

In i

$$d = 0.50\text{m}$$

$$t = 30\text{s}$$

$$V = \frac{0.50\text{m}}{0.30\text{s}} = 1.66 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{Velocidad constante}$$

De la tabla 5.8.

Tabla 5.8. Coeficiente K para bandas inclinadas

d°	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
K	1	0.99	0.98	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89	0.85	0.81

d°	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
K	0.87	0.76	0.73	0.71	0.68	0.66	0.64	0.61	0.59	0.56

Tabla 4.1. Coeficiente k para bandas inclinadas

Fuente: Antonio Miravete, página 194, transportadores y elevadores

$$V = 1.66 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$K = 0,56$$

Cálculo del peso específico de la banda

De la tabla 5.7.

Tabla 5.7. Qm en m³/h para V = 1 m/seg.

Ancho banda mm	Banda plana m³/h	Banda en forma de artesa					
		L ₁ = L ₂ mm	a = 20° m³/h	a = 30° m³/h	L ₁ mm	L ₂ mm	a = 30° m³/h
300	12	132	20	23	-	-	-
350	17	148	31	35	-	-	-
400	23	165	42	50	-	-	-
450	30	182	55	67	-	-	-
500	38	200	70	84	235	132	91
550	48	216	87	97	256	137	104
600	58	232	106	110	277	142	118
650	69	249	126	131	293	160	146
700	81	266	148	162	310	178	174

Tabla 4.2. Grosor de la banda

Fuente: Antonio Miravete, transportadores y elevadores

$$Qm = \frac{m^3}{h} \text{ con } V = 1 \frac{m}{s} \quad \text{Para bandas planas}$$

$$Qm = 12 \frac{m^3}{h}$$

$$d = 1.34 \frac{T}{m^3}$$

$$Q = Qm \cdot V \cdot K \cdot g \left(\frac{T}{h} \right)$$

$$Q = 12 \frac{m^3}{h} * 1.66 \frac{m}{s} * 0.56 * 1.34$$

$$Q = 14.94 \frac{T}{h}$$

Tabla 5.16. Ancho mínimo - Dimensión de los trozos de la carga - Separación entre rodillos.

ANCHO DE LA BANDA	CLASE Y DIMENSIÓN DEL MATERIAL		PESO ESPECÍFICO DEL MATERIAL EN KG/M ³				Separación rodillos de retorno
			450	900	1200/1600	2000/2400	
	Uniforme	Con finos	Separación entre rodillos de ida				
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
300	38	100	1650	1500	1500	1400	3000
350	48	115	1650	1500	1500	1400	3000
400	60	130	1650	1500	1500	1400	3000
450	75	150	1650	1500	1500	1400	3000
500	90	165	1650	1500	1500	1300	3000
550	100	185	1650	1500	1450	1250	3000
600	115	200	1650	1500	1400	1225	3000
650	125	230	1525	1370	1200	1225	3000
700	140	260	1525	1370	1200	1225	3000
750	155	290	1525	1370	1200	1060	3000

Tabla 4.3. Separación entre rodillos

Fuente: Antonio Miravete, transportadores y elevadores

Tabla 5.15. Coeficientes de fricción. Valor de μ .

Polea desnuda ambiente húmedo	$\mu = 0.20$
Polea recubierta tejido ambiente húmedo	$\mu = 0.25$
Polea desnuda ambiente seco	$\mu = 0.30$
Polea recubierta goma ambiente húmedo	$\mu = 0.35$
Polea recubierta tejido ambiente seco	$\mu = 0.40$
Polea recubierta goma ambiente seco	$\mu = 0.45$

Tabla 4.4. Coeficiente de fricción

Fuente: Antonio Miravete, transportadores y elevadores

5.9. Espesor de goma del recubrimiento de la cara de trabajo (mm)**Tabla 5.18.**

Goma de grado A (1)

Material	Dimensiones de los trozos (mm)	Duración de una vuelta $\left(\frac{2L}{V}\right)$ en minutos									Espesor recubrimiento cara de retorno (mm)
		0.2		0.6	0.8	1	1.5	2	3	4	
Poco abrasivo: Viruta, pulpa, arena arcillosa, cal, carbón en polvo, cascajo, etc.	De 0 a 6	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1
	De 10 a 40	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
	De 50 a 130	6	3	3	3	3	3	3	3	3	1
	Super. 150	8	5	5	5	5	5	5	5	5	1
Medianamente abrasivo: Cok, antracita, sal, arena,	De 0 a 6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1.5
	De 10 a 40	6	3	3	3	3	3	3	3	3	1.5
	De 50 a 130	9.5	6	5	4	4	4	4	4	4	1.5

Tabla 4.5. Espesor de recubrimiento banda

Fuente: Antonio Miravete, transportadores y elevadores

Tabla 5.20.*Capacidad de carga: $V = 1 \text{ m/seg.}$*

Ancho mm.	Plana m ³ /h	Artesa 20° m ³ /h
300	15	28
400	28	50
500	45	100
600	65	120
800	110	150

Tabla 4.6. Coeficiente k para bandas inclinadas
Fuente: Antonio Miravete, transportadores y elevadores

Capacidad volumétrica $\left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$

De la tabla 5.16.

Ancho de la banda para el diseño 300mm

Ángulo de sobrecarga 30°

Capacidad volumétrica $\lambda=0$

Como es una banda plana $25.5 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)$

Área de la sección transversal

$$S = \frac{25.5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{3600 \frac{\text{m}}{\text{h}}}$$

$$S = 0.0071 \text{m}^2$$

Cantidad de material por metro lineal

$$qG = \frac{Iv}{3.6 \times V}$$

$Iv = \text{capacidad de transporte}$

$V = \text{velocidad}$

$$V = \frac{d}{s}$$

$d = \text{distancia}$

$s = \text{tiempo}$

$$V = \frac{0.5m}{5s}$$

$$V = 0.1 \frac{m}{s}$$

$$Iv = Im * d * k * v$$

Para una inclinación de 30° según tabla

$$k = 0.56$$

$$Iv = 25.5 * 1.34 * 0.56 * 0.1 \frac{m}{s}$$

$$Iv = 1.91 \frac{T}{m}$$

$$qG = \frac{1.91 \frac{T}{m}}{3.6 \times 0.1 \frac{m}{s}}$$

$$qG = 5.3 \frac{kg}{m}$$

Al no existir para la distancia de la banda por diseño se ubicará uno a 0.25m de ida y de regreso a 0.35m.

Esfuerzo tangencial (tambor motriz)

$$F_u = [L * C_g * C_t * f(2q_b + q_G + q_{ru} + q_{ro}) \pm (q_G * H)] * 9.8N$$

L= Distancia entre ejes trasportadores.

C_q= Coeficiente de resistencias fijas.

C_t= Coeficiente de resistencias pasivas.

f= Coeficiente de rozamiento interno de las partes giratorias.

q_b= Peso de la banda por metro lineal kg/m.

q_{ru}= Peso de las partes giratorias inferiores kg/m.

q_{ro}= Peso de las partes giratorias superiores kg/m.

H= Desnivel de la cinta trasportadora.

$$L = 0.50m$$

$$C_q = 4.5$$

Debido a que no existe distancia mínima

$$C_t = 1$$

Porque es mayor de 20°

$$f = 0.016$$

No existe

$$q_b = 3 \frac{kg}{m} \quad \text{Manual goodyear, (pag 62)}$$

$$q_{ru} = \frac{P_{Pri}}{a_o} \text{Manual goodyear, (pág 62)}$$

a_o = distancia de ubicación al inicio

$$q_{ru} = \frac{02.5kg}{0.25m}$$

$$q_{ru} = 10 \frac{kg}{m}$$

Servicio liviano

$$q_{ro} = \frac{PPrs}{a_v}$$

a_v = paso estacion retorno

$$q_{ro} = 1.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Servicio liviano

Para calcular el desnivel de la banda trasportadora

$$\text{Sen } 30^\circ = \frac{H}{0.50\text{m}}$$

$$H = 0.25\text{m}$$

Se elige un servicio mediano debido a que $d = 1340 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$$F_u = [0.5\text{m} * 4.5 * 1 * 0.016(2 * 3 + 5.3 + 10 + 16) + (5.3 * 0.25)] * 9.8\text{N}$$

$$F_u = [0.036 (37.3) + 1.32\text{m}] * 9.8\text{N}$$

$$F_u = 26.01\text{N}$$

$$F_a = 0$$

Debido a que la banda es plana y consta de un solo tramo.

Potencia motriz

$$P = \frac{F_u * V * F_s}{1000 * n}$$

F_u = Esfuerzo tangencial.

V = Velocidad de la banda

F_s = Factor de seguridad 2.5 por tratarse de una aceleración continua.

n = Rendimiento 80%

$$P = \frac{26.01 * 0.1 * 2.5}{1000 * 0.80}$$

$$P = 0.0081 \text{ KW}$$

$$P = 0.011 \text{ Hp}$$

Como no existe en la potencia motriz será de 0.25Hp.

Se seleccionó el color blanco para la banda debido a que se va a trabajar con alimentos; en el caso de que una funda se rompa la panela existente en sus interior será despachada en el área de control ya que no tiene el peso necesario para la producción total ,esta será reutilizada.

Grosor.- se seleccionó uno de 3 lonas (diámetro de 3mm) ya que en el mercado ecuatoriano es imposible vulcanizar un perfil que soporte al material que se va a trasportar sobre una banda que sea de menor diámetro a 3mm.

Cabe mencionar que la banda posee perfiles, es i dentada ya que posee un espacio considerable a cada lado debido a que si la funda de panela granulada se llegara a romper la panela pueda evacuarse con la ayuda de la inclinación de la banda.

4.5.1.2. Cálculo de motor para la banda trasportadora

Para el cálculo se parte de la fórmula:

Utilizando la Ecuación 4.6

$$T = I * \alpha_{eje} = F * r_{eje}$$

Dónde:

T = torque del sistema.

I = inercia de cilindro de papel.

α_{eje} = aceleración angular del eje de la banda

r_{eje} = radio del eje de la banda

Utilizando la Ecuación 4.7

$$I = \frac{1}{2} m_{\text{eje}} * r_{\text{eje}}^2$$

Dónde:

m_{eje} = masa aproximada de eje (10kg) y masa de producto empacado (1kg).

r_{eje} = radio del eje.

En esta ecuación se tomó en cuenta los datos de la empresa sobre el peso y el radio del eje motriz de la banda.

$$m_{\text{eje}} = 11\text{kg}$$

$$r_{\text{eje}} = 0.0381\text{ m}$$

$$I = \frac{1}{2} 11\text{ kg} * (0.0381\text{m})^2$$

$$I = 0.00798\text{ kg m}^2$$

Utilizando la Ecuación 4.8

$$\alpha_{\text{eje}} = \frac{a_t}{r_{\text{eje}}}$$

Dónde:

a_t = aceleración papel de empaque.

r_{eje} = radio de eje motriz.

Utilizando la Ecuación 4.9

$$a_t = \alpha_{\text{eje}} * r_{\text{eje}}$$

Dónde:

a_t = aceleración lineal de producto empacado

α_{eje} = aceleración angular gira el eje motriz.

r_{eje} = radio del eje 0.0381m.

Utilizando la Ecuación 4.10

$$\alpha_{\text{eje}} = \frac{\alpha_{\text{motor}}}{i}$$

Dónde:

α_{motor} = aceleración angular del motor.

i = relación de transferencia entre motor y reducción, la reducción se realizará mediante un variador de velocidad.

Utilizando la Ecuación 4.11

$$\alpha_{\text{motor}} = \frac{W}{t_a}$$

$$\alpha_{\text{motor}} = \frac{178 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}{0.11\text{s}}$$

$$\alpha_{\text{motor}} = 1618.2 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

Dónde:

W = aceleración de motor.

t_a = tiempo de aceleración por diseño será 0,11s.

$$W = 1700 \text{ rpm} = 178 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Utilizando la Ecuación 4.12

$$i = \frac{n_{\text{motor}}}{n_{\text{reducción}}}$$

$$i = \frac{1700}{120}$$

$$i = 14.17$$

Dónde:

n_{motor} = rpm del motor.

$n_{\text{reducción}}$ = rpm con variador de velocidad.

Reemplazando las ecuaciones 4.12 y 4.11 en la ecuación 4.10 se tiene:

$$\alpha_{\text{eje}} = \frac{1618.2 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}}{14.17}$$

$$\alpha_{\text{eje}} = 114.2 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

Reemplazando el resultado en la ecuación 4.9 se tiene:

$$a_t = \alpha_{\text{eje}} * r_{\text{eje}}$$

$$a_t = 114.2 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} * 0.0381\text{m}$$

$$a_t = 4.35 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Reemplazando el resultado en la ecuación 4.6 se tiene:

$$T = I * \alpha_{\text{eje}}$$

$$T = F * r_{\text{eje}}$$

$$F * r_{\text{eje}} = I * \alpha_{\text{eje}}$$

$$F = \frac{I * \alpha_{\text{eje}}}{r_{\text{eje}}}$$

$$F = \frac{0.00798 \text{ kg m}^2 * 114.2 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}}{0.0381 \text{ m}}$$

$$F = 23.92 \text{ N}$$

Entonces con este resultado se calcula la potencia del motor que será:

Utilizando la Ecuación 4.13

$$P = F * V$$

Dónde:

F= fuerza obtenida necesaria para mover al cilindro de papel de empaque

V= velocidad con la que se moverá el papel.

Utilizando la Ecuación 4.14

$$v = \frac{d}{t}$$

$$v = \frac{0.25\text{m}}{2\text{ s}} = 0,125 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Dónde:

d= distancia que se moverá el papel de empaque

t= tiempo que se moverá el papel.

Reemplazando el resultado en la ecuación 4.13 se tiene:

$$P = 23.92\text{ N} * 0,125 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P = 2.99\text{ W}$$

$$P = 0.00299\text{KW}$$

Considerando un factor de servicio del motor de 2,5 por las constantes aceleraciones y un rendimiento de un 80% tenemos la ecuación siguiente:

$$P_t = \frac{P * f_s}{\text{rendimiento}}$$

$$P = \frac{0.00299\text{ KW} * 2.5}{0.80}$$

$$P = 0.00934\text{ KW}$$

Para transformar de KW a HP se multiplica por 1.34

$$P = 0.012\text{HP}$$

El motor que se seleccionará será uno mayor de 0.5 hp ya que no existe uno de la magnitud que dimensionamos por lo que se aproxima a un superior que exista en el mercado.

4.5.2. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN Y CONTROL DE PESO

Luego de realizar el empaqueo del producto es necesario contar con un sistema de control y clasificación que permita controlar el peso correcto del producto terminado, para esto se utilizara un sistema que consta de un dispositivo electrónico considerado un transductor que se usa para convertir una fuerza en una señal eléctrica, este sensor de peso se encargará de recibir la excitación eléctrica provocada por un peso determinado aplacado a la balanza y trasmitido hacia un indicador de peso.

4.5.2.1. Celdas de carga por flexión

Esta celda de carga se encargará de enviar los resultados de una fuerza de flexión que actúa sobre ella, entendiéndose así que se aplica desde un extremo hacia el otro entre si y a estos resultados de fuerza los transforma en señales eléctricas. Copyrinht (2005-2009)

4.5.2.2. Selección de un cilindro neumático para el sistema de clasificación y control de peso.

Para la selección se debe tomar en cuenta los aspectos siguientes:

- La fuerza con la que debe trabajar el cilindro.
- Presión de trabajo que da el compresor en este diseño el compresor lo da la empresa es de 2 HP y 90 PSI.
- La fuerza de rozamiento asumida es del 10%

El sistema estará soportando un peso de 2 kg aproximado; por motivos de seguridad se sobredimensionará en un 175% y se considerara un peso de 3.5kg

Tomando en cuenta que fuerza necesaria será el peso de los elementos anteriores teniendo así: $F_n = 3.5 \text{ kg}$.

Ecuación 4.1

$$F_n = (A * P) - F_r$$

Dónde:

F_n = Fuerza neumática necesaria.

A = Área del émbolo

P = Presión dada por el compresor

F_r = Fuerza de rozamiento en el cilindro va de 3 a 20% de la fuerza en este diseño se ha tomado una fuerza de rozamiento de 10%.remmplazado en la remplazando en la Ecuación 4.1.

$$3.5 = (A * 6.2 \text{ bares}) - (3.5 * 0.1)$$

$$A = \frac{3.5 + 0.35}{6.2 \text{ bares}}$$

Para transformar de bares a $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ se debe multiplicar por 1.02

$$A = \frac{3.85}{6.2 * 1.02}$$

$$A = 0.566 \text{ cm}^2$$

Para encontrar el diámetro del émbolo se despeja y reemplaza los resultados en la fórmula:

$$A = \frac{D^2 * \pi}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.566 \text{ cm}^2}{\pi}}$$

$$D = 0.84 \text{ cm}$$

En la selección del cilindro neumático se seleccionará uno de 3.2cm de diámetro ya que en el mercado no existe del diámetro que calculamos, la carrera será de 10 cm ya que es la distancia que se necesita para montar la estructura.

CAPÍTULO 5

5. SISTEMA AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

En este capítulo se detallarán los aspectos requeridos en la fábrica para el control de la producción de empaclado de panela granulada.

Para realizar este sistema se empleó componentes de la marca Siemens por ser una marca conocida que brindar confiabilidad.

La pantalla que se seleccionó es la HMI Simatic KTP600ya que es táctil y cumple con los requerimientos de la empresa, además el elemento es compatible con el PLC.Siemens(1996-2013)



Figura 5.1. HMI Simatic KTP600

Fuente:<http://www.automation.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/operator-interfaces/basic-panel/simatic-hmi-ktp600-basic-color/pages/default.aspx>

Para la selección del PLC se tendrá en cuenta los siguientes parámetros:

- Que tenga un IP propio para la comunicación con la pantalla, la comunicación será vía Ethernet.
- Que posea salidas rápidas.
- Que cuente con entradas rápidas por interrupciones.
- Que la cantidad de procesos no limite la velocidad de respuesta.
- Que cuente con controles PID.
- Que el control pueda llegar al nivel máximo de la pirámide de control SCADA.

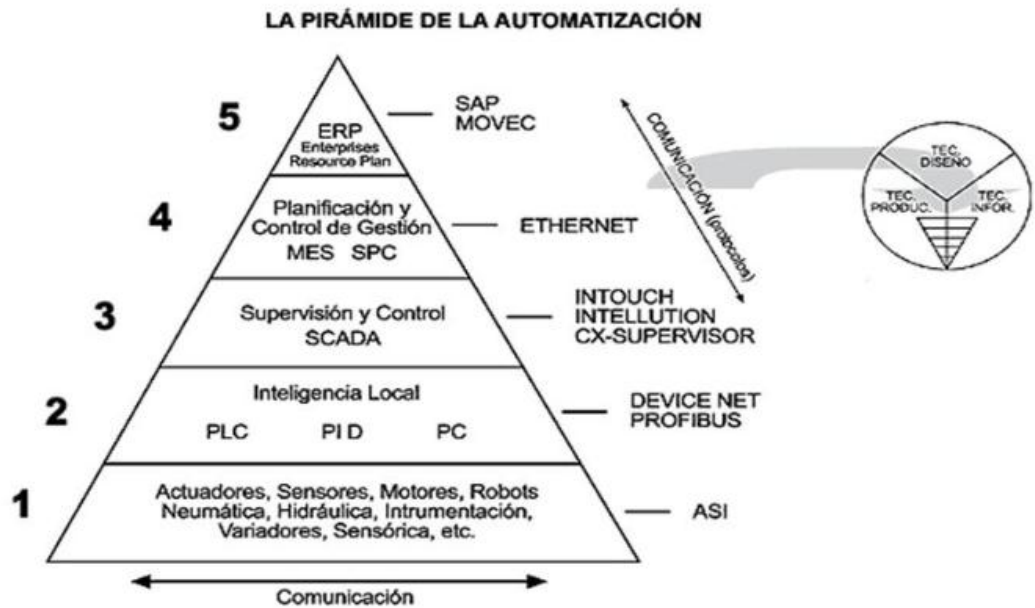


Figura 5.2. Pirámide de control SCADA

Fuente: <http://fiis.unheval.edu.pe/laboratorios/laboratorio-cim.html>

- Que posea gran cantidad de memoria para programar.
- Que sea capaz de discretizar las señales rápidamente.

El PLC seleccionado es el Siemens S7- 1200, este presenta las características requeridas, es un PLC considerado de gama alta ya que es uno de los más comunes y económicos, es decir, que es fácil de encontrar en el país. El PLC seleccionado deberá ser de la serie Simatic debido a que estos son compatibles con la pantalla seleccionada Siemens (2009, p. 3)

Análisis de entradas y salidas, tanto digitales como analógicas.

Entradas Digitales		Salidas Digitales
Vertical		Electroválvula 1
		Electroválvula 1
Horizontal		Electroválvula 2
		Electroválvula 2
Corte		Electroválvula 3
		Electroválvula 3
Banda		Electroválvula 4
Clasificación		Electroválvula 5
		Electroválvula 5
		Electroválvula 6
		Electroválvula 6
Total		11

Tabla 5.1. Especificación digital
Fuente: Autor (Gabriela León)

Entradas Analógicas		Salidas Analógicas
Celda de Carga	1	
Calefactores	2	
Total	1	

Tabla 5.2. Especificaciones analógicas
Fuente: Autor (Gabriela León)

Una vez determinado el PLC y analizando las entradas y salidas tanto analógicas como digitales se determina que:

- Se deberá adquirir un módulo de expansión de entradas y salidas digitales ya que con las que viene el PLC son insuficientes, se seleccionará la expansión CPU 1212C de la Marca Siemens-Sinamic.
- SM122 para salidas digitales y SM1234 para entradas y salidas analógicas.



Figura 5.3. Expansión Simatic CPU1214C

Fuente: <http://docseurope.electrocomponents.com/webdocs/0da9/0900766b80da904e.pdf>

- Se deberá adquirir el software de programación, el necesario para la programación de PLC de gama alta de SIEMENS Simatic que es el Tia portal v10.5.
- El PLC se programará en Ladder.
- La HMI se configurará en modo SCADA.

5.1. SISTEMA DE SELLADOS Y CORTE

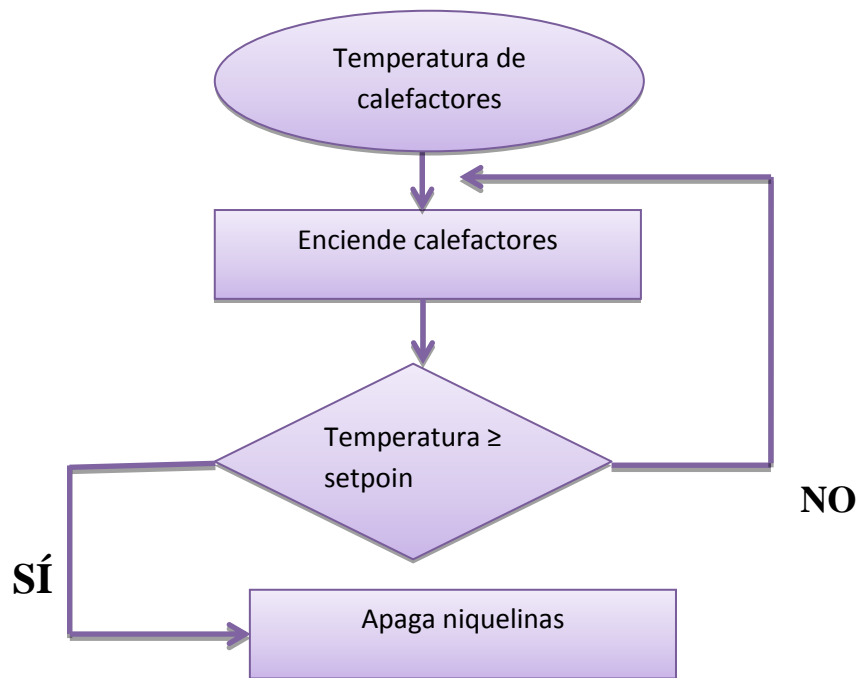


Figura 5.4. Subsistema temperatura de calefactores

Fuente: Autor (Gabriela León)

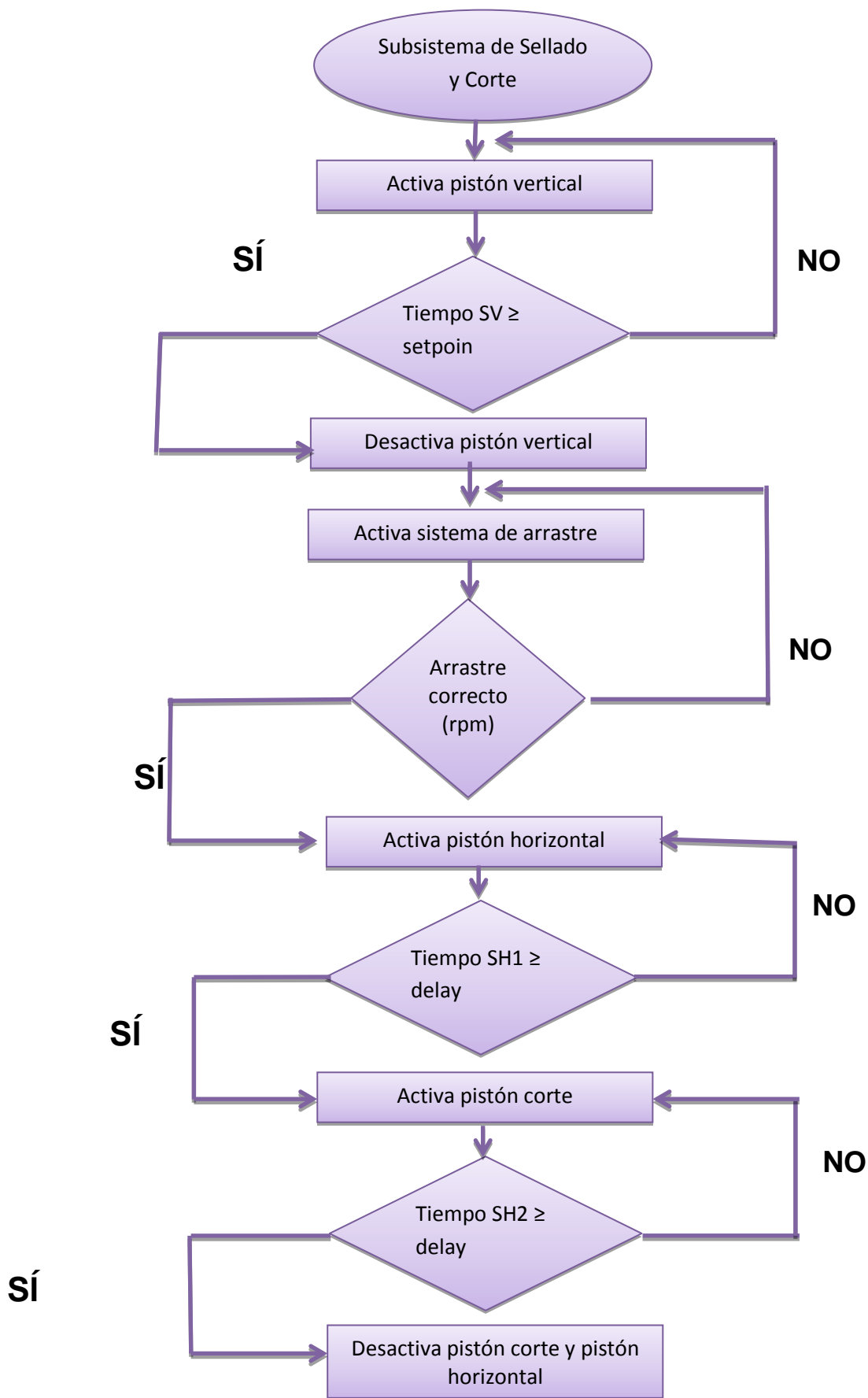


Figura 5.5. Subsistema sellado y corte

Fuente: Autor (Gabriela León)

5.1.1. SISTEMA DE SELLADO VERTICAL

En este sistema actúan un cilindro neumático de doble efecto el mismo que permite realizar la acción de sellado al hacer presión con el tubo formador.

Factores para la selección:

- El cilindro neumático seleccionado se aplica 90PSI.
- El cilindro neumático seleccionado es de doble efecto.
- El cilindro neumático deberá abrirse cuando el material de empaque se encuentre formado.
- El cilindro neumático deberá cerrarse cuando se haya completado la acción de sellado vertical

Luego de seleccionar los aspectos que definen al sistema se selecciona la electroválvula de doble efecto AIRTAC 24vdc, esta electroválvula posee las siguientes características:

- Soporta la presión del cilindro neumático (90 PSI)
- Trabaja lo realiza a 24 voltios de corriente continua, utilizando la misma fuente de corriente que el PLC.

Se utiliza una niquelina estándar de las dimensiones requeridas para el sellado del producto en presentaciones de 1 libra y 1 kg.

Factores para la selección:

- Rango de temperatura en el que sella
- Rango de temperatura en el que quema al material de empaque.

Se requiere de una salida a un relé el mismo que permite activar y desactivar el calefactor.

5.1.2. SISTEMA DE SELLADO Y CORTE HORIZONTAL

En este sistema intervienen dos cilindros uno para el sellado y otro para el corte, el cilindro de sellado acciona el movimiento de las mordazas, permitiendo sellar correctamente al contar con la presión necesaria para conseguirlo.

El segundo cilindro realiza el corte del producto empacado

Factores para la selección del cilindro de sellado horizontal:

- El cilindro neumático seleccionado se aplica 90PSI.
- El cilindro neumático seleccionado es de doble efecto.
- El cilindro neumático deberá abrirse luego de completar el proceso de sellado vertical
- El cilindro neumático deberá cerrarse cuando se haya completado la acción de sellado horizontal.

Luego de seleccionar los aspectos que definen al sistema se selecciona la electroválvula de doble efecto AIRTAC 24vdc, esta electroválvula tiene las siguientes características:

- Soporta la presión del cilindro neumático (90 PSI)
- Él Trabaja lo realiza a 24 voltios de corriente continua, utilizando la misma fuente de corriente que el PLC.

Se utiliza una niquelina estándar de las dimensiones requeridas para el sellado del producto en presentaciones de 1 libra y 1 kg.

Factores para la selección:

- Rango de temperatura en el que sella
- Rango de temperatura en el que quema al material de empaque.

Se requiere de una salida a un relé el mismo que permite activar y desactivar el calefactor.

Factores para la selección del cilindro de corte horizontal:

- El cilindro neumático seleccionado se aplica 90PSI.
- El cilindro neumático seleccionado es de doble efecto.
- El cilindro neumático deberá abrirse luego del proceso de sellado horizontal.
- El cilindro neumático deberá cerrarse cuando se haya completado la acción de corte.

5.2. SISTEMA DE PESADO

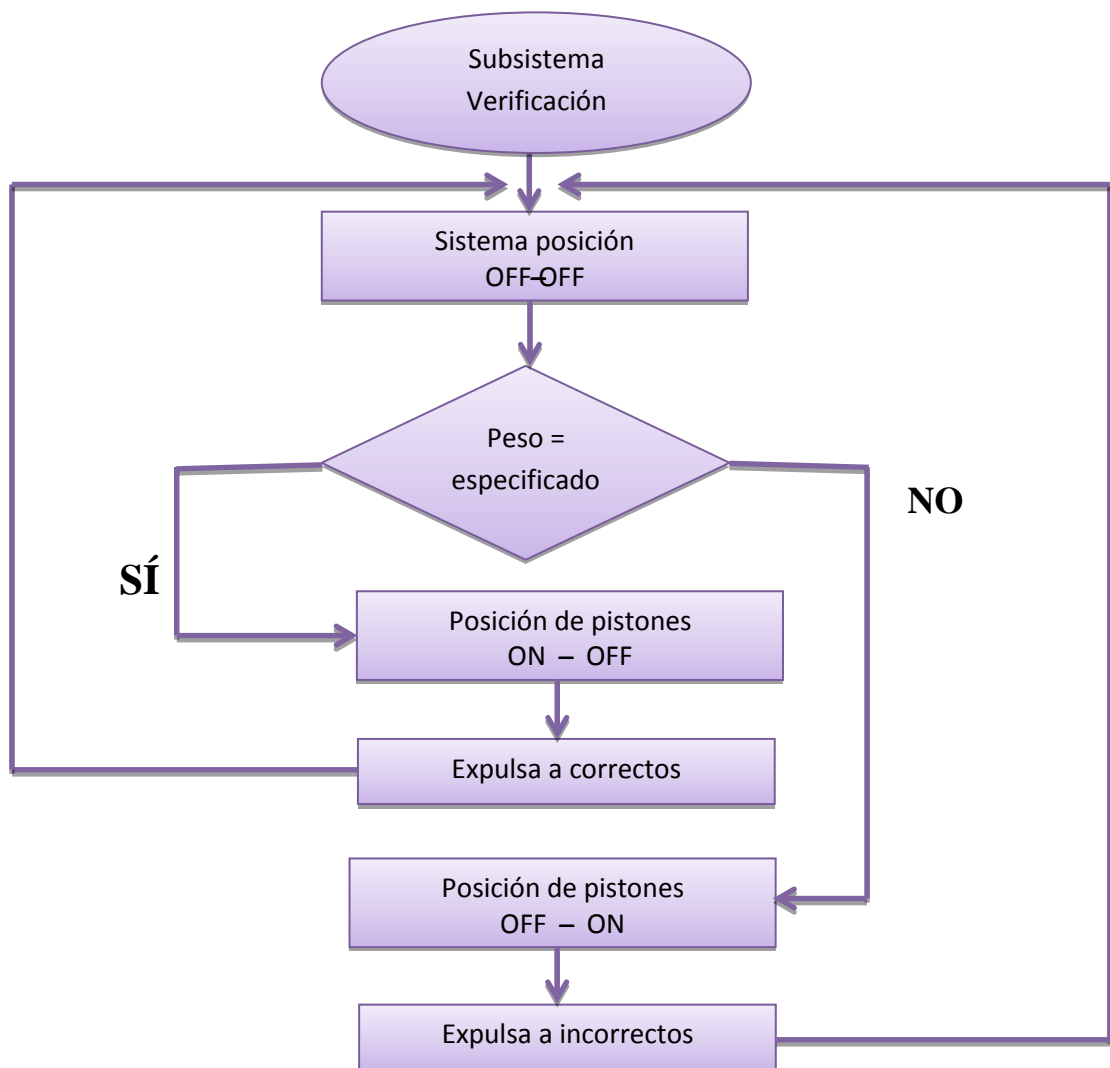


Figura 5.6. Subsistema verificación
Fuente: Autor (Gabriela León)

En éste sistema se controlarán una celda de carga la misma que es la encargada de controlar el peso del producto empacado.

Factores para la selección de la celda de carga

- La Celda de Carga deberá ser capaz de detectar mínimas variaciones.
- La Celda de Carga no deberá ser de pesaje punto a punto, sino variable.

Tomando en cuenta los aspectos anteriormente detallados se seleccionó una Celda de Carga Pound Precisión 5kg ya que:

- Esta celda envía valores no punto a punto.
- Sensa hasta 5kg por tanto el rango de error es menor a si se selecciona una de capacidad 100kg.

5.3. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN

Este sistema es el encargado de clasificar las unidades con el peso ideal de las defectuosas

Factores para la selección del primer cilindro:

- El cilindro neumático seleccionado se aplica 90PSI.
- El cilindro neumático seleccionado es de doble efecto.
- El cilindro neumático deberá abrirse luego de completarse el sistema de pesado si es el correcto lo desplaza al lado derecho.
- El cilindro neumático deberá cerrarse clasificación.

Factores para la selección del segundo cilindro:

- El cilindro neumático seleccionado se aplica 90PSI.
- El cilindro neumático seleccionado es de doble efecto.
- El cilindro neumático deberá abrirse luego de completarse el sistema de pesado si es el incorrecto lo desplaza al lado izquierdo.
- El cilindro neumático deberá cerrarse clasificación.

Luego de seleccionar los aspectos que definen al sistema se selecciona la electroválvula de doble efecto AIRTAC 24vdc, esta electroválvula bien las siguientes características:

- Soporta la presión del cilindro neumático (90 PSI)

- Él Trabaja lo realiza a 24 voltios de corriente continua, utilizando la misma fuente de corriente que el PLC.

5.4. SISTEMA DE TRASPORTE

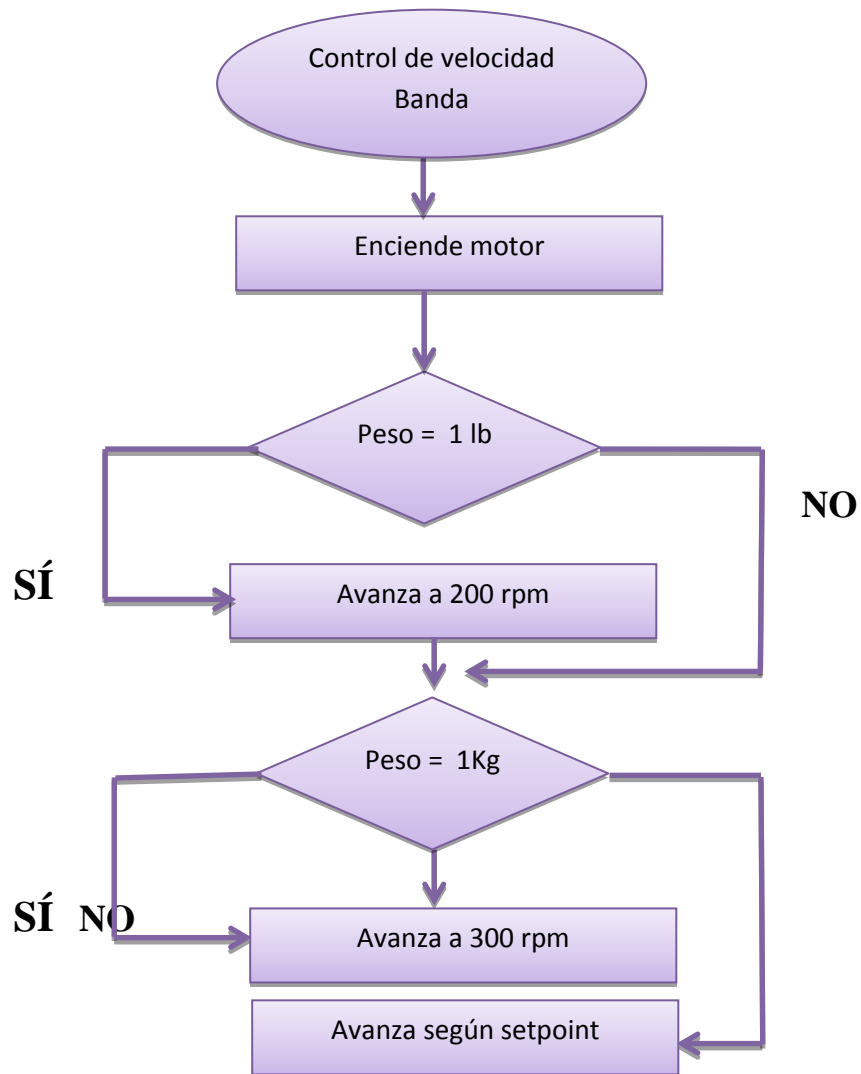


Figura 5.7. Subsistema control de velocidad banda transportadora
Fuente: Autor (Gabriela León)

En este sistema se controlará un motor, el mismo que es el encargado de dar el movimiento de la banda transportadora del producto.

Para seleccionar un controlador se debe tomar en cuenta los factores siguientes:

- El motor seleccionado fue de 0.5 HP.

- El motor seleccionado es trifásico.
- El motor seleccionado es de la Marca Siemens.
- El motor deberá activarse cuando se haya completado la acción del clasificación
- El motor deberá desactivarse cuando termine el proceso d empacado.

Tomando en cuenta los aspectos anteriormente detallados se seleccionó un variador de velocidad para controlar las rpm.

- El variador seleccionado es el Variador Simanics g110 ya que: Compatible con el motor seleccionado de 0.5 HP.
- Compatible con motores trifásicos.
- Entradas digitales para iniciar su operación.

5.5. CONFIGURACIÓN DE ELEMENTOS

5.5.1. CONFIGURACIÓN DE LA HMI

Para configurar la pantalla táctil (touch) se debe establecer la configuración de la HMI con el PLC y a la vez con la PC, para esto se debe considerar los siguientes aspectos.

- Determinar los IP de la HMI y del PLC.
- Poseer el software de programación y compilación.
- Contar con un cable de comunicación Ethernet.
- Seleccionar las imágenes que serán empleadas para la visualización.

Tomando en cuenta los aspectos antes mencionados se precede a abrir el Software TIA, en el que se realizan los siguientes pasos:

- Se selecciona nuevo proyecto.
- Se procede a elige el PLC y la HMI con los que se va a trabajar.

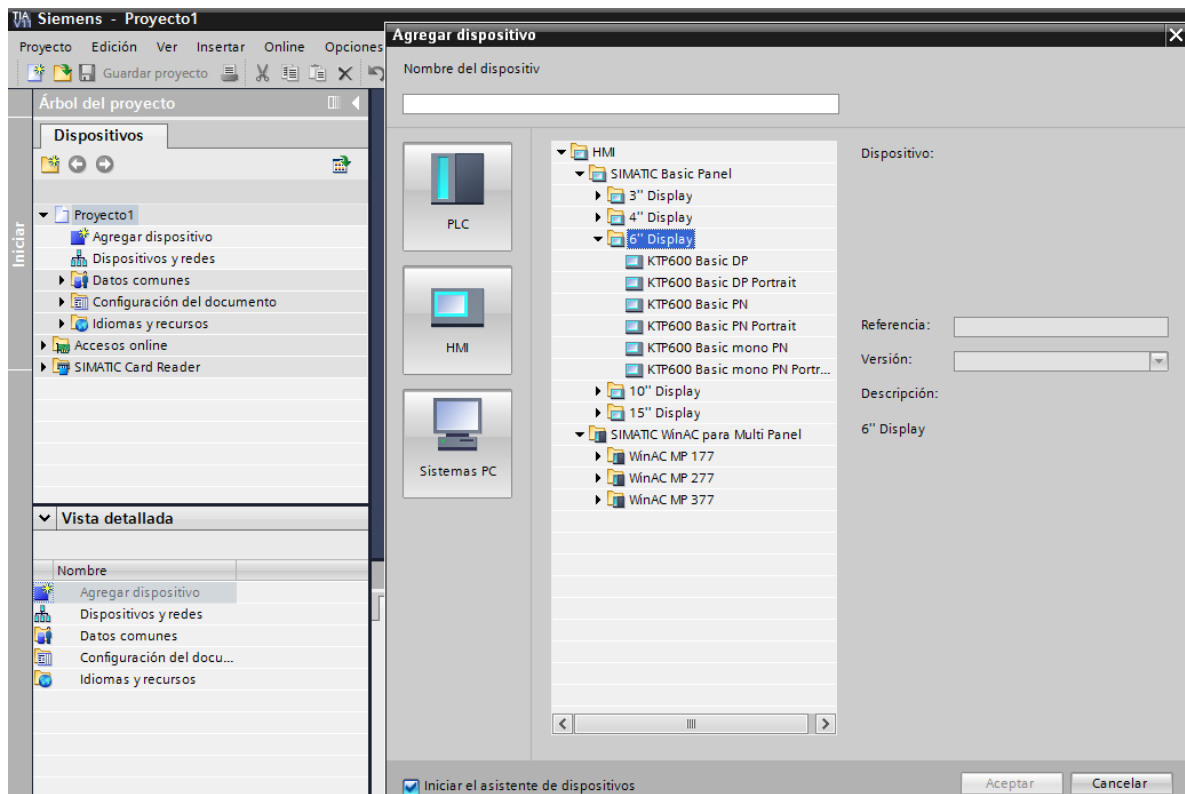


Figura 5.8. Pantalla principal del software de programación
Fuente Software TIA

Luego de haber seleccionado los dispositivos necesarios, se procede a elegir el número de ventanas y a ubicar los cuadros de texto, botones, imágenes, funciones y demás elementos según se requiera, esta acción se la consigue arrastrando cada uno de los elementos a la ventana en la que se realizará el diseño y la apariencia de la presentación.

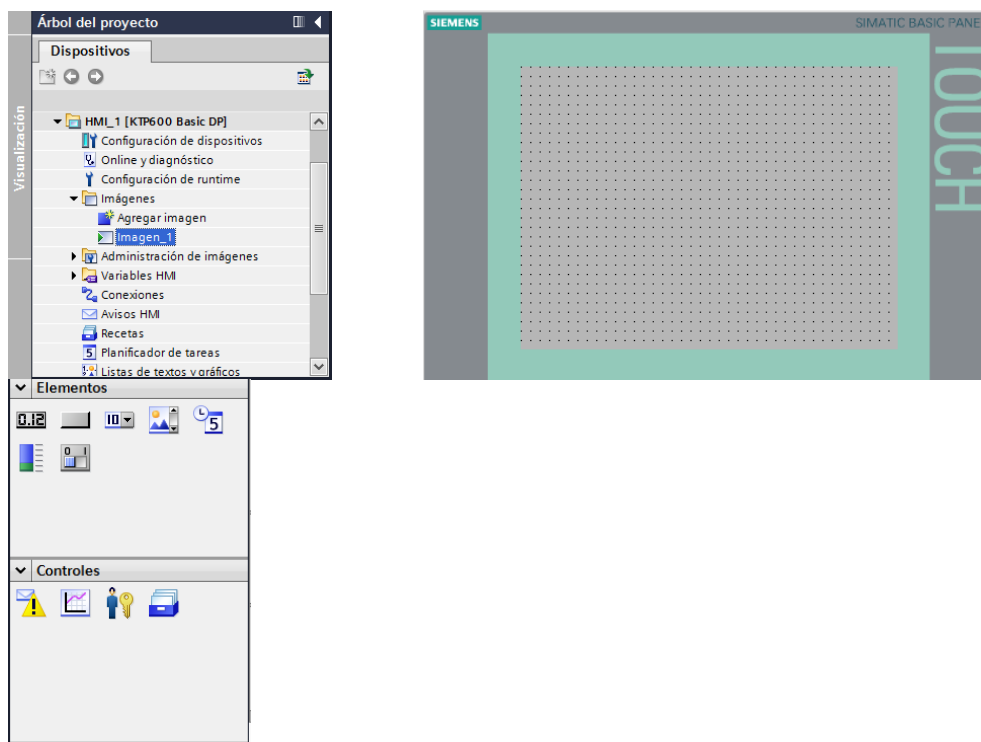


Figura 5.9. Diseño de la presentación
Fuente Software TIA

5.5.2. DISEÑO DE LAS VENTANAS DE LA HMI

La primera ventana que se mostrará en la pantalla táctil es la siguiente:

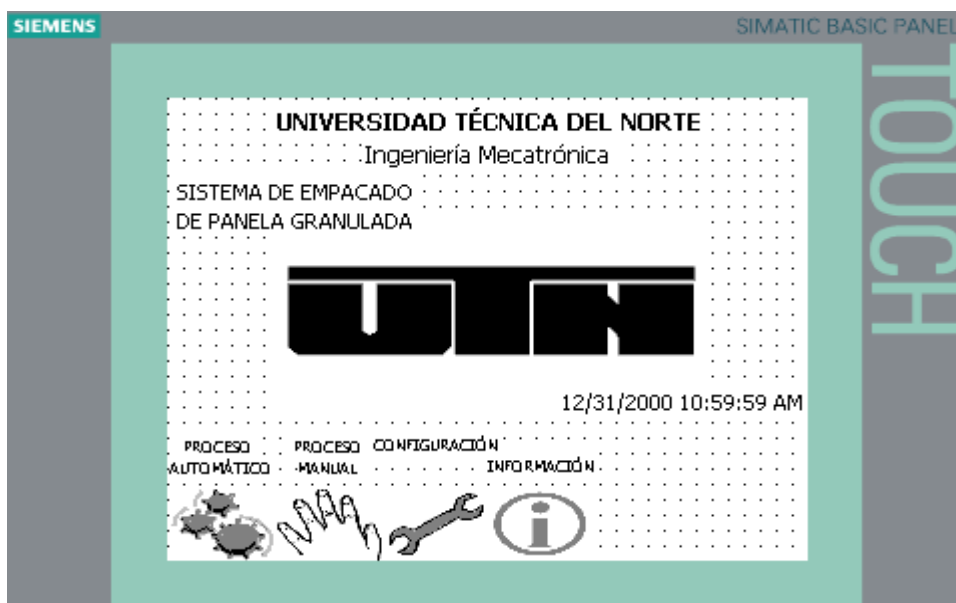


Figura 5.10. Pantalla de diseño de la presentación
Fuente: Software TIA

En esta ventana se encontrará la información básica a la que el usuario puede acceder fácilmente así como también los botones que realizan las siguientes funciones:

- Proceso Automático
- Proceso Manual
- Configuración
- Información

Las imágenes seleccionadas para utilizar en las ventanas del proceso automático y manual son las siguientes:

A continuación se presenta la imagen en la que se expone el proceso completo visualizado en la HMI, esta imagen será empleada tanto en el proceso automático como en el manual, teniendo imágenes con animación y otras fijas.

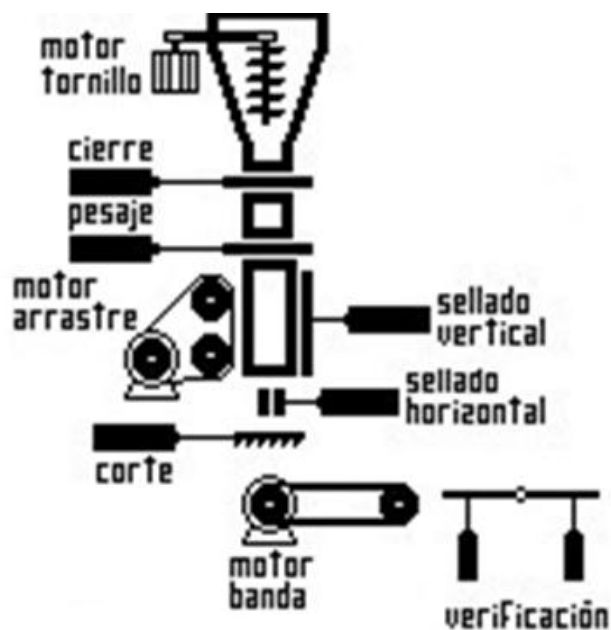


Figura 5.11. Proceso completo visualizado en la HMI
Fuente: Autores (Gabriela León, Germán Vaca)

Imágenes Fijas

A continuación se presentan las imágenes las mismas que serán utilizadas para demostrar los procesos efectuados, es este caso la activación del motor de la banda transportadora, estos gráficos no poseen animación.



Imágenes animadas

Para las imágenes animadas que poseen estados en ON y OFF se eligieron las siguientes imágenes las mismas que alternarán al aparecer denotando una u otra acción.



Indica los estados del sistema de calefactores encendido o apagado.



Expresa los estados del sistema de los variadores de velocidad si están encendidos o apagados.



Muestra los estados para el sistema de sellado horizontal, sí está sellando o no.



Expresa los estados para el sistema de sellado vertical, sí está sellando o no.



Indica los estados para el sistema de corte, si se activó o no.



Señala los estados del sistema de clasificación, cuando está activo el sistema de clasificación para un producto correcto, cuando lo está para un producto erróneo y para cuando se encuentra apagado el sistema.

5.5.3. PROCESO AUTOMÁTICO

La segunda ventana que aparecerá en la pantalla táctil es la siguiente:

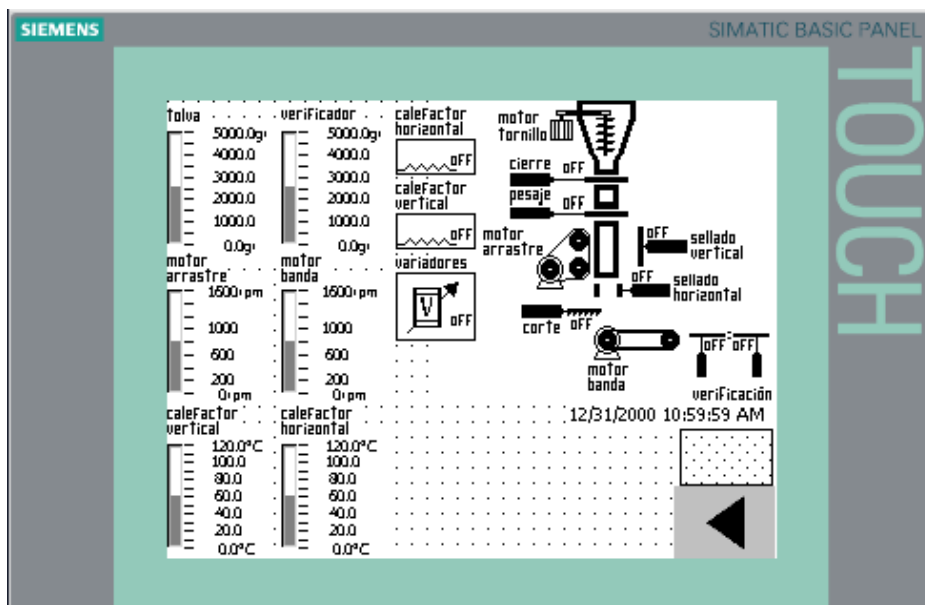
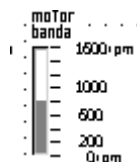
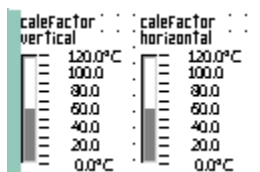


Figura 5.12. Pantalla de Información (proceso automático)
Fuente Software TIA

En esta segunda ventana se encontrará información de los distintos componentes que actúan y forman parte de la máquina como son temperatura, calibración del peso y rpm de los motores así como también de los actuadores activos.

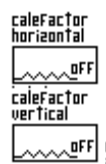


En la tabla de valores motor banda se muestra las rpm a las que se configuró que gire el motor que acciona a la banda transportadora.



En la tabla de valores del calefactor vertical se muestra la temperatura a la que se encuentra la niquelina del sistema de sellado vertical.

En la tabla de valores del calefactor horizontal se muestra la temperatura a la que se encuentran las niquelinas del sistema de sellado horizontal.



En el botón calefactor vertical se muestra si se encuentra activado o desactivado.

En el botón calefactor horizontal se muestra si se encuentra activado o desactivado.

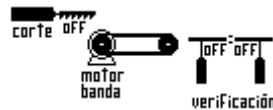


En el botón variadores se muestra si se encuentra activado o desactivado.



El indicador sellado vertical muestra si el actuador neumático del sistema de sellado vertical esta expandido o contraído, por medio de las palabras ON (expandido) y OFF (contraído).

El indicador sellado horizontal muestra si el actuador neumático del sistema de sellado horizontal esta expandido o contraído, por medio de las palabras ON (expandido) y OFF (contraído).



El indicador motor banda muestra si el motor que da el movimiento a la banda transportadora está activado o desactivado.

El indicador corte muestra si el actuador neumático del sistema de corte esta expandido o contraído, por medio de las palabras ON y OFF respectivamente.

Los indicadores verificación indica si los actuadores neumáticos del sistema de clasificación están activados o desactivados entendiéndose así que permitirán realizar la selección de las unidades con peso correcto de las erróneas, por medio de la combinación ON (expandido)-OFF (contraído) para un sistema de clasificación cuando es correcto y por medio de la combinación OFF- ON para un sistema de clasificación cuando es incorrecto.

5.5.4. PROCESO MANUAL

La tercera ventana que aparecerá en la pantalla táctil es la siguiente:

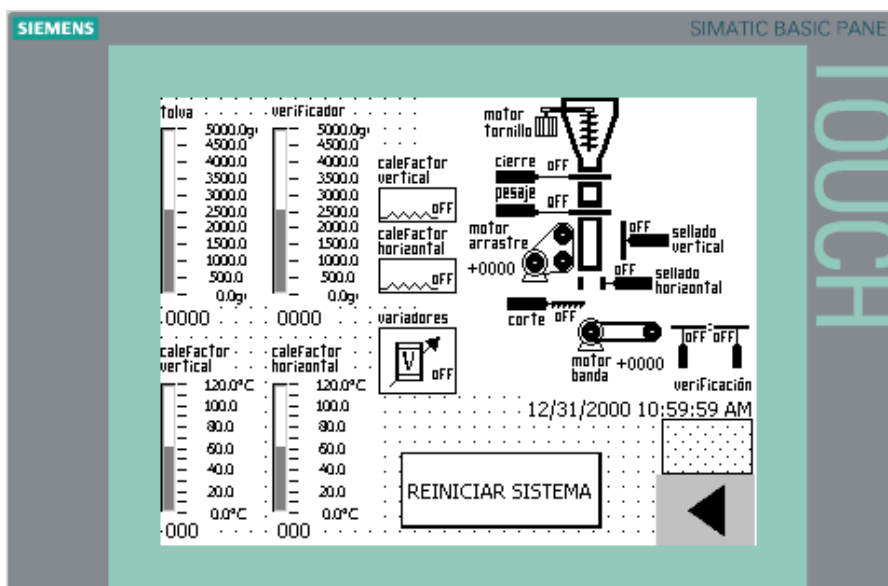
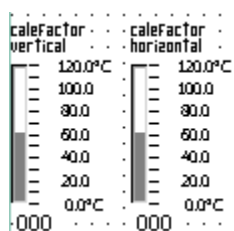


Figura 5.13. Pantalla de información (proceso manual)
Fuente: Software TIA

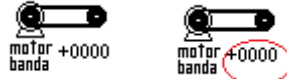
En esta tercera ventana se encontrará información de los distintos componentes que actúan y forman parte de la máquina como son temperatura, calibración del peso y rpm de los motores así como también de los actuadores activos.

La diferencia entre esta ventana y la segunda es que los diferentes botones de los actuadores en la ventana anterior únicamente eran de visualización y en esta ventana se encuentran vinculados con variables en el PLC permitiendo de esta manera que los actuadores se activen o no, además permite seleccionar la cantidad en los sensores de peso y el valor de rpm de los motores.

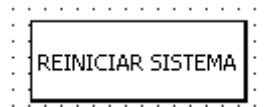


Las cifras ubicadas bajo las tablas son empleadas para el despliegue de una ventana que contiene valores numéricos los mismos que se ingresarán

convirtiéndose en un setpoint de las cantidades de temperatura límites a las que deberán estar las niquelinas en el sistema de calefactores, dichos valores serán enviados al PLC desde la HMI para su procesamiento.



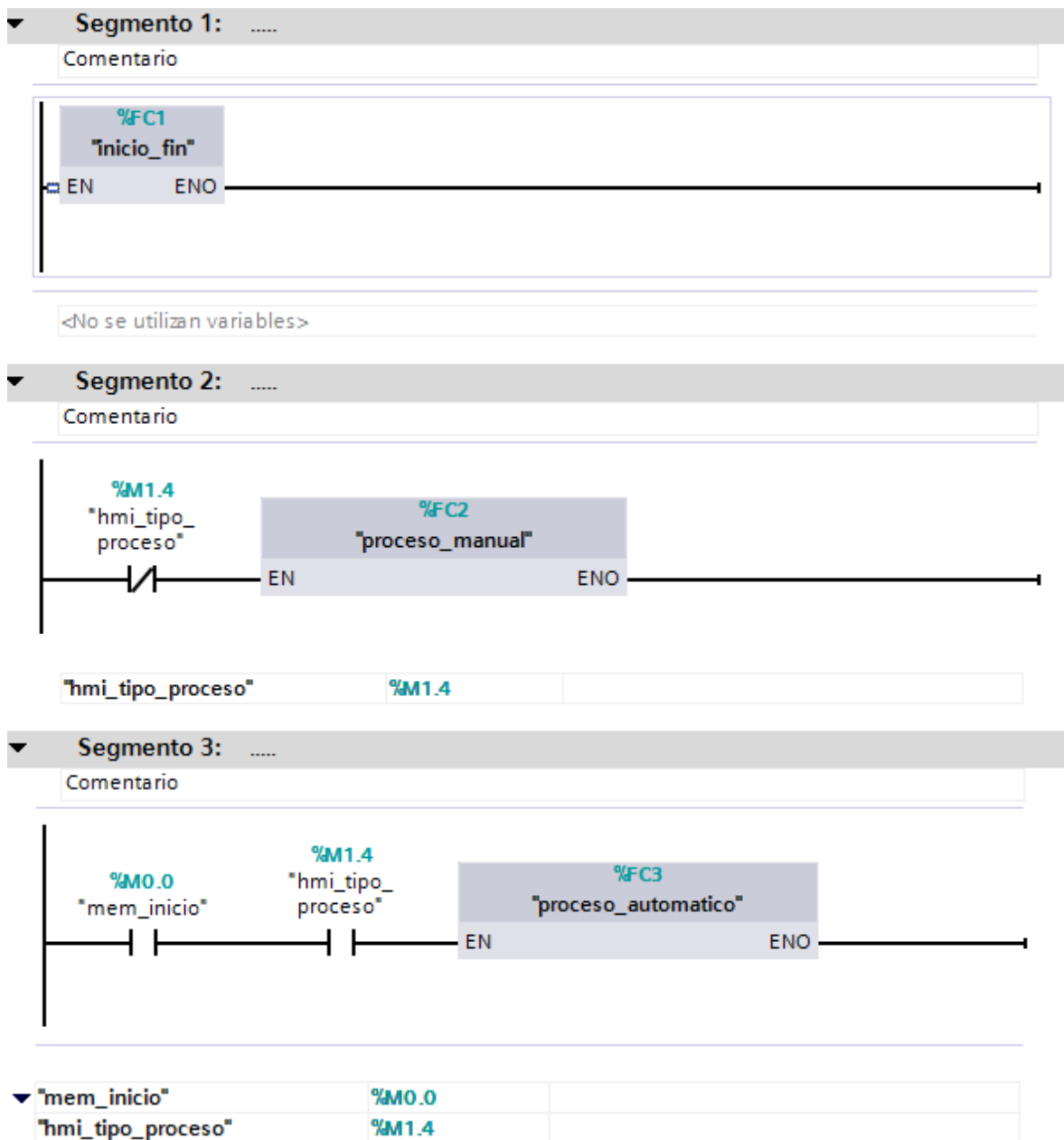
Las cifras ubicadas junto al indicador de motor de banda son empleadas para el despliegue de una ventana que contiene valores numéricos los mismos que se ingresarán convirtiéndose en un setpoint de las cantidades de rpm a las que deberá trabajar el motor en el sistema de banda transportadora, dichos valores serán enviados al PLC desde HMI para su procesamiento.



Este botón está unido a una variable que va al PLC permitiendo que todos los valores de configuración vuelvan a cero y el programa se reinicie.

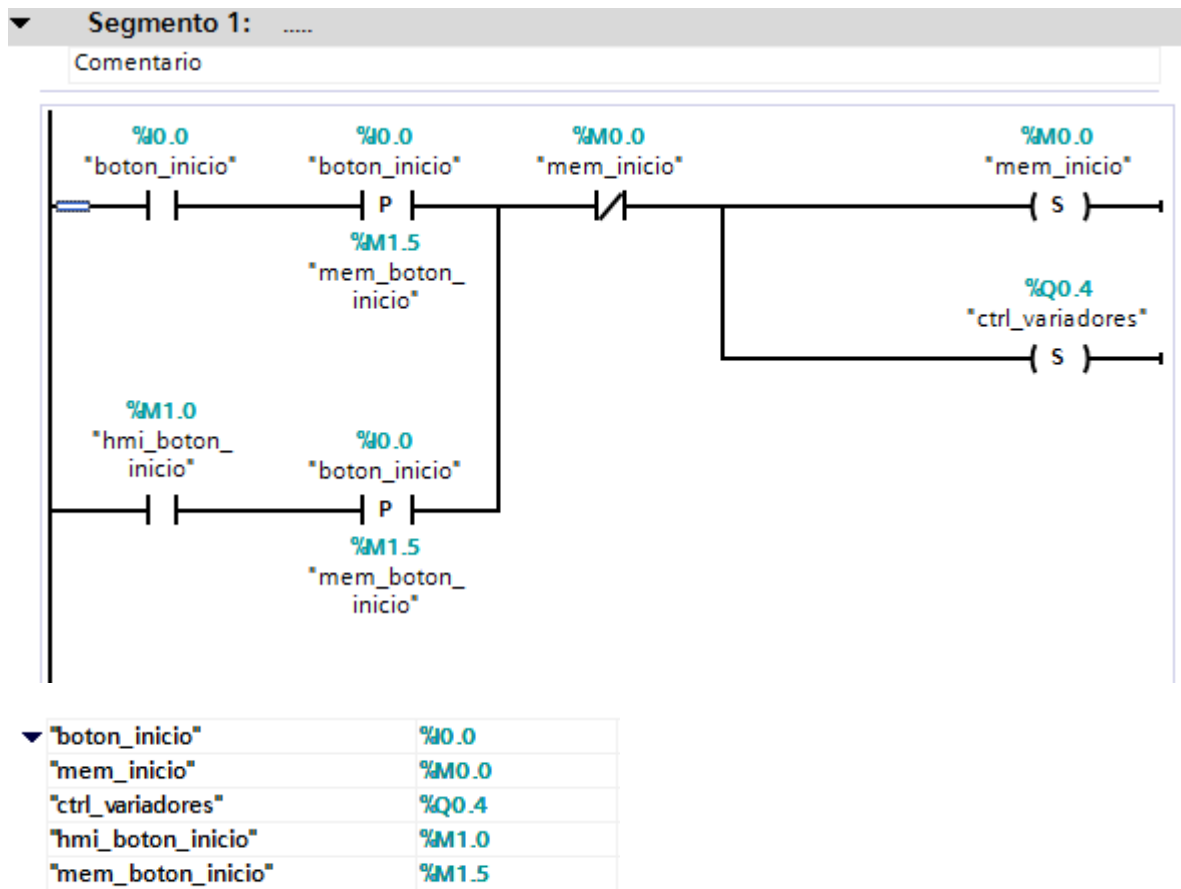
5.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

5.6.1. PRINCIPAL

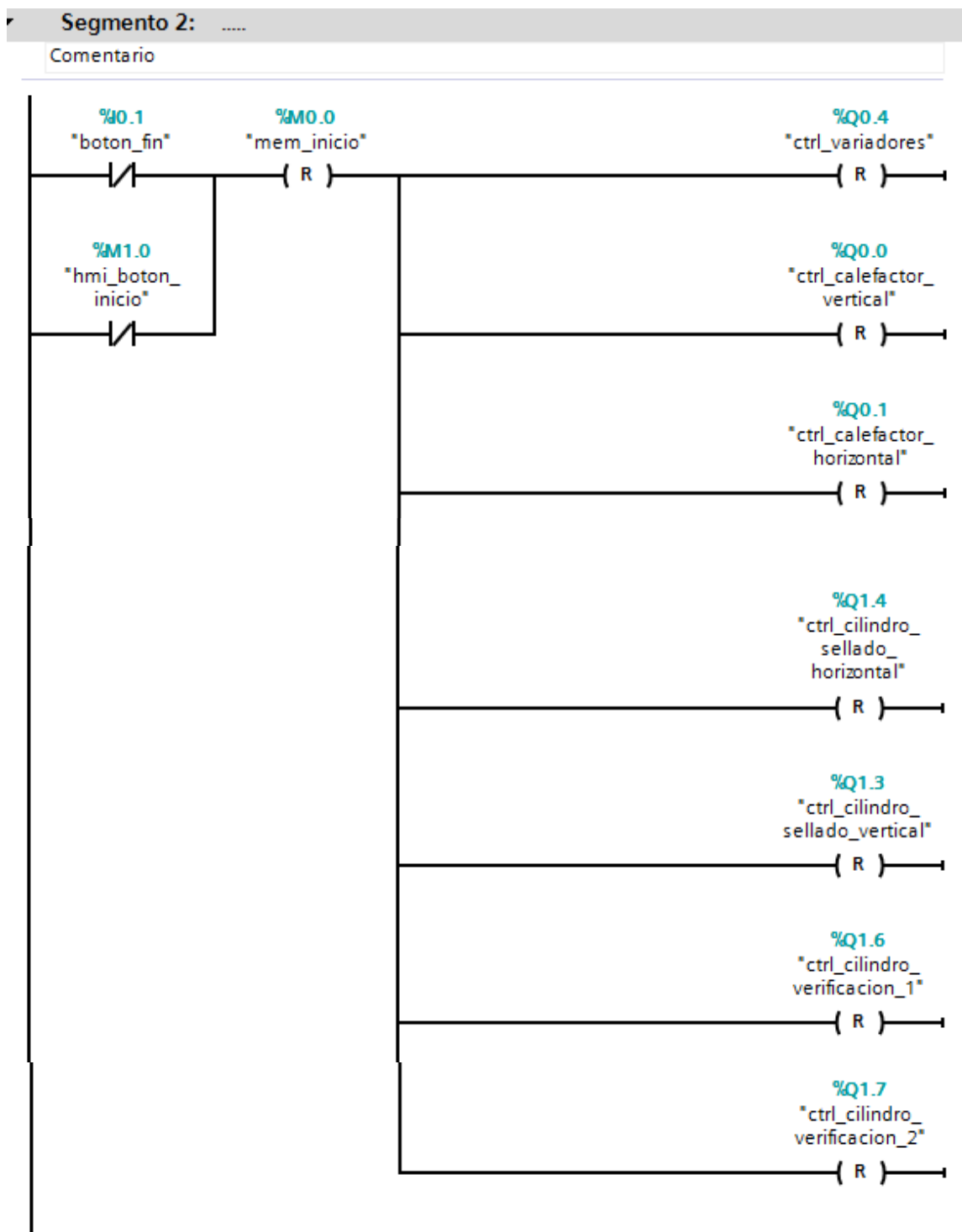


Este segmento del programa muestra un inicio del programa almacenado en una memoria M0.0, además se puede observar una memoria la misma que estará unida a la HMI en esta se selecciona el tipo de Proceso M1.4 el manual FC2 o el automático FC3.

5.6.2. INICIO –FIN

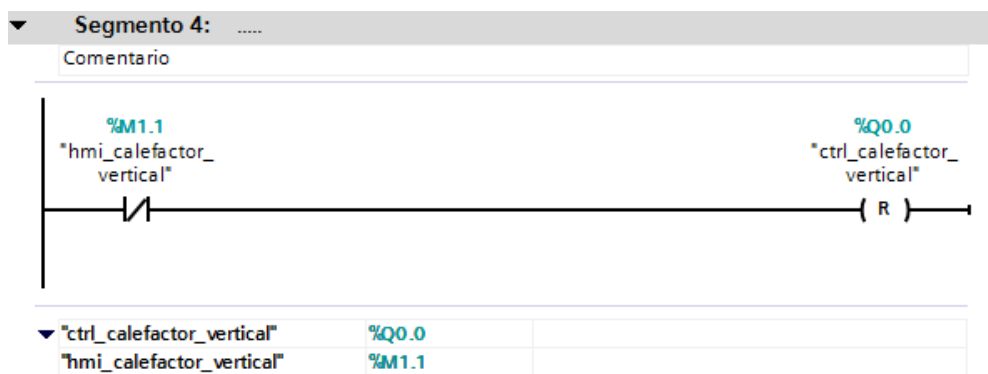
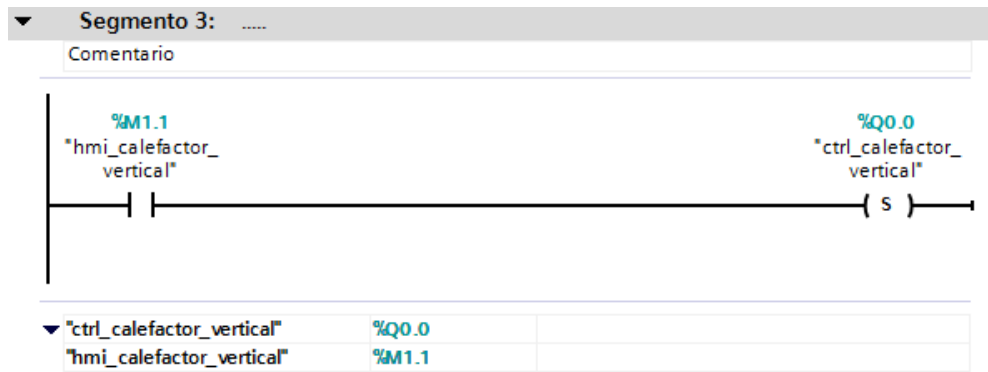


Este segmento del programa muestra que se puede realizar una comparación mediante la entrada I0.0 inicia el proceso, quedándose guardada la acción en una memoria llamada M1.5 de la misma manera si se ingresa el valor desde la HMI se guarda en una memoria M1.0. Las memorias antes mencionadas se comparan entre si y si una está activa se guarda en la memoria M0.0 que posteriormente servirá para inicializar los distintos subprocesos.

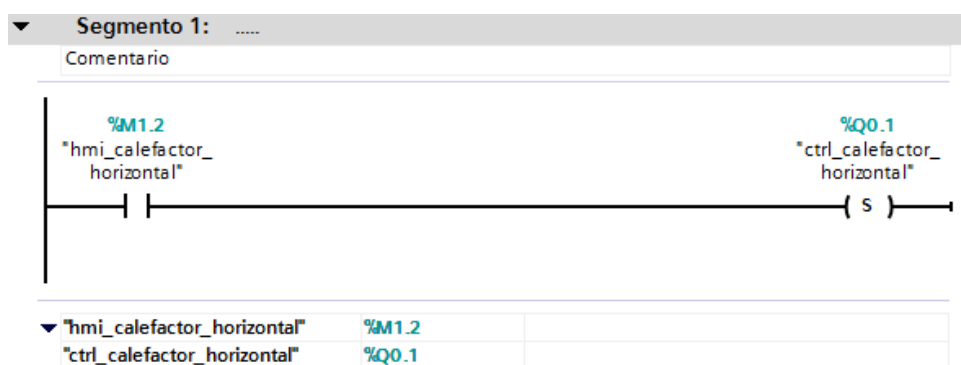


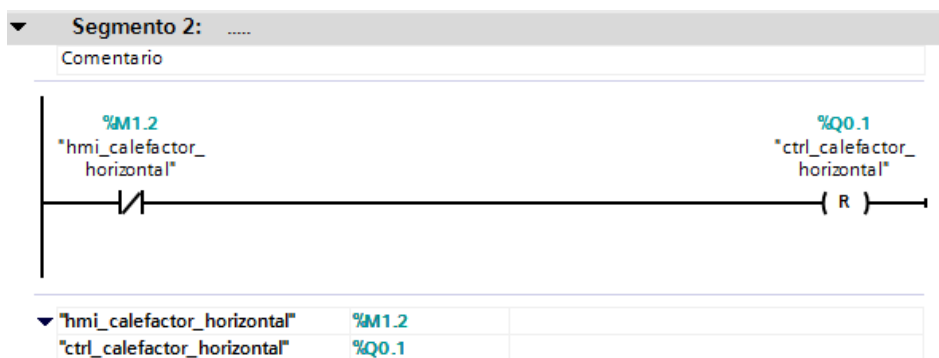
Este segmento del programa comprueba las salidas a relay Q0.0 Q0.1 Q1.3 Q1.4 Q1.5 Q1.6 Q1.7 mediante la M0.0

5.6.3. PROCESO MANUAL

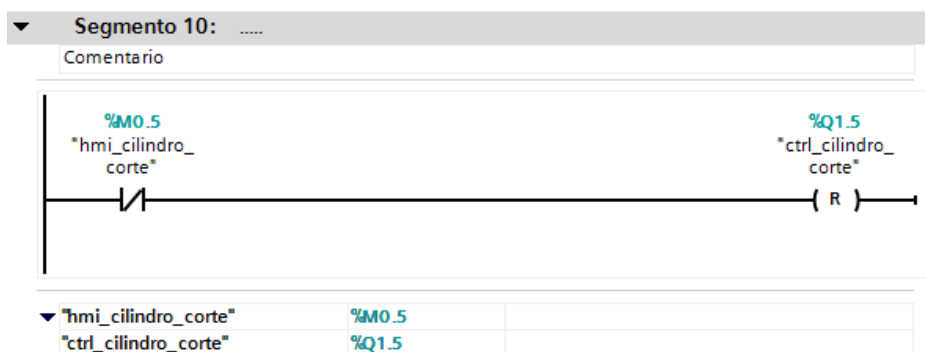
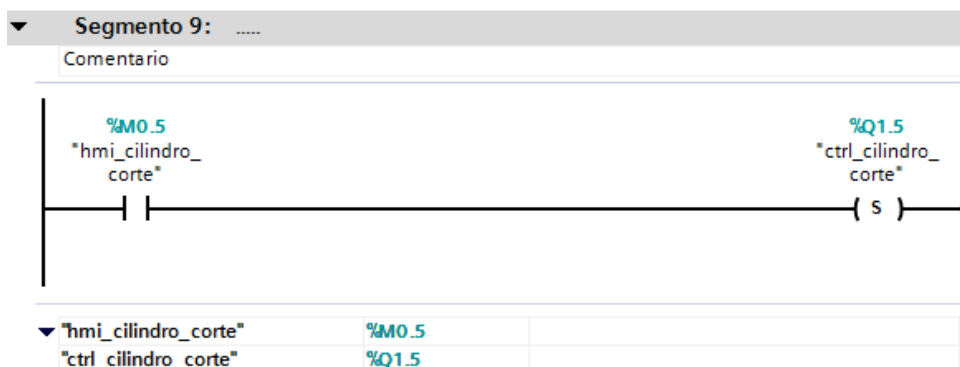


Este segmento del programa muestra que se activa la salida Q0.0 mediante el estado o información que se ingrese por medio de la HMI sobre el calefactor vertical guardado en la M1.1

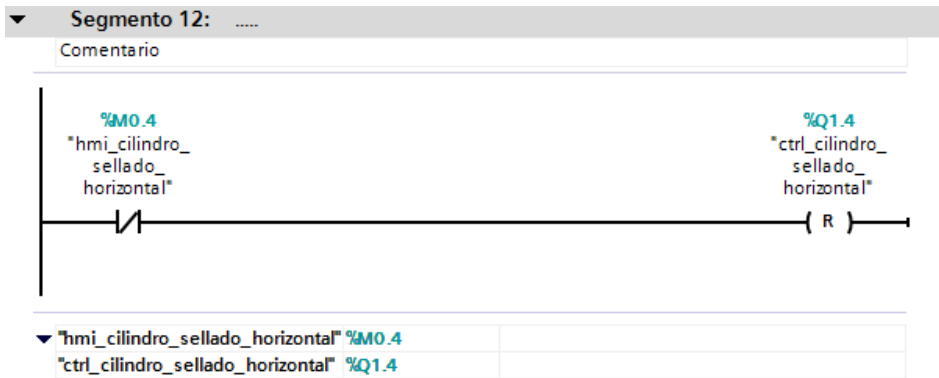
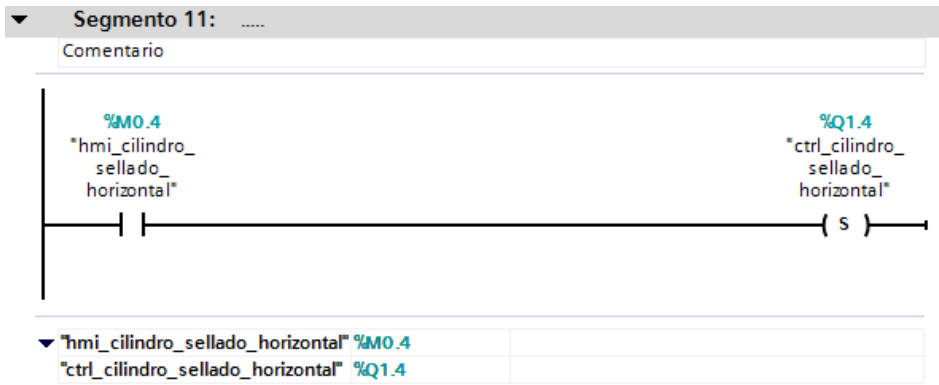




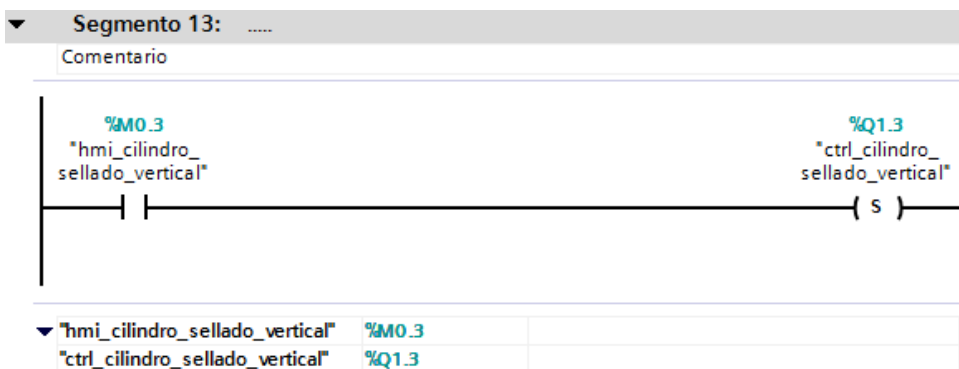
Este segmento del programa muestra que se activa la salida Q0.1 mediante el estado o la información que se ingrese por medio de la HMI sobre el calefactor horizontal guardado en la M1.2

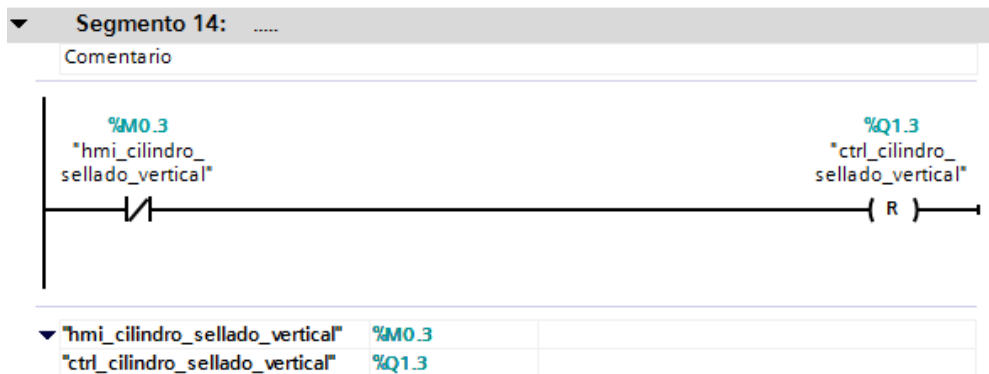


Este segmento del programa muestra que se activa la salida Q1.5 mediante el estado o información que se ingrese por medio de la HMI sobre la activación o no del cilindro del sistema de corte guardado en la M0.5

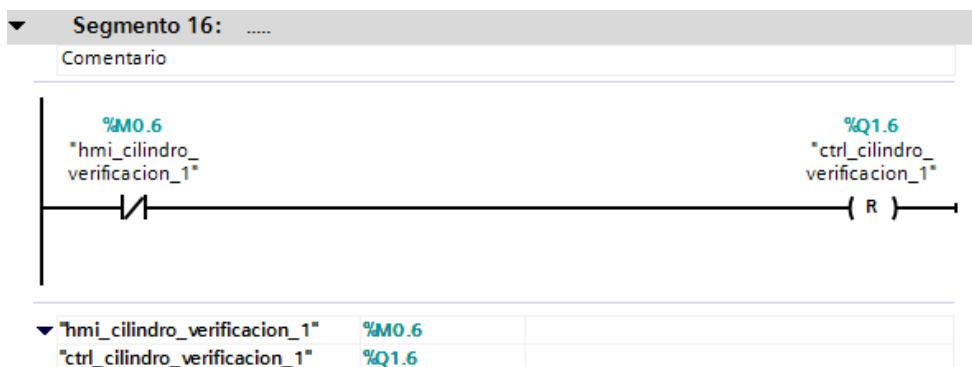
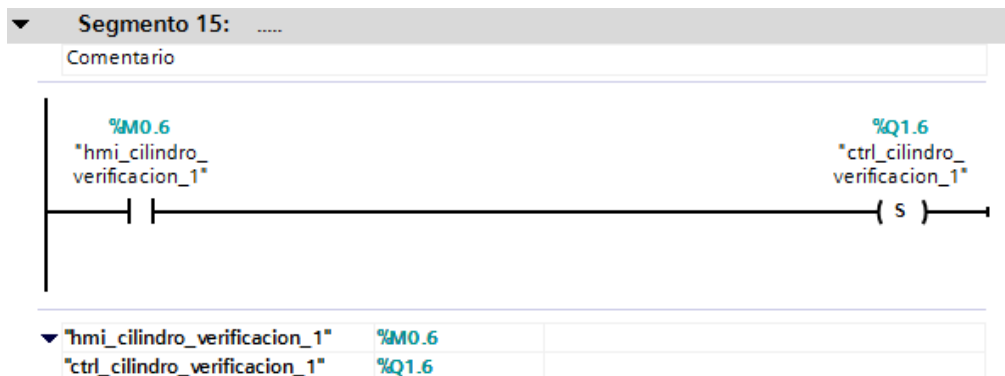


Este segmento del programa muestra que se activa la salida del PLC Q1.5 mediante el estado o la información que se ingrese por medio de la HMI sobre la activación o no del cilindro del sistema de sellado horizontal guardado en la M0.4



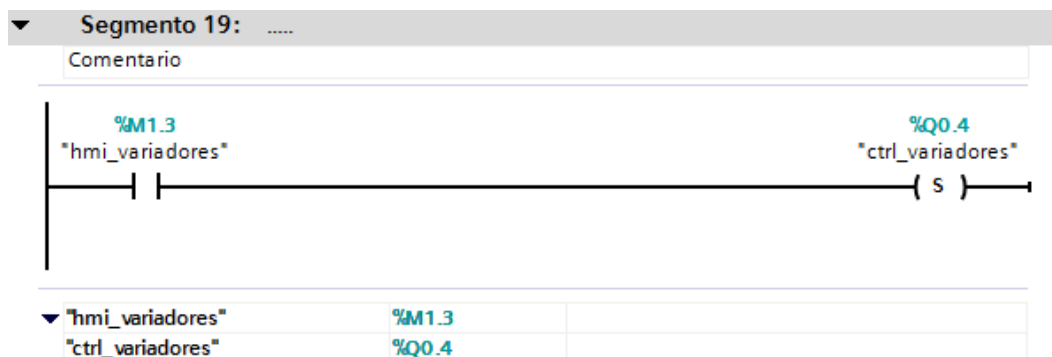


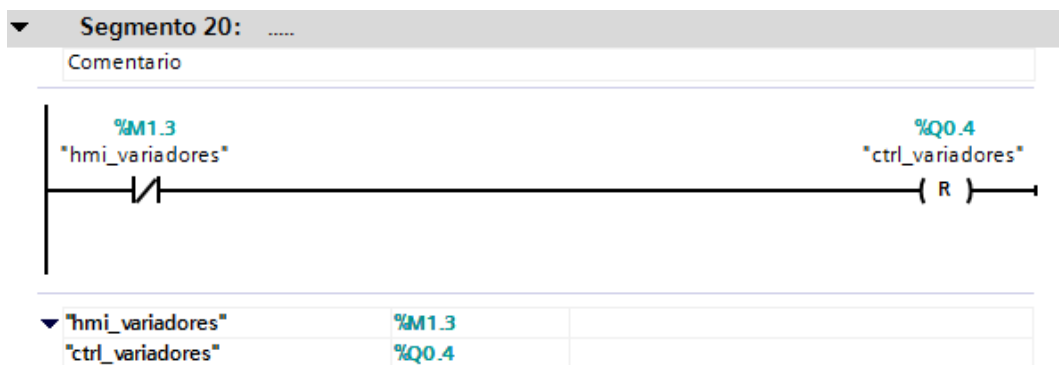
Este segmento del programa muestra que se activa la salida del PLC Q1.3 mediante el estado o la información que se ingrese por medio de la HMI sobre la activación o no del cilindro del sistema de sellado vertical guardado en la M0.3





Este segmento del programa muestra que se activa la salida del PLC Q1.6 y Q1.7 mediante el estado o la información que se ingrese por medio de la HMI sobre la activación o no de los cilindros del sistema de verificación guardados en la M0.6 y M0.7





Este segmento del programa muestra que se activa la salida del PLC Q0.4 mediante el estado o la información que se ingrese por medio de la HMI sobre la activación o no del cilindro del sistema de sellado vertical guardado en la M1.3

5.7. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO COMPLETO

El proceso inicia una vez que el sistema de arrastre ha sido activado, dando la señal para que la electroválvula que controla el pistón, permita realizar la acción de sellado vertical, la cual permanecerá activada durante cinco segundos, tiempo ideal para un correcto sellado del papel de empaque, al concluir los cinco segundos inmediatamente se activa la electroválvula que acciona el pistón de sellado horizontal que al igual que el anterior tendrá una duración de cinco segundos, concluido este ciclo se activa la tercera electroválvula que acciona al pistón del sistema de corte de la empaque durante cinco segundos, luego de este sistema transcurren dos segundos y se activa el variador que permitiendo el transporte del producto empacado para finalmente llegar al sistema de clasificación y control de peso en el que intervienen dos pistones neumático.

Señal de Entrada	Señal de Salida	Acción
%I0.0		Inicio del Sistema
%I0.1	%M1	Comprobación Calefactores
%M2	%Q0.4	Accionar cilindro sellado vertical
%M7	%Q0.5	Accionar cilindro sellado horizontal
%M8	%Q0.6	Accionar cilindro de corte
%M9	%Q0.7	Accionar Motor Banda
%M10	%Q0.8	Accionar Cilindro Selección1
%M10	%Q0.9	Accionar Cilindro Selección2
	%M7	Inhabilita %Q0.4
	%M8	Inhabilita %Q0.5
	%M9	Inhabilita %Q0.6

Tabla 5.3. Análisis de entradas y salidas
Fuente: Autor (Gabriela León)

Nota: El diagrama de conexiones eléctricas se encuentra en los ANEXOS

CAPÍTULO 6

6. CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA, MONTAJE Y ANÁLISIS DE COSTO

A continuación se detalla en las siguientes tablas los tiempos que tomo la construcción de todos los elementos de los diferentes sistemas.

Nombre	Duración	Inicio	Terminado
Sistema de Sellado vertical Diseño1	5 days	06/12/10 08:00 AM	10/12/10 05:00 PM
Sistema de Sellado vertical Diseño2	5 days	13/12/10 08:00 AM	17/12/10 05:00 PM
Sistema de Sellado vertical Diseño3	5 days	19/12/10 08:00 AM	24/12/10 05:00 PM
Sistema de Sellado vertical Diseño 4	5 days	03/01/11 08:00 AM	07/01/11 05:00 PM
Selección Material	5 days	10/01/11 08:00 AM	14/01/11 05:00 PM

Figura 6.1. Diagrama de Gantt construcción del sistema de sellado vertical.
Material: Aluminio, Acero AISI 304 y Acero A36
Fuente: Software OpenProj

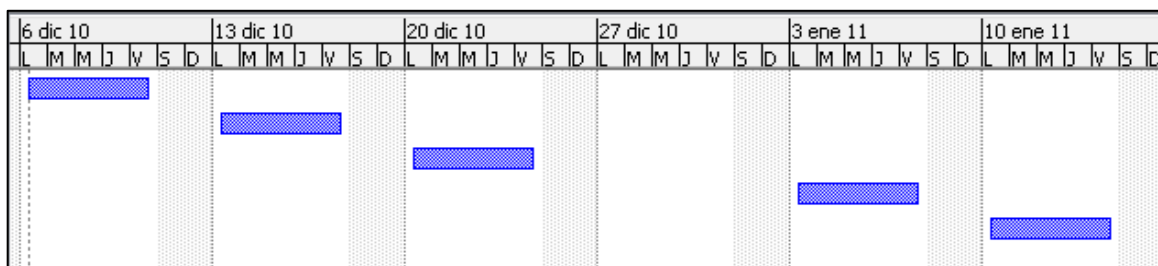


Figura 6.2. Diagrama de Gantt construcción del sistema de sellado vertical.
Material: Aluminio, Acero AISI 304 y Acero A36
Fuente: Software OpenProj

Nombre	Duración	Inicio	Terminado
Sistema de Sellado Horizontala Diseño 1	5 days	16/01/11 05:00 PM	21/01/11 05:00 PM
Sistema de Sellado Horizontala Diseño2	5 days	24/01/11 08:00 AM	28/01/11 05:00 PM
Sistema de Sellado Horizontala Diseño3	5 days	31/01/11 08:00 AM	04/02/11 05:00 PM
Sistema de Sellado Horizontala Diseño4	5 days	07/02/11 08:00 AM	11/02/11 05:00 PM
Sistema de Sellado Horizontala Diseño5	5 days	14/02/11 08:00 AM	18/02/11 05:00 PM
Sistema de Sellado Horizontala Diseño6	5 days	21/02/11 08:00 AM	25/02/11 05:00 PM
Selección Materiales	5 days	28/02/11 08:00 AM	04/03/11 05:00 PM

Figura 6.3. Diagrama de Gantt construcción del sistema de sellado horizontal.
Material: Aluminio, Acero AISI 304, Acero A36 y Bronce Fosfórico
Fuente: Software OpenProj

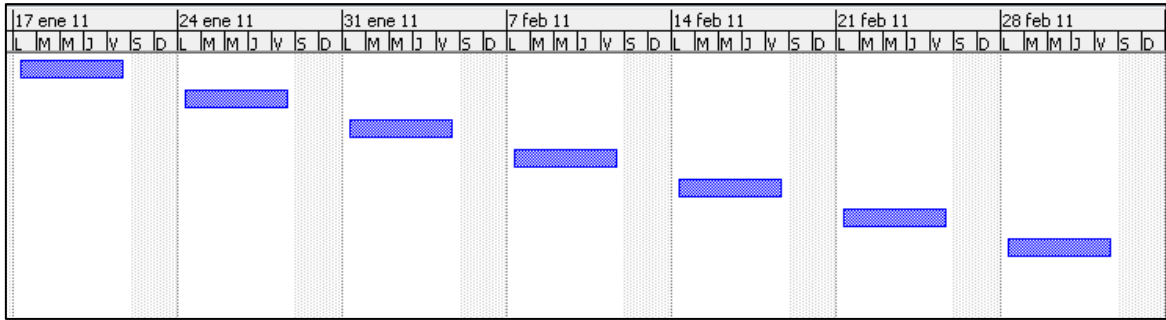


Figura 6.4. Diagrama de Gantt construcción del sistema de sellado horizontal.
Material: Aluminio, Acero AISI 304, Acero A36 y Bronce Fosfórico.
Fuente: Software OpenProj

Nombre	Duración	Inicio	Terminado
Sistema de Corte Horizontal Diseño 1	5 days	07/03/11 08:00 AM	11/03/11 05:00 PM
Sistema de Corte Horizontal Diseño 2	5 days	14/03/11 08:00 AM	18/03/11 05:00 PM
Sistema de Corte Horizontal Diseño 3	5 days	21/03/11 08:00 AM	25/03/11 05:00 PM
Selección de Material	1 day	28/03/11 08:00 AM	28/03/11 05:00 PM

Figura 6.5. Diagrama de Gantt construcción del sistema de corte.
Material: Aluminio, Acero A36.
Fuente: Software OpenProj

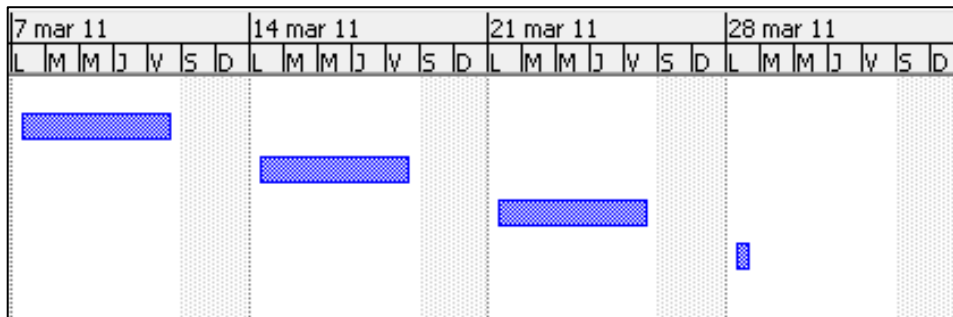


Figura 6.6. Diagrama de Gantt construcción del sistema de corte.
Material: Aluminio, Acero A36
Fuente: Software OpenProj

Nombre	Duración	Inicio	Terminado
Sistema de Transporte Diseño 1	5 days	03/04/11 05:00 PM	08/04/11 05:00 PM
Sistema de Transporte Diseño 2	5 days	11/04/11 08:00 AM	15/04/11 05:00 PM
Selección de Material	1 day	17/04/11 08:00 AM	18/04/11 05:00 PM

Figura 6.7. Diagrama de Gantt construcción del sistema de transporte.
Material: Acero A36
Fuente: Software OpenProj

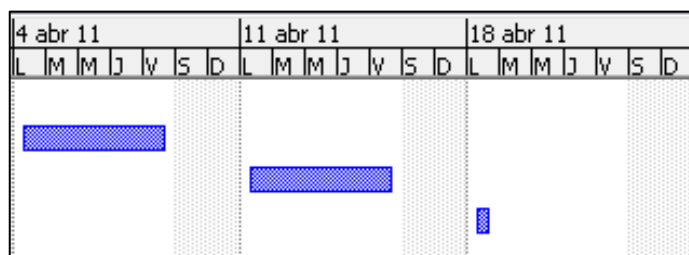


Figura 6.8. Diagrama de Gantt construcción del sistema de transporte.

Material: Acero A36

Fuente: Software OpenProj

Nombre	Duración	Inicio	Terminado
Sistema de Control y Peso Diseño 1	5 days	20/04/11 08:00 AM	26/04/11 05:00 PM
Sistema de Control y Peso Diseño 2	5 days	28/04/11 08:00 AM	04/05/11 05:00 PM
Selección de Material	1 day	06/05/11 08:00 AM	06/05/11 05:00 PM

Figura 6.9. Diagrama de Gantt construcción del sistema de clasificación y pesado.

Material: Acero A36, Acero AISI 304

Fuente: Software OpenProj

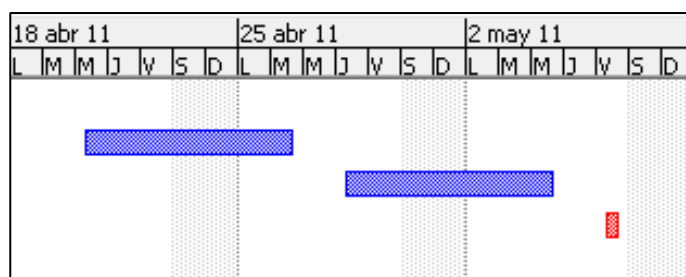


Figura 6.10. Diagrama de Gantt construcción del sistema de clasificación y pesado.

Material: Acero A36, Acero AISI 304

Fuente: Software OpenProj

6.1. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

6.1.1. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE SELLADO VERTICAL

En esta parte del capítulo se detalla por medio de tablas cada proceso, seguidamente se describe el proceso de fabricación y montaje de cada elemento y finalmente se presenta la respectiva explicación.

Nombre	Duración	Inicio	Terminado
Dimensionamiento de Mordazas	5 days	04/07/11 08:00 AM	08/07/11 05:00 PM
Selección de Mordazas	3 days	10/07/11 08:00 AM	13/07/11 05:00 PM
Maquinado de Mordazas	2 days	14/07/11 08:00 AM	15/07/11 05:00 PM
Torneado de Mordazas	3 days	17/07/11 08:00 AM	20/07/11 05:00 PM
Torneado de Mordazas	2 days	21/07/11 08:00 AM	22/07/11 05:00 PM
Fresado de Mordazas	3 days	24/07/11 08:00 AM	27/07/11 05:00 PM
Selección de Ejes	1 day	29/07/11 08:00 AM	29/07/11 05:00 PM
Maquinado de Ejes	2 days	30/07/11 08:00 AM	02/08/11 05:00 PM
Torneado de Ejes	2 days	04/08/11 08:00 AM	05/08/11 05:00 PM
Rectificación de Ejes	1 day	07/08/11 08:00 AM	08/08/11 05:00 PM
Selección y Dimensionamiento del material para la estructura	2 days	09/08/11 08:00 AM	10/08/11 05:00 PM
Soldado de la Estructura	1 day	11/08/11 08:00 AM	11/08/11 05:00 PM
Alineación de Ejes	2 days	15/08/11 08:00 AM	16/08/11 05:00 PM
Soldado de Ejes	1 day	17/08/11 08:00 AM	17/08/11 05:00 PM
Centrado de Platina	2 days	18/08/11 08:00 AM	19/08/11 05:00 PM
Centrado de Pistón	1 day	22/08/11 08:00 AM	22/08/11 05:00 PM
Montaje de Pistón	1 day	23/08/11 08:00 AM	23/08/11 05:00 PM
Montaje de Platina	1 day	24/08/11 08:00 AM	24/08/11 05:00 PM

Figura 6.11. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de sellado vertical1.

Material: Acero A36, Acero AISI 304,

Fuente: Software OpenProj

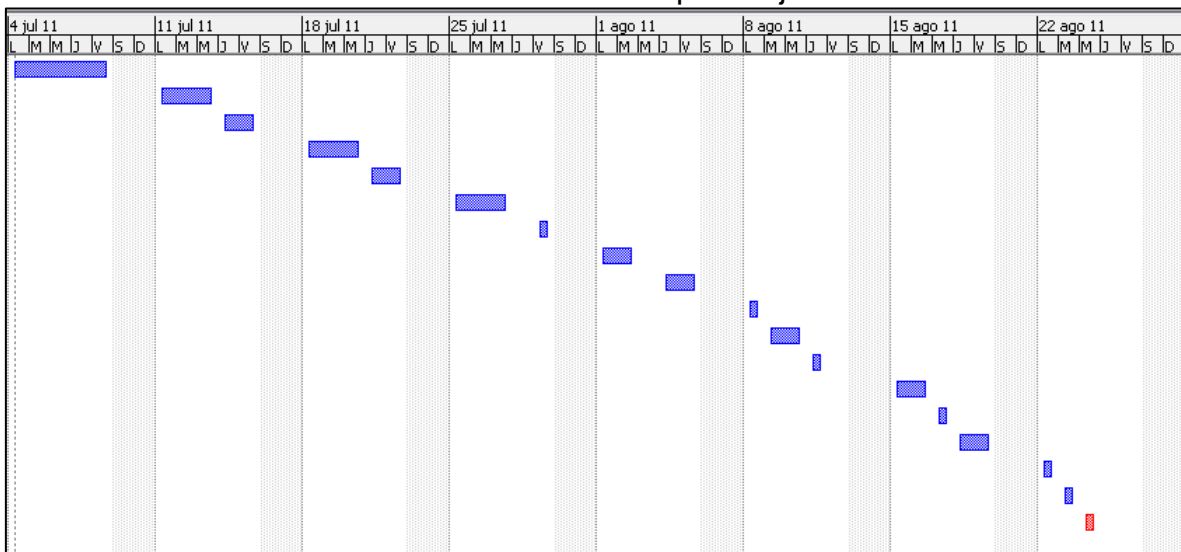


Figura 6.12. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de sellado vertical2.

Material: Acero A36, Acero AISI 304

Fuente: Software OpenProj

Sistema de Transporte Diseño 1	5 days	03/04/11 05:00 PM	08/04/11 05:00 PM
Sistema de Transporte Diseño 2	5 days	11/04/11 08:00 AM	15/04/11 05:00 PM
Selección de Material	1 day	17/04/11 08:00 AM	18/04/11 05:00 PM

Figura 6.13. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de transporte.
Material: Acero A36
Fuente: Software OpenProj

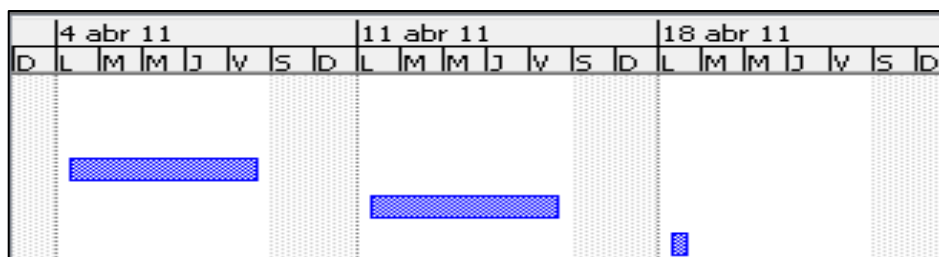


Figura 6.14. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de transporte.
Material: Acero A36, Acero AISI 304
Fuente: Software OpenProj

Mordazas de aluminio

El aluminio es el material más utilizado para la fabricación de placas por su inmejorable relación calidad- precio.

Las principales características del aluminio son:

- Material de altas prestaciones, económico, ligero, dúctil y resistente a la oxidación.
- Posee un peso reducido, lo que permite tener un ahorro considerable de peso en la aplicación.
- No está sometido a problemas de corrosión atmosférica gracias a la película que desarrolla que es la que no permite penetrar el óxido en las superficies expuestas.
- No requiere de ningún tipo de pintura de protección.
- Posee una buena conductividad eléctrica.
- Es un material atóxico.

- Es maleable, puede moldearse para adaptarse en la aplicación que se lo requiera, puede ser usado en aleaciones rígidas o elásticas especialmente sólidas y resistentes a la corrosión Wikipedia (2013, p.4)

Por las características antes mencionadas se ha decidido aplicar este material para las placas y las mordazas que intervienen en el sistema de sellado tanto vertical como horizontal.

Factores a tomar en cuenta para este sistema:

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

- Que por el proceso de soldadura no se pandee el material.
- Que el eje al ser soldado se encuentre alineado correctamente
- Que la soldadura sea de calidad.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente detallados se tiene:

- La soldadura se realizó utilizando una suelda MIG.
- Se utilizó un cordón o grosor de soldadura de 0.5 a 1cm aproximadamente para que soporte las presiones.
- Todo el proceso de rectificado y roscado se realizó en el torno.

Para el montaje del sistema sellado vertical se deberá tomar en cuenta los aspectos siguientes:

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

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente detallados se tiene:

- El cilindro para el sellado descansan sobre los soportes.
- Soportes de tubo rectangular de 25x50x2 mm soldados a la estructura principal.
- Abrazadera del cilindro de pesaje unida por un sistema de pernos a los soportes del sistema dosificador.
- Base del Cilindro Neumático empernado a la estructura principal.

- Soportes soldados utilizando una suelda MIG.
- Utilizó un cordón o grosor de soldadura de 0.5 cm aproximadamente.



Figura 6.15. Montaje 1 Sistema de sellado vertical.
Fuente: Autor (Gabriela León)

Para el montaje del sistema de sellado vertical, a los ejes de acero se les realizó rosca en sus dos extremos con el fin de alinearlos, así como la mordaza fue montada sobre una platina la misma que está unida a un cilindro neumático.



Figura 6.16. Montaje 2 Sistema de sellado vertical.
Fuente: Autor (Gabriela León)

La platina posee un sistema de graduación de cerrado sobre los ejes, su función principal es poder permitir el deslizamiento con mayor o menor dificultad según requiera la alineación.

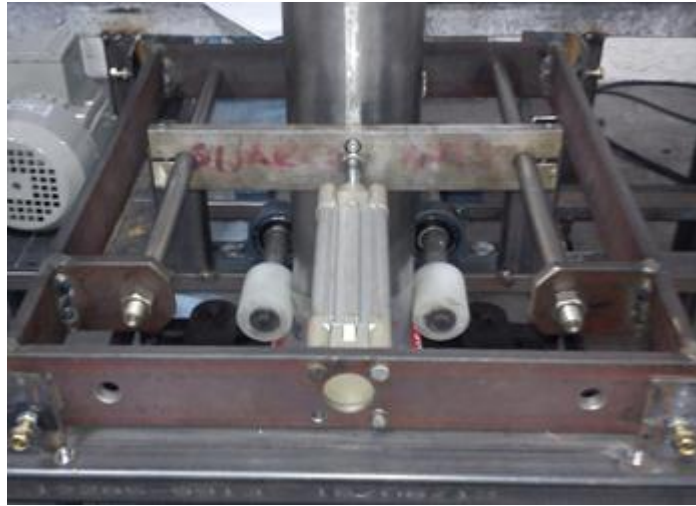


Figura 6.17. Montaje 3 Sistema de sellado vertical
Fuente: Autor (Gabriela León)

Una vez alineados los ejes se procede a realizar el montaje del cilindro neumático a la estructura principal del sistema uniéndolo con cuatro pernos.



Figura 6.18. Montaje Sistema de centrado y amortiguamiento
Fuente: Autor (Gabriela León)

Para evitar un desalineamiento del sistema de mordaza por la vibración propia de la máquina se realiza el montaje de sellado vertical utilizando un sistema de

centrado compuesto por dos platinas de 2 x 3/8 de pulgada, soldadas a 90° entre sí, que poseen dos pernos de graduación y amortiguamiento, los mismos que están ubicados en sus cuatro esquinas.

6.1.2. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE SELLADO HORIZONTAL

Nombre	Duración	Inicio	Terminado
Dimensionamiento de Mordazas	5 days	29/08/11 08:00 AM	02/09/11 05:00 PM
Selección de Mordazas	3 days	03/09/11 08:00 AM	07/09/11 05:00 PM
Maquinado de Mordazas	2 days	08/09/11 08:00 AM	09/09/11 05:00 PM
Torneado de Mordazas	3 days	12/09/11 08:00 AM	14/09/11 05:00 PM
Torneado de Mordazas	2 days	14/09/11 08:00 AM	15/09/11 05:00 PM
Fresado de Mordazas	3 days	19/09/11 08:00 AM	21/09/11 05:00 PM
Selección de Ejes	1 day	22/09/11 08:00 AM	22/09/11 05:00 PM
Maquinado de Ejes	1 day	23/09/11 08:00 AM	23/09/11 05:00 PM
Torneado de Ejes	2 days	27/09/11 08:00 AM	28/09/11 05:00 PM
Rectificación de Ejes	1 day	29/09/11 08:00 AM	29/09/11 05:00 PM
Diseño del Sistema de Trasmisión de Movimiento	5 days	03/10/11 08:00 AM	07/10/11 05:00 PM
Selección de ejes para el Sistema de Trasmisión de Movimiento	1 day	08/10/11 08:00 AM	10/10/11 05:00 PM
Selección de platinas para el eje de Trasmisión de Movimiento	1 day	11/10/11 08:00 AM	11/10/11 05:00 PM
Corte y Pulido de platinas del eje de Trasmisión de Movimiento	1 day	12/10/11 08:00 AM	12/10/11 05:00 PM
Diseño de Bocines	2 days	13/10/11 08:00 AM	14/10/11 05:00 PM
Selección de Material para los Bocines	5 days	17/10/11 08:00 AM	21/10/11 05:00 PM
Selección de elemento maquinado	5 days	24/10/11 08:00 AM	28/10/11 05:00 PM
Torneado	5 days	29/10/11 08:00 AM	04/11/11 05:00 PM
Pulido	1 day	07/11/11 08:00 AM	07/11/11 05:00 PM

Figura 6.19. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de sellado horizontal 1.
Material: Acero A36, Acero AISI 304, Aluminio y Bronce Fosfórico.
Fuente: Software OpenProj

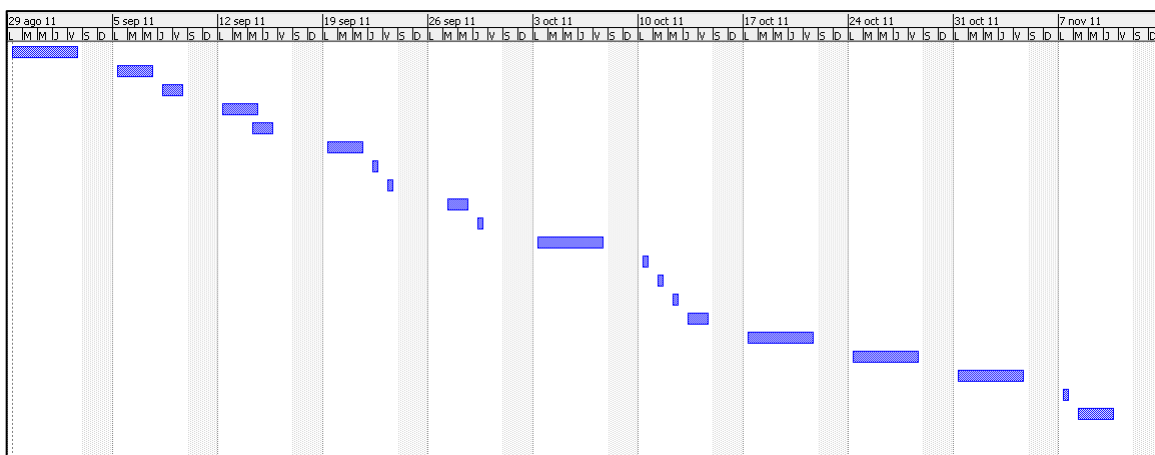


Figura 6.20. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de sellado horizontal 2.
Material: Acero A36, Acero AISI 304, Aluminio y Bronce Fosfórico.
Fuente: Software OpenProj

Nombre	Duración	Inicio	Terminado
Selección y Dimensionamiento del material para la estructura	2 days	14/11/11 08:00 AM	15/11/11 05:00 PM
Soldado de la Estructura	1 day	16/11/11 08:00 AM	16/11/11 05:00 PM
Alineación de Ejes	2 days	17/11/11 08:00 AM	18/11/11 05:00 PM
Montaje del sistema de transferencia de ,movimiento	1 day?	19/11/11 08:00 AM	21/11/11 05:00 PM
Soldado de Ejes a la estructura	1 day	22/11/11 08:00 AM	22/11/11 05:00 PM
Centrado de Platina	2 days	23/11/11 08:00 AM	24/11/11 05:00 PM
Centrado de Pistón	1 day	25/11/11 08:00 AM	25/11/11 05:00 PM
Montaje de Pistón	1 day	26/11/11 08:00 AM	28/11/11 05:00 PM
Montaje de Platina	1 day	29/11/11 08:00 AM	29/11/11 05:00 PM
Dimensionamiento de abrazaderas para el Sistema de Corte	1 day	30/11/11 08:00 AM	30/11/11 05:00 PM
Selección del Material	1 day	01/12/11 08:00 AM	01/12/11 05:00 PM
Ensamblado	1 day	03/12/11 08:00 AM	05/12/11 05:00 PM
Corte	1 day	06/12/11 08:00 AM	06/12/11 05:00 PM
Soldado	1 day	07/12/11 08:00 AM	07/12/11 05:00 PM
Montaje	1 day	08/12/11 08:00 AM	08/12/11 05:00 PM

Figura 6.21. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de sellado horizontal 3.
Material: Acero A36, Acero AISI 304, Aluminio y Bronce Fosfórico.
Fuente: Software OpenProj

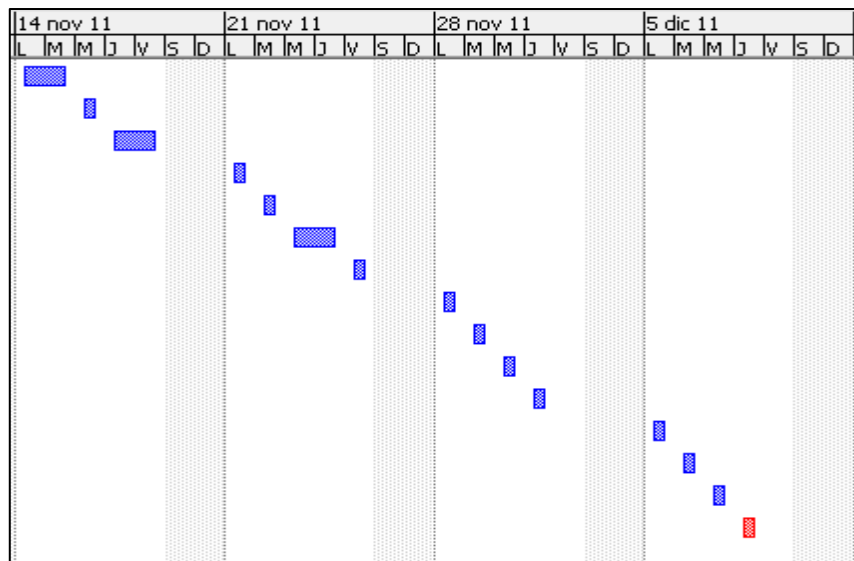


Figura 6.22. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de sellado horizontal 4.
Material: Acero A36, Acero AISI 304, Aluminio y Bronce Fosfórico.
Fuente: Software OpenProj

Factores a tomar en cuenta para este sistema:

Para la construcción del sistema de sellado y corte horizontal se deberá tomar en cuenta los aspectos siguientes:

- Que las mordazas se encuentren centradas (niquelina contra niquelina, cuchilla macho contra cuchilla hembra).
- Alineados los dos ejes.
- Que se encuentre alineada la placa de deslizamiento.
- La parte de deslizamiento derecha concuerde con la parte de deslizamiento izquierdo
- Que por el proceso de soldadura no se pandee el material.
- Que la soldadura sea de calidad.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente detallados se tiene:

- Empleando una suelda MIG se realizó la soldadura de este sistema.
- Se utilizó un cordón o grosor de soldadura de 0.5 a 1cm aproximadamente con la finalidad que soporte las presiones que actúan en el sistema.
- Todo el proceso de rectificado y roscado se realizó en el torno.

Para el montaje del sistema sellado vertical se deberá tomar en cuenta los aspectos siguientes:

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

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente detallados se tiene:

- El cilindro para el sellado descansan sobre los soportes.
- Los soportes de tubo rectangular de 25x50x2 mm se encuentran soldados a la estructura principal.
- La abrazadera del cilindro de pesaje está unida por un sistema de pernos a los soportes del sistema dosificador.
- La base del cilindro neumático está empernado a la estructura principal.
- Los soportes están soldados con suelda MIG.
- Se utilizó un cordón o grosor de soldadura de 0.5 cm aproximadamente.

Bocines de bronce fosfórico

Los bocines de bronce fosfórico poseen las siguientes características

- Excelente resistencia al desgaste y a la compresión.
- Buena conductividad térmica.
- Buen coeficiente de fricción.
- Son empleados en aplicaciones de transferencia de calor.
- Son menos rígidas, por lo tanto en aplicaciones elásticas como resortes acumulan menos energía que las piezas similares de acero.
- Resistente a la corrosión. Tetraflon (2009, p. 2)

Horquillas de acero

Las horquillas de acero poseen las siguientes características

- El acero es el material que ofrece garantías de durabilidad.
- Alta resistencia mecánica al someterlos a esfuerzos de tracción y compresión.
- Elasticidad muy alta.
- Material que se puede unir por medio de soldadura, gracias a esto se pueden construir una serie de estructuras Arq̄hys (2012. p. 2)

Tensores de niquelinas

Los tensores son las encargadas de evitar que se produzca una deformación al momento de sellar el papel de empaque o se produzcan errores generados por el calor de los calefactores, de esta manera se logra obtener un sellado de calidad.

Aislamiento térmico

El mecanismo de la mordaza portadora de niquelinas debe contar con un material aislante térmico dependiendo de las características que posea, con la finalidad de evitar que el papel de empaque se fije a las mordazas al tener contacto directo con él y así este llegue a quemarse.

Crucetas

Las crucetas serán las encargadas de dar movimiento a la mordaza que se encuentra contraria a la mordaza que posee un cilindro neumático unido a su estructura.



Figura 6.23. Montaje Sistema de centrado y amortiguamiento.
Fuente: Autor (Gabriela León)

Para evitar un desalineamiento del sistema de mordaza por la vibración propia de la máquina se realiza el montaje de sellado vertical utilizando un sistema de centrado compuesto por dos platinas de 2 x 3/8 de pulgada, soldadas a 90° entre sí, montadas sobre otra platina la misma que está acoplada a la estructura principal de la máquina que poseen dos pernos de graduación y amortiguamiento, los mismos que están ubicados en sus cuatro esquinas.



Figura 6.24. Montaje mordazas del Sistema de sellado.
Fuente: Autor (Gabriela León)

Las mordazas se encuentran montadas sobre la platina la misma que a su vez poseen dos bocines de acero fosfórico que están ubicados sobre los ejes facilitando el desplazamiento del sistema.

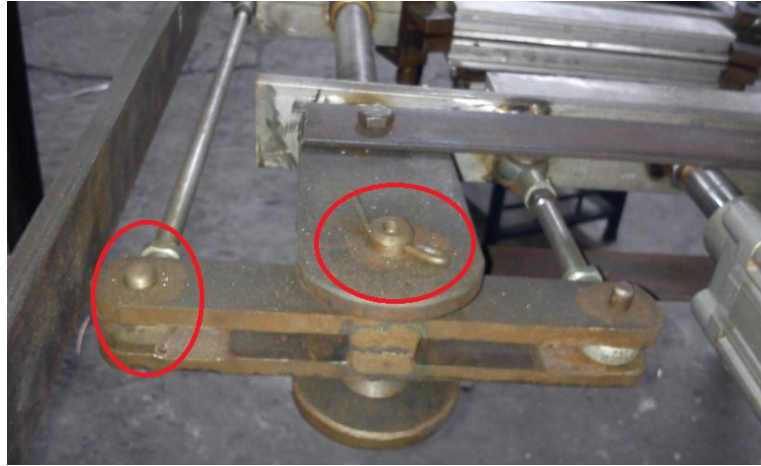


Figura 6.25. Montaje Sistema de centrado y amortiguamiento.
Fuente: Autor (Gabriela León)

Para el montaje del sistema de cambio de movimiento de mordazas se utilizan sujetadores para los ejes de las platinas como medida de seguridad evitando que las piezas se salgan y el sistema quede defectuoso, así como la separación entre platinas permite la libre lubricación de las crucetas.

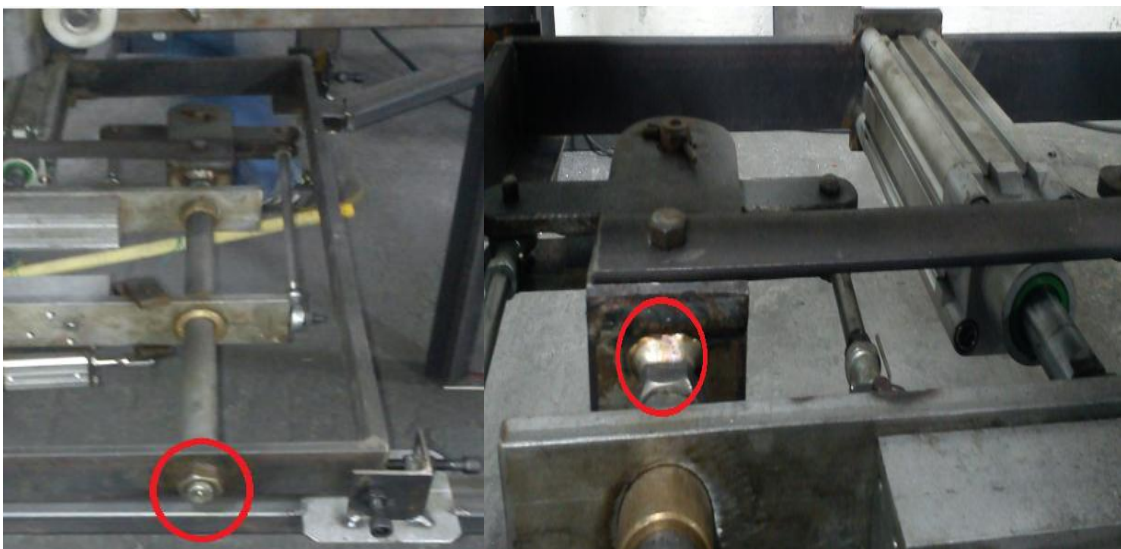


Figura 6.26. Montaje 1 Sistema de cambio de movimiento.
Fuente: Autor (Gabriela León)

Para el montaje del sistema de cambio de movimiento, a los ejes de desplazamiento de mordazas se le hizo rosca en sus extremos quedando así unidos en un extremo a la estructura principal del sistema de sellado vertical y por el otro a la abrazadera metálica que sostiene a las platinas de cambio de movimiento.

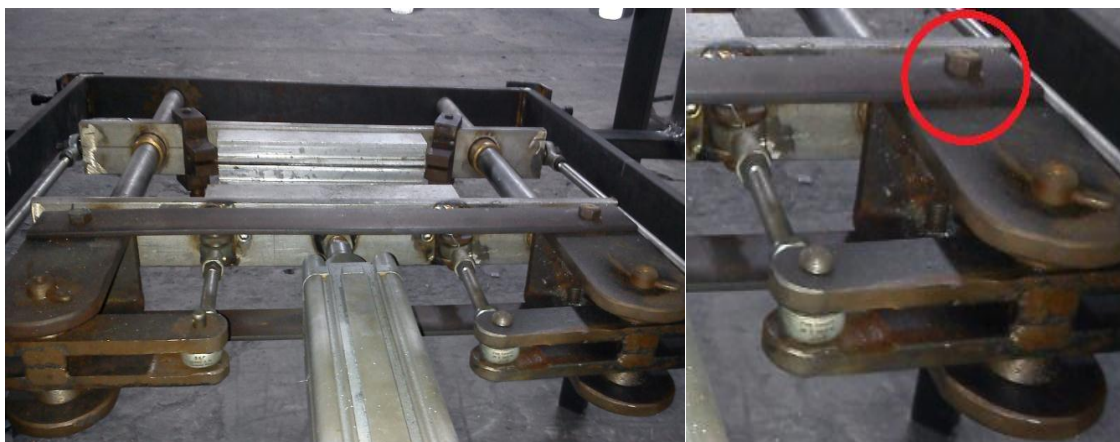


Figura 6.27. Montaje 2 Sistema de cambio de movimiento.
Fuente: Autor (Gabriela León)

Con la finalidad de evitar una desubicación de los ejes y para que trabajen simétricamente, son unidas a las abrazaderas metálicas que sostienen las platinas de cambio de movimiento dos platinas ubicadas en el extremo inferior y superior.



Figura 6.28. Montaje bocines de bronce fosfórico y rótulas
Fuente: Autor (Gabriela León)

En la figura se demuestra el montaje de los bocines teniendo un diámetro interior de 1 pulgada y un diámetro exterior de 1 ¼ pulgada que es el diámetro que atraviesa a la platina en la cual está montada la mordaza; en su extremo final tiene 1 pulgada de diámetro interior y un diámetro exterior de 1 ½ pulgadas con el fin de evitar un deslizamiento de la platina hacia atrás cuando se produzca el movimiento de sellado.

En la misma platina que se encuentran montados los bocines y la mordaza se encuentran montados el cilindro neumático y dos crucetas que ayudan a transmitir el movimiento a la otra platina que se encuentra contraria.



Figura 6.29. Montaje Sistema de corte.
Fuente: Autor (Gabriela León)

Para el montaje del cilindro neumático que ayuda al corte del papel de empaque se realizó 2 bases de platina las mismas que fueron unidas mediante 4 pernos en cada extremo del cilindro. A las platinas base se adjuntó un sistema de rotulas unidas una a la platina que contiene la mordaza y otra rotula unida a las abrazaderas metálicas del sistema de corte.

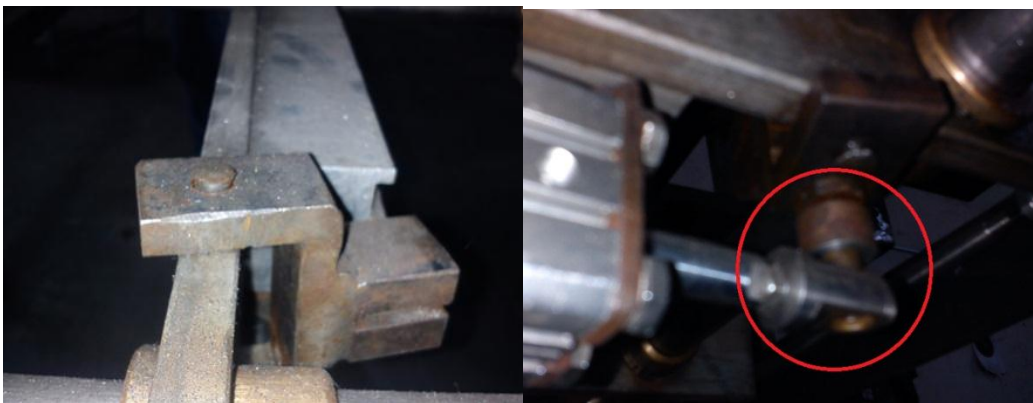


Figura 6.30. Montaje abrazadera para el Sistema de corte.
Fuente: Autor (Gabriela León)

Las abrazaderas metálicas fueron montadas sobre la platina que contiene a la mordaza, fue unida por dos ejes en el extremo superior e inferior además se ubicó en una abrazadera un tercer eje que ayuda a transmitir el movimiento de corte del cilindro neumático.



Figura 6.31. Recubrimiento de elementos de la máquina.
Fuente: Autor (Gabriela León)

Como se ilustra en las figuras las partes de la máquina fueron cubiertas con pintura y fondo de pintura **POLIAMIDA**, utilizada para elementos que no sean de acero inoxidable y que se encuentren en contacto con alimentos.

La poliamida no es tóxica, actualmente es utilizada en hospitales y lugares que están en contacto con el ser humano o con productos alimenticios para consumo del mismo.

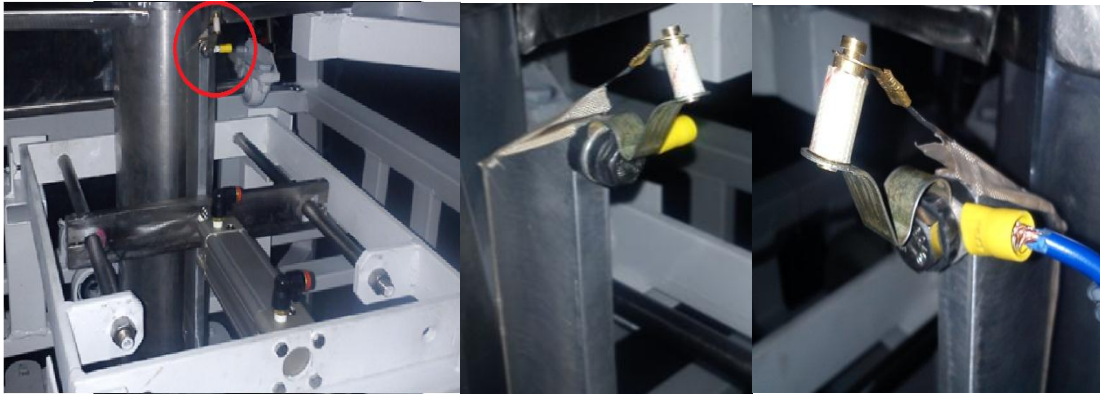


Figura 6.32. Montaje de niquelinas del Sistema de sellado vertical.
Fuente: Autor (Gabriela León)

La figura ilustra el montaje de los calefactores en el que se puede notar q se utilizaron como aislantes productos cerámicos en la base de las niquelinas ,plástico y un aislante eléctrico que fue de caucho que se puede observar en los conectores de corriente que van a las niquelinas.

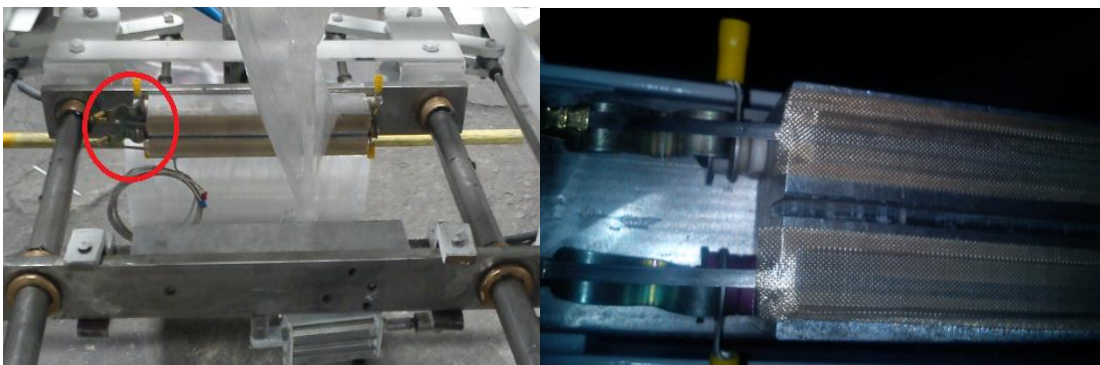


Figura 6.33. Montaje de calefactores del Sistema de sellado horizontal.
Fuente: Autor (Gabriela León)

Para realizar el montaje del sistema de calefactores portadores de las niquelinas se requirió colocar tensores a los extremos de cada niquelina, en ellos aislante térmico cerámico, aislante plástico en los conectores de corriente a las niquelinas y aislante de tela Cambridge que recubre a la niquelina y evita que el plástico se pegue a este



Figura 6.34. Montaje de calefactores del Sistema de corte horizontal.
Fuente: Autor (Gabriela León)

En el montaje del sistema de corte del papel de empaque se colocó silicón empleado como amortiguamiento para evitar la destrucción por impacto que puede generar el cilindro neumático.

6.1.3. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

Nombre	Duración	Inicio	Terminado
Selección de ejes para la Banda	1 day	12/12/11 08:00 AM	12/12/11 05:00 PM
Selección de Correas para el montaje de ejes	1 day	13/12/11 08:00 AM	13/12/11 05:00 PM
Selección de rodamientos	1 day	14/12/11 08:00 AM	14/12/11 05:00 PM
Selección de Material para la estructura del motor	1 day	15/12/11 08:00 AM	15/12/11 05:00 PM
Soldadura de la Estructura total	1 day	16/12/11 08:00 AM	16/12/11 05:00 PM
Montaje	1 day	17/12/11 08:00 AM	19/12/11 05:00 PM

Figura 6.35. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de transporte 1.
Material: Acero A36.
Fuente: Software OpenProj

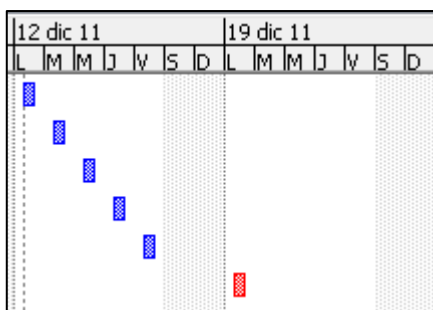


Figura 6.36. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de transporte 2.
Material: Acero A36.
Fuente: Software OpenProj

Factores a tomar en cuenta para este sistema:

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

- Que la banda se encuentre encajada en los rodillos.
- Que se encuentren alineados los dos ejes
- Que por el proceso de soldadura no se pandee el material.
- Que la soldadura sea de calidad.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente detallados se tiene:

- La soldadura se realizó utilizando suelda MIG.
- Se utilizó un cordón o grosor de soldadura de 0.5 a 1cm aproximadamente para que soporte las presiones.

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

- El sistema de transporte debe ser fácilmente removido en caso de mantenimiento.
- 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.
- Soportes soldados utilizando suelda MIG.
- Se utilizó un cordón o grosor de soldadura de 0.5 cm aproximadamente.



Figura 6.37. Montaje Sistema de transporte 1
Fuente: Autor (Gabriela León)

La figura ilustra la banda transportadora que está montada sobre dos ejes unidos a dos rodamientos los mismos que dan el movimiento de rotación a estos, la cinta transportadora está hecha de material especial para alimentos y posee 5 perfiles que facilitan el transporte del producto empacado.



Figura 6.38. Sistema de transporte 2
Fuente: Autor (Gabriela León)

En la figura se puede observar la estructura de la banda para la cual se utilizó ángulos de acero ubicados transversalmente uniéndose a dos tubos cuadrados de una pulgada sobre los cuales descansa la estructura principal de la banda y a la vez permite unir el sistema de la banda con el motor



Figura 6.39. Sistema de transporte rodamientos
Fuente: Autor (Gabriela León)

En la figura se ilustra el montaje del eje motriz de 3 pulgadas en el cual se soldó un eje más pequeño de una pulgada con la finalidad de unirlo al diámetro interior de un rodamiento que es el que permite el movimiento del eje y éste a su vez está empotrado sobre una correa metálica de 2 x 3 pulgadas.



Figura 6.40. Montaje del Sistema de tensión de eje.
Fuente: Autor (Gabriela León)

La figura muestra el montaje del eje de retorno de 3 pulgadas sobre el diámetro externo de un rodamiento que es el que ayuda a dar el movimiento de rotación al eje, para producir el tensionamiento de la banda se monta un eje de 1 pulgada dentro del diámetro interno del rodamiento y en su extremo contrario se ubica un perno unido a la estructura principal de la banda que es el que al ajustarlo permitirá que la banda se tense.



Figura 6.41. Montaje del motor para el Sistema de transporte.
Fuente: Autor (Gabriela León)

La figura muestra el montaje del motor a la banda para la cual se utilizó una brida unida al eje principal del motor por un extremo y por el otro unido al eje pequeño de una pulgada.

6.1.4. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN Y CONTROL DE PESO

Nombre	Duración	Inicio	Terminado
Dimensionamiento del material para la estructura	1 day	20/12/11 08:00 AM	20/12/11 05:00 PM
Soldado de la estructura	1 day	21/12/11 08:00 AM	21/12/11 05:00 PM
Cemntsrdo del Pistón	1 day	22/12/11 08:00 AM	22/12/11 05:00 PM
Montaje del Pistón	1 day	23/12/11 08:00 AM	23/12/11 05:00 PM

Figura 6.42. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de clasificación y control 1.

Fuente: Software OpenProj

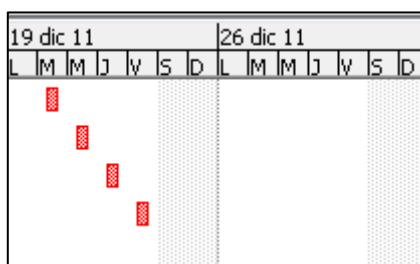


Figura 6.43. Diagrama de Gantt construcción del Sistema de clasificación y control 2.

Fuente: Software OpenProj



Figura 6.44. Montaje del Sistema de clasificación y control de peso 1

Fuente: Autor (Gabriela León)

La figura muestra el montaje del sistema de clasificación y control de peso del producto terminado el cual consta de una base en el que se ubican los cilindros, también posee un tubo para sujetar a la plancha de acero inoxidable.

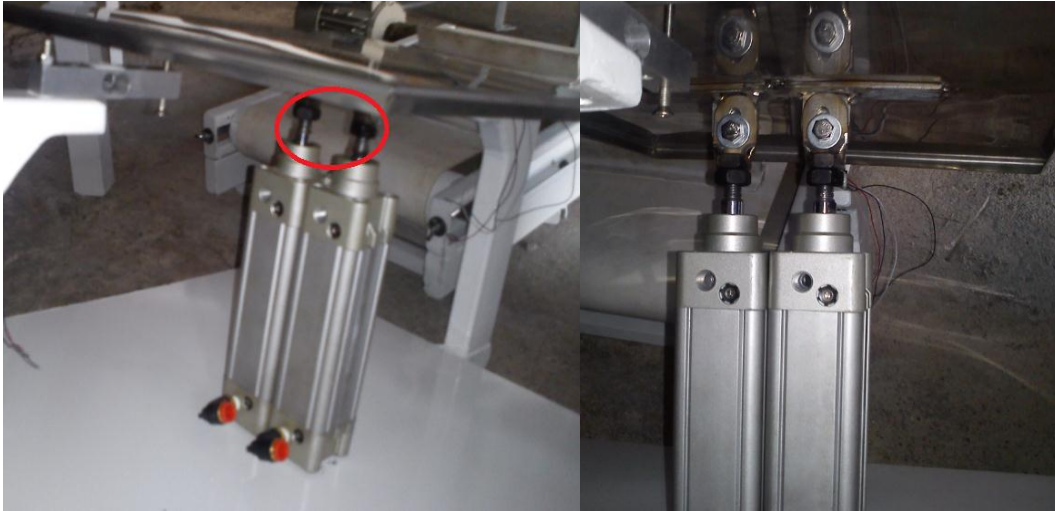


Figura 6.45. Montaje del Sistema de clasificación y control de peso 2
Fuente: Autor (Gabriela León)

La figura muestra el montaje de los cilindros neumáticos y la celda de carga a la plancha de acero inoxidable.

6.1.5. MONTAJE TABLERO DE CONTROL DEL PLC

El tablero de control está constituido de dos partes, el tablero de potencia en el que se encuentran los variadores y contactares, y el tablero de control donde se encuentra el PLC, expansiones, HMI, fuente, relays, diodo en antiparalelo.

Este tablero está montado sobre una mesa que se ubicara a medio metro del lado izquierdo de la máquina, lugar apropiado ya que no obstaculiza la visibilidad ni afecta en el proceso de producción de empaclado del producto.

Para el montaje del tablero de control se realizó los siguientes pasos:

- Ubicar los diferentes elementos del PLC sobre un riel din.
- Revisar la arquitectura de montaje de los componentes Siemens teniendo de la siguiente manera: PLC – Expansión 1212-Expansión Analógica, ubicados en ese orden de izquierda a derecha.

- Colocar relays externos de 24v para proteger las salidas del PLC para que en caso de existir alguna falla sea afectado este y no el PLC.
- Utilizar porta relays de riel din para el montaje de los relays externos.
- Ubicar un diodo en antiparalelo sobre la alimentación del relej externo para evitar que los voltajes de regreso que son picos muy altos afecten a los componentes.
- Para proteger el sistema se utilizó un contactor trifásico, 2 fusibles de 110 y porta fusibles de riel din.



Figura 6.46. Tablero de control del PLC
Fuente: Autores (Gabriela León, Germán Vaca)

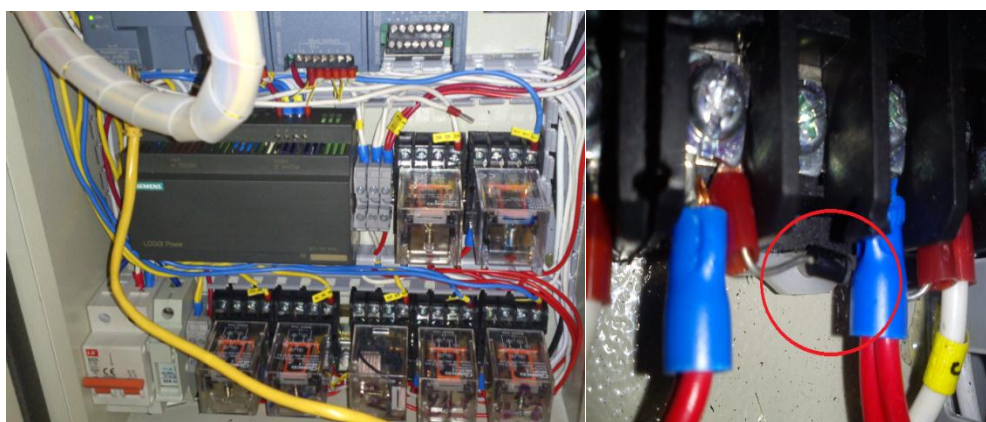


Figura 6.47. Tablero de control del PLC
Fuente: Autores (Gabriela León, Germán Vaca)

6.1.6. MONTAJE SISTEMA NEUMÁTICO

Para el montaje del sistema neumático se emplearon los elementos que se detallan a continuación:

- Entrada macho al ingreso del filtro del sistema, para conexión con la salida de la manguera del compresor.
- Reducción de 1/2" a 5/8" para la salida del filtro del sistema.
- Manguera de 5/8".
- Conectores de 5/8" para los cilindros neumáticos y electroválvulas.
- T de unión de manguera de 5/8".



Figura 6.48. Montaje 1 Sistema neumático
Fuente: Autores (Gabriela León, Germán Vaca)



Figura 6.49. Montaje 2 Sistema neumático.
Fuente: Autor (Gabriela León)

La figura ilustra el montaje realizado para distribuir el aire del filtro de control a las electroválvulas y de ellas a los diferentes cilindros que actuarán en el proceso de la máquina.

Filtro de aire

Cuando se utiliza sistemas neumáticos es recomendable usar un sistema de protección como es un filtro de aire y regulador de presión. En este caso se usará un sistema de filtro marca AIRTAG 10 Bares que soporta hasta 10 bares de presión.

6.1.7. MONTAJE DEL TABLERO DE CONTROL DEL MOTOR\

Para el montaje del tablero de control se realizaron los siguientes pasos:

- Se abrió la caja de configuración del motor y se colocó en voltaje bajo.
- Se montó el variador sobre un riel din y este a su vez sobre el tablero de control.



Figura 6.50. Montaje del tablero de control de los motores
Fuente: Autores (Gabriela León, Germán Vaca)

6.2. ANALISIS DE COSTOS

6.2.1. COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

En este capítulo se procede a detallar los costos de la fabricación del proyecto. Para lo cual se dividen en costos directos y costos indirectos.

6.2.1.1. Costos directos

Estos costos son los invertidos en la construcción del sistema de sellado, válvulas de sellado y pesado además del sistema de transporte.

MATERIAL MECANICO	CANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
EJE DE 1" AISI 304	1m	30	30
EJE DE 1/2" AISI 304	2m	7.5	15
EJE DE 3" ALUMUNIO PRODAX	1m	160	160
TUBO RECTANGULAR 2" X 1" x 2mm A36	18m	4.15	74.7
EJE DE 1" ¼ DE BRONCE FOSFÓRTICO	.5m	120	60
RODAMIENTOS DE 1"	2	9	18
PLATINA 3" x ½" A 36	4m	13	52
PLATINA 2" x ½" A 36	4m	10	40
PLATINA DE 2"X ½" AISI 304	1m	25	25
PLATINA DE 2"X 3/8" AISI 304	1m	20	20
EJE DE 5/8" AISI 304	2m	9	18
RODAMIENTOS DE 1"	2	8	16
PÉRNOS 1/4x 1" 1/2 CON TUERCAS Y RODELAS	4	0.4	1.6

AISI 304			
PÉRNOS 1/4 x 1 1/2" CON TUERCAS Y RODELAS	5	.4	2
PÉRNOS 1/4" X 1" CON TUERCAS Y RODELAS	5	.3	1.5
ROTULAS M8	4	80	320
PÉRNOS 3/8" X 1 1/2" CON TUERCAS Y RODELAS	4	.4	1.6
CORREA DE (60 x 30 x 2) mm A36	2m	6	12
ÁNGULO 1" x 1/8" A36	30m	2.25	67.5
TUBO REDONDO 3" SIN COSTURA	1m	8	8
TUBO REDONDO 1" SIN COSTURA	1m	6	6
ACOPLE LOVE JOY L-090	1	75	75
TUERCAS 1/2 AISI 304	4	0.7	2.8
TUERCAS 3/4 AISI 304	4	0.9	3.6
ESPARRAGOS 1/4 x 1" 1/2	6	.35	2.1
PÉRNOS 1" 1/2X 1/4" CON TUERCAS Y RODELAS	5	.3	1.5
BANDA FDA	1	200	200
PÉRNOS ALEN 1/4 x 1" 1/2 AISI INOX	5	0.8	4
PÉRNOS CABEZA AVELLANADA 1/2 X 2"1/2	6	.35	2.1
PLANCH DE ACERO 304 2mm	1/4	268.8	67.2
TOTAL	1307.2		

Tabla 6.1. Costos directos
Fuente: Autor (Gabriela León)

En esta parte del proceso se creyó conveniente dar el trabajo por horas.

PROCESO	TIEMPO (h)	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
TORNO	80	4.5	360
FRESA	30	4.5	135
SUELDA MIG	50	2.5	125
TOTAL	535		

Tabla 6.2. Costos de mecanizado
Fuente: Autor (Gabriela León)

MAQUINA	TIEMPO (h)	COSTO (h)	COSTO TOTAL
MAQUINARIA PEQUEÑA	30	2.5	75
ENSAMBLAJE	120	4	480
PULIDO,LIMPIEZA,PINTURA,ETC	30	2.5	75
TOTAL	630		

Tabla 6.3. Costos de ensamblaje
Fuente: Autor (Gabriela León)

6.2.1.2. Costos indirectos

Estos costos son los que no intervienen en la fabricación o construcción de la máquina y son las derivaciones de los costos directos.

DETALLES	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
FONDO POLIAMIDA	2LT	30	60
PINTURA POLIAMIDA	1 LT	30	30
PLASTICO TRANPARENTE CALIBRE 3	20K	7.9	158
GRASA GRADO ALIMENTICIO	1K	86	86
LIJAS	15	0.25	3.75
DISCOS DE CORTE Y PULIDO	8	3.5	28
DESOXIDANTE	2 LT	3	6
LIMPIADOR QUIMICO	2 LT	30	60
TOTAL	431.75		

Tabla 6.4. Costos indirectos
Fuente: Autor (Gabriela León)

RUBRO	COSTO TOTAL
COSTOS DE MATERIALES MECANICOS Y NORMALIZADOS	1307.2
COSTOS DE MECANIZADO	535
COSTOS DE ENSAMBLE	630
COSTOS INDIRECTOS	431.75
TOTAL	2903.95

Tabla 6.5. Costo total
Fuente: Autor (Gabriela León)

MATERIAL	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
MOTORES TRIFASICOS SIEMENS DE 1/2HP	3	175	525
VARIADORES DE FRECUENCIA G110	3	210	630
PANEL DE PROGRAMACION	1	50	50
PLC SIEMENS S7200	1	500	500
PANTALLA TOUCH	1	650	650
RELES DE ESTADO SOLIDO 24V	7	8	56
CABLE 10	10	0.4	4
CABLE 14	45	0.3	13.5
CABLE 16	45	0.25	11.25
CONECTORES TIPO CUÑA 1/4	50	0.15	7.5
CONECTORES TIPO OJO 1/4	50	0.15	7.5
NIQUELINAS 1000mm X 3mm	2	6	12
TELA AISLANTE	1m	5	5
GABINETES (30 x40x15)	2	30	60
MANGUERA CORRUGADA 1/2	30m	0.4	12
MODULO DE EXPANSIÓN ANALOGICA	1	750	750
TRANSFORMADOR 110V A 24DC	1	25	25
TRANSFORMADOR 110V A 24V	2	25	50
TOTAL	3368.75		

Tabla 6.6. Costos de los elementos eléctricos y electrónicos
Fuente: Autor (Gabriela León)

CAPÍTULO 7

7. PRUEBAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA SELLADORA

7.1. PROTOCOLO DE PRUEBAS Y MANTENIMIENTO.

Se han realizado una serie de pruebas a la máquina con la finalidad de verificar el funcionamiento de cada uno de los sistemas tanto individual como de la máquina completa tomado en cuenta las descripciones planteadas.

En este protocolo se deben realizar las pruebas tanto en vacío como con carga,

Se debe evaluar los siguientes aspectos

- Ensamblaje: consta de sistema mecánico, neumático y eléctrico.
- Material de empaque
- Sellado del empaque
- Corte del papel de empaque
- Clasificación y transporte del producto
- Rendimiento

7.1.1. PRUEBAS EN VACIO

Con la finalidad de determinar el perfecto funcionamiento del sistema se deben realizar las pruebas necesarias para lo cual se ha determinado probar cada uno de los sistemas construidos y verificar su correcto desempeño.

7.1.1.1. Ensamblaje

Para el ensamblaje de la máquina es de suma importancia tener en cuenta los aspectos que se detallan a continuación:

- Verificar la ubicación correcta de los elementos de los diferentes sistemas que posee la máquina.
- Revisar que cada uno de los elementos se encuentran ubicados en el lugar que le corresponde.
- Verificar cada uno de los elementos se encuentran correctamente lubricados.
- Examinar si la presión del aire regulada en la unidad de mantenimiento de la máquina es a 90 PSI.
- Revisar si la presión de aire no produce fugas y el sistema de cañerías, uniones y T se encuentran en perfecto estado.
- Revisar si las instalaciones eléctricas y electrónicas estén conectadas correctamente.

7.1.1.2. Material de empaque

- Verificar si el material de empaque se encuentra centrado en relación al cuello formador
- Revisar que el papel de empaque se encuentra en perfectas condiciones luego de pasar por el formador es decir no sufre arrugamiento.

7.1.1.3. Sellado del material de empaque

- Verificar que los calefactores se encuentran ubicados y tensionados correctamente.
- Revisar que la temperatura programada para realizar el sellado del material de empaque sea la ideal.
 - Revisar si la presión seleccionada el pistón permite la apertura y cierre sin dificultad y en un tiempo prudente.

7.1.1.4. Corte del material de empaque

- Verificar que la cuchilla del mecanismo de corte se encuentre perfectamente sujeta.

- Revisar que el mecanismo de corte funcione correctamente y no presente ningún problema.

7.1.2. PRUEBAS CON CARGA

Con la finalidad de determinar el perfecto funcionamiento del sistema se deben realizar las pruebas necesarias para lo cual se ha determinado probar cada uno de los sistemas construidos y verificar su correcto desempeño.

7.1.2.1. Corte del material de empaque

- Verificar que el accionamiento de las mordazas sea el correcto es decir que el sistema posea la apertura y el espacio necesario para poder realizar el sellado sin que los materiales pasen sin topar las mordazas
- Revisar que el sellado del material de empaque sea el ideal con la finalidad de obtener un sellado de calidad.
- Verificar que el sellado del material de empaque sea resistente.
- Revisar si la presión seleccionada del pistón permite la apertura y cierre sin dificultad y en un tiempo prudente.

7.1.2.2. Sistema de clasificación

- Verificar que el sistema permita controlar el peso requerido del producto empacado mediante el control de peso que este sistema posee.
- Revisar si la presión seleccionada del pistón permite la apertura y cierre sin dificultad y en un tiempo prudente.

7.1.2.3. Sistema de transporte

- Revisar que la banda funcione correctamente y sea capaz de transportar el producto terminado.
- Verificar que el sistema permite que el producto llegue a bodega en perfectas condiciones.
- Verificar si el mecanismo de transporte como es la banda transportadora como gira a las rpm indicadas.

7.1.2.4. Rendimiento

- Verificar el rendimiento de la máquina, teniendo que producir 60 unidades x hora tanto de 1lib. como de 1Kg, siendo ese el requerimiento de la fábrica.

7.2. ANÁLISIS Y CALIBRACIÓN DE LOS SISTEMAS

7.2.1. ANÁLISIS SELLADO VERTICAL

En el sellado vertical se presentaron inconvenientes con las niquelinas las mismas que quemaban el material de empaque, además existía un desalineamiento de ejes de movimiento, para lo cual se procedió a realizar los pasos pertinentes que se detallan en la siguiente tabla.

Elemento	Problemas	Solución	Pruebas
Niquelinas	Queman el papel de empaque	○ Calibrar. control On-Off	8
		○ Verificar. tiempo de sellado.	6
Ejes de Movimiento	Desalineación	○ Torneado	8
		○ Lubricación.	6
		○ Ajuste montaje.	7
		○ Ajuste turecas de ejes	5
TOTAL			40

Tabla 7.1. Número de pruebas en el Sistema de sellado vertical

Fuente: Autor (Gabriela León)

La solución a estos dos inconvenientes fueron encontrados luego de realizar 40 pruebas.

7.2.2. ANÁLISIS SELLADO HORIZONTAL

En el sellado horizontal se presentaron inconvenientes con las niquelinas las mismas que quemaban el material de empaque, además existía un

desalineamiento de ejes de movimiento y por último el sistema de corte no realizaba su función, para dar solución a los inconvenientes antes mencionados se procedió a realizar los pasos pertinentes que se detallan en la siguiente tabla.

Elemento	Problemas	Solución	Pruebas
Niquelinas	Queman el papel de empaque	○ Calibrar. control On-Off	4
		○ Verificar. tiempo de sellado.	9
Ejes de Movimiento	Desalineación	○ Torneado	4
		○ Lubricación.	5
		○ Ajuste montaje.	8
		○ Ajuste turecas de ejes	5
Sistema de corte	No corta	Alinear cuchillas	7
TOTAL			42

Tabla 7.2. Número de pruebas en el Sistema de sellado y corte horizontal.

Fuente: Autor (Gabriela León)

La solución a estos tres inconvenientes fueron encontrados luego de realizar 42 pruebas.

7.2.3. ANÁLISIS SISTEMA DE VERIFICACIÓN

En el sistema de verificación se presentaron inconvenientes con el pesaje y la clasificación de las unidades correctas de las erróneas, para dar solución a los inconvenientes antes mencionados se procedió a realizar los pasos pertinentes que se detallan en la siguiente tabla.

Elemento	Problemas	Solución	Pruebas
Sistema de clasificación de peso erróneo.	No expulsa	○ Calibrar la sensibilidad	30
Sistema de clasificación de peso correcto.	No expulsa	○ Calibrar la sensibilidad.	30
TOTAL			60

Tabla 7.3. Número de pruebas en el Sistema de control

Fuente: Autor (Gabriela León)

La solución a los inconvenientes fueron encontrados luego de realizar 60 pruebas.

7.3. PRUEBAS DEL SISTEMA EN FUNCIONAMIENTO

Para obtener una máquina eficiente y corregir los posibles errores se realizaron pruebas de calibración en los diferentes sistemas.

7.3.1. CALIBRACIÓN TEMPERATURA DE SELLADO VERTICAL

En el sistema de sellado vertical se realizaron 20 pruebas para determinar la temperatura a la que los calefactores funcionan correctamente.

N° PRUEBAS	Sellado Necesario (mm)	Sellado de la Máquina (mm)	Fugas	Temperatura °C
1	350	330	Si	81
2	350	343	Si	84
3	350	344	Si	87
4	350	347	Si	90
5	350	348	Si	93
6	350	350	No	96
7	350	350	No	99
8	350	350	No	102
9	350	350	No	105
10	350	350	No	108
11	350	350	No	111
12	350	350	No	114
13	350	350	No	117
14	350	350	No	120
15	350	350	No	123
16	350	347	Si	126
17	350	348	Si	129
18	350	344	Si	132
18	350	345	Si	135
20	350	344	Si	138

Tabla 7.4. Temperatura calefactores sellado vertical
Fuente: Autor (Gabriela León)

Una vez obtenido los valores se determinó que la temperatura necesaria en los calefactores para realizar el sellado vertical es de 93°C, a partir de esta temperatura el sellado es óptimo es decir no posee fugas.

Una vez obtenido los valores se determinó que la temperatura máxima en los calefactores para realizar el sellado vertical es de 126°C, a partir de esta temperatura el sellado comienza a deformar o quemar el material de empaque.

Una vez obtenido los valores se determinó que la temperatura ideal de trabajo está entre los 96 y los 120 °C, en ese rango de temperatura el sistema sella correctamente sin tener fugas y no produce lesiones al material de empaque en el sellado vertical.

7.3.2. CALIBRACIÓN TEMPERATURA DE SELLADO HORIZONTAL

En el sistema de sellado horizontal se realizaron 20 pruebas para determinar la temperatura a la que los calefactores funcionan correctamente.

N° pruebas	Sellado necesario (mm)	Sellado de la máquina (mm)	Fugas	Temperatura °C
1	220	216	Si	81
2	220	216	Si	84
3	220	218	Si	87
4	220	217	Si	90
5	220	219	No	93
6	220	220	No	96
7	220	220	No	99
8	220	229	No	102
9	220	220	No	105
10	220	220	No	108
11	220	220	No	111
12	220	220	No	114
13	220	220	No	117
14	220	220	No	120
15	220	220	Si	123
16	220	220	Si	126
17	220	220	Si	129
18	220	216	Si	132
18	220	218	Si	135
20	220	215	Si	138

Tabla 7.5. Temperatura calefactores sellado horizontal

Fuente: Autor (Gabriela León)

Una vez obtenido los valores se determinó que la temperatura necesaria en los calefactores para realizar el sellado horizontal es de 90°C, a partir de esta temperatura el sellado es óptimo es decir no posee fugas.

Una vez obtenido los valores se determinó que la temperatura máxima en los calefactores para realizar el sellado horizontal es de 123°C, a partir de esta temperatura el sellado comienza a deformar o quemar el material de empaque.

Una vez obtenido los valores se determinó que la temperatura ideal de trabajo está entre los 90 y los 120°C, que es cuando el sistema sella correctamente sin tener fugas y no produce lesiones al material de empaque en el sellado vertical.

7.3.3. CALIBRACIÓN TIEMPO DE SELLADO CALEFACTORES SELLADO HORIZONTAL

Para determinar el tiempo correcto del sellado se lo realizará tomando como base una temperatura que sea común en los dos procesos de sellado y que este dentro del rango óptimo, para esta calibración se realizaron 20 pruebas.

N° PRUEBAS	TEMPERATURA °C	TIEMPO DE SELLADO	FUGAS
1	115	1	Si
2	115	1,2	Si
3	115	1,4	Si
4	115	1,6	Si
5	115	1,8	No
6	115	2	No
7	115	2,2	No
8	115	2,4	No
9	115	2,6	No
10	115	2,8	No
11	115	3	No
12	115	3,2	No
13	115	3,4	No
14	115	3,6	No
15	115	3,8	Si
16	115	4	Si
17	115	4,2	Si
18	115	4,4	Si
18	115	4,6	Si
20	115	4,8	Si

Tabla 7.6. Tiempo de sellado de calefactores del sellado horizontal
Fuente: Autor (Gabriela León)

Una vez obtenido los valores se determinó que el tiempo mínimo necesario en los calefactores para realizar el sellado horizontal es de 1,6 segundos, a partir de este tiempo el sellado es óptimo es decir no posee fugas

Una vez obtenido los valores se determinó que el tiempo máxima en los calefactores para realizar el sellado horizontal es de 3,6 segundos, a partir de este tiempo el sellado comienza a deformar o quemar el material de empaque.

Una vez obtenido los valores se determinó que el tiempo ideal de trabajo está entre los 1,6 y 3,6 segundos, que es cuando el sistema sella correctamente sin tener fugas y no produce lesiones al material de empaque en el sellado vertical.

7.3.4. CALIBRACIÓN PRESIÓN DE TRABAJO DEL SISTEMA DE SELLADO

Para determinar el mayor número de ciclos de sellado - apertura de las compuertas neumáticas, con la fuerza necesaria sin producir daño a los demás elementos de la máquina, se realizó 20 pruebas a diferentes presiones.

N° PRUEBAS	PRESIÓN	CICLOS DE CERRADO APERTURA	FUERZA NECESARIA	PRODUCE DAÑO
1	3,2	24	No	No
2	3,4	27	No	No
3	3,6	30	No	No
4	3,8	33	No	No
5	4	36	Si	No
6	4,2	39	Si	No
7	4,4	41	Si	No
8	4,6	44	Si	No
9	4,8	47	Si	No
10	5	50	Si	No
11	5,2	53	Si	No
12	5,4	56	Si	Si
13	5,6	59	Si	Si
14	5,8	61	Si	Si
15	6	64	Si	Si
16	6,2	67	Si	Si
17	6,4	70	Si	Si
18	6,6	71	Si	Si
18	6,8	74	Si	Si
20	7	76	Si	Si

Tabla 7.7. Presión de trabajo del sistema de sellado

Fuente: Autor (Gabriela León)

Una vez obtenido los valores se determinó que la presión necesaria para mover las compuertas debe ser mayor a 3.2 bares, a partir de esta presión el sistema se comporta de manera estable y la apertura y cierre es normal sin complicaciones.

Una vez obtenido los valores se determinó que la presión máxima a la cual el sistema puede trabajar es de 5.4 bares, considerando que se produce un desgaste o maltrato en los elementos mecánicos propios de los sistemas de la máquina de pesaje como también en los elementos externos que son los del sistema de sellado.

Una vez obtenido los valores se determinó que la presión ideal de trabajo está entre los 3.2 y los 5.2 bares, con un máximo de ciclos de apertura – cierre de 53 por minuto.

Al tener un número máximo de ciclos apertura-cierre de 53 en un minuto se determina que 1 ciclo se lo realiza en 1.13 segundos; de la misma manera al realizarse 2 acciones en este tiempo se determina que el tiempo de cierre de las compuertas es de 0.57 segundos.

7.3.5. CALIBRACIÓN SISTEMA DE PESAJE

Para registrar el error que posee el sistema de pesaje de la máquina se utilizó una balanza digital CAMRY Modelo: EK3130 que posee una tolerancia de 5kg, con la comparación entre los valores obtenidos en esta balanza y los del sistema de pesaje de la máquina se verifica el comportamientos de los dos medio para poder registrar el error que existente.

N° PRUEBAS	PESO BALANZA	PESO SISTEMA DE LA MÁQUINA	ERROR (gr)	ERROR %
1	460	461,2	1,2	0,26
2	460	458	2	0,43
3	460	460,5	0,5	0,11
4	460	459,8	0,2	0,04
5	460	462,1	2,1	0,46
6	460	461,7	1,7	0,37
7	460	458,8	1,2	0,26
8	460	459,3	0,7	0,15
9	460	461,2	1,2	0,26
10	460	459,4	0,6	0,13
11	1000	998,2	1,8	0,18
12	1000	997,8	2,2	0,22
13	1000	1002,3	2,3	0,23
14	1000	1001,5	1,5	0,15
15	1000	1000,4	0,4	0,04
16	1000	999,1	0,9	0,09
17	1000	998,2	1,8	0,18
18	1000	996,4	3,6	0,36
19	1000	1003,3	3,3	0,33
20	1000	1001,5	1,5	0,15
ERROR			1,535gr	0,22%

Tabla 7.8. Calibración sistema de pesaje

Fuente: Autor (Gabriela León)

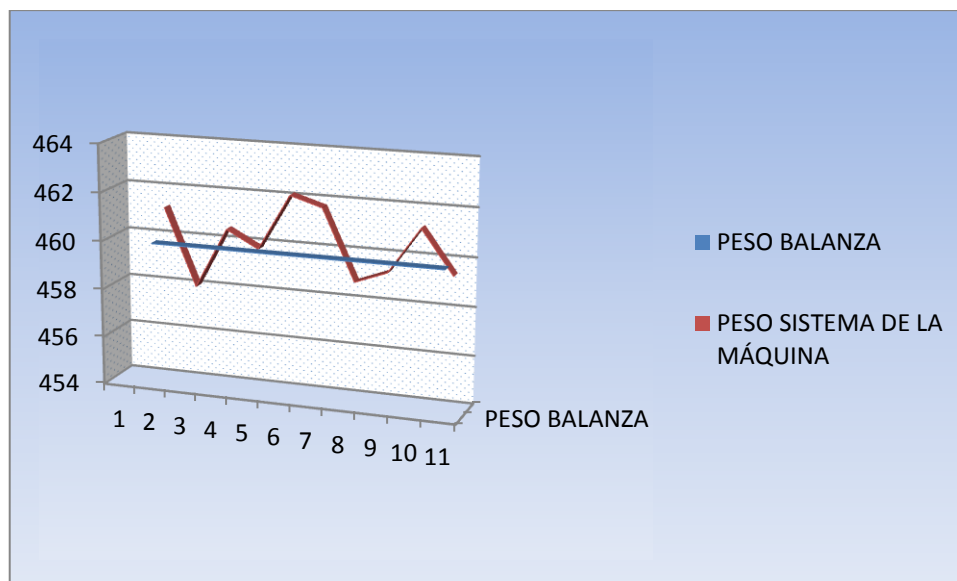


Figura 7.1. Rango de permisividad del peso de la balanza vs peso del sistema de la máquina (460gr)

Fuente: Autor (Gabriela León)

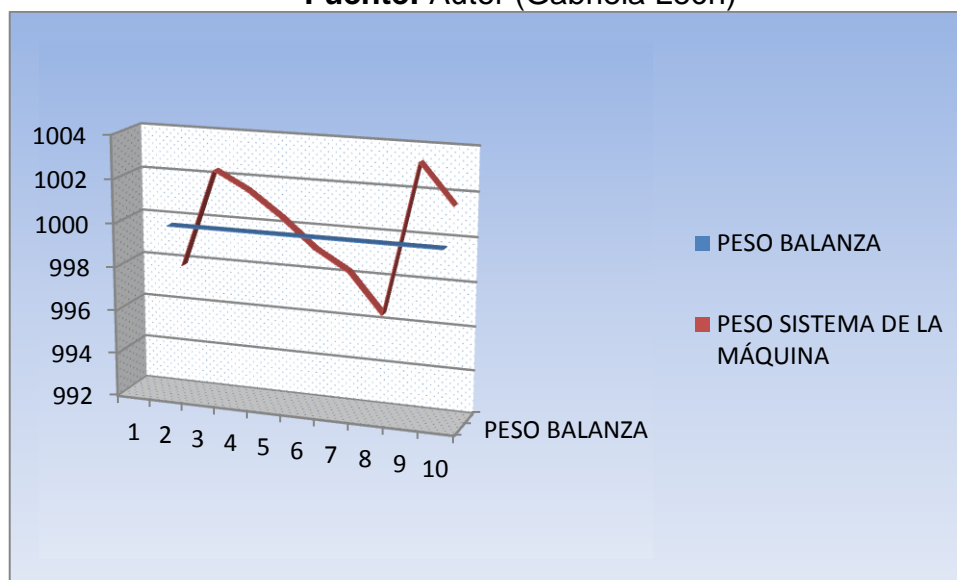


Figura 7.2. Rango de permisividad del peso de la balanza vs peso del sistema de la máquina (1000gr)

Fuente: Autor (Gabriela León)

Una vez obtenido los valores se determinó que el error de la máquina es de 0.22%

Una vez obtenido los valores se determinó que el error es un promedio de en la presentación de 460 es 1.14 gramos y en la presentación de 1000 es 1.93 gramos.

7.3.6. CALIBRACIÓN PESO REFERENCIAL VS SISTEMA DE VERIFICACIÓN

Para registrar el error que posee la máquina en la medición del sistema de pesaje y el de verificación, se realizó 10 pruebas con un peso con la cantidad de 460 gr y 10 con la cantidad de 1000gr.

N° de pruebas	Peso referencial	Peso sistema de verificación	Error %	Error total (gr)
1	460	472,2	2,65	12,2
2	460	465,5	1,2	5,5
3	460	470,5	2,28	10,5
4	460	478,8	4,09	18,8
5	460	466,1	1,33	6,1
6	460	475,7	3,41	15,7
7	460	458,8	0,26	1,2
8	460	475,3	3,33	15,3
9	460	465,2	1,13	5,2
10	460	465,7	1,24	5,7
ERROR			2,092%	9,62gr

Tabla 7.9. Sistema de pesaje vs. Sistema de verificación (460gr)
Fuente: Autor (Gabriela León)

N° de pruebas	Peso referencial	Peso sistema de verificación	Error %	Error total (gr)
1	1000	1008,2	0,82	8,2
2	1000	1013,8	1,38	13,8
3	1000	1010,3	1,03	10,3
4	1000	1011,5	1,15	11,5
5	1000	1020,4	2,04	20,4
6	1000	1005,1	0,51	5,1
7	1000	1020,2	2,02	20,2
8	1000	1015,4	1,54	15,4
9	1000	1012,3	1,23	12,3
10	1000	1014,5	1,45	14,5
ERROR			1,317%	13,17gr

Tabla 7.10. Sistema de pesaje vs. Sistema de verificación (1000gr)
Fuente: Autor (Gabriela León)

N° de pruebas	Peso referencial	Peso sistema de verificación	Error %	Error total (gr)
1	460	472,2	2,65	12,2
2	460	465,5	1,20	5,5
3	460	470,5	2,28	10,5
4	460	478,8	4,09	18,8
5	460	466,1	1,33	6,1
6	460	475,7	3,41	15,7
7	460	458,8	0,26	1,2
8	460	475,3	3,33	15,3
9	460	465,2	1,13	5,2
10	460	465,7	1,24	5,7
11	1000	1008,2	0,82	8,2
12	1000	1013,8	1,38	13,8
13	1000	1010,3	1,03	10,3
14	1000	1011,5	1,15	11,5
15	1000	1020,4	2,04	20,4
16	1000	1005,1	0,51	5,1
17	1000	1020,2	2,02	20,2
18	1000	1015,4	1,54	15,4
18	1000	1012,3	1,23	12,3
20	1000	1014,5	1,45	14,5
ERROR			1,704%	11,395gr

Tabla 7.11. Peso referencial vs. Sistema de verificación

Fuente: Autor (Gabriela León)

Una vez obtenido los valores se determinó que el error de la máquina es de 1.704%

Una vez obtenido los valores se determinó que el error es un promedio de en la presentación de 460 es 9.62 gramos y en la presentación de 1000 es 13.17 gramos.

7.3.7. CALIBRACIÓN SISTEMA DE PESAJE VS SISTEMA DE VERIFICACIÓN

Para registrar el error que posee la máquina entre el sistema de pesaje y el sistema de verificación se realizaron 20 pruebas, 10 con las variaciones del peso de 460 gr y 10 con las variaciones del peso de 1000gr.

Nº DE PRUEBAS	PESO SISTEMA DE PESAJE	PESO SISTEMA DE VERIFICACIÓN	ERROR TOTAL (gr)
1	475,6	472,2	3,4
2	470,4	465,5	4,9
3	469,1	470,5	1,4
4	468,8	478,8	10
5	472,1	466,1	6
6	468	475,7	7,7
7	467,1	458,8	8,3
8	469,2	475,3	6,1
9	473,7	465,2	8,5
10	470,4	465,7	4,7
11	1016,5	1008,2	8,3
12	1009,3	1013,8	4,5
13	1011,8	1010,3	1,5
14	1017,9	1011,5	6,4
15	1013,9	1020,4	6,5
16	1009,6	1005,1	4,5
17	1018,5	1020,2	1,7
18	1009,4	1015,4	6
18	1013,8	1012,3	1,5
20	1019,2	1014,5	4,7
ERROR			5,33gr

Tabla 7.12. Sistema de pesaje vs. Sistema de verificación

Fuente: Autor (Gabriela León)

Una vez obtenido los valores se determinó que el error entre los sistemas de pesaje y el de verificación de unidades terminadas de la máquina es de un promedio de 5.33 gramos.

Manteniéndose constante la cantidad de gramos erróneos en los dos sistemas, es decir que mantiene un error de medición sin importar la presentación seleccionada.

7.4. PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO

7.4.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO

7.4.1.1. Mantenimiento Preventivo

Es la acción técnica que se realiza en una máquina, con la finalidad de detectar algún problema potencial que tenga la máquina con la finalidad de evitar complicaciones en el sistema o de que se produzca un daño y de esta manera impedir una pérdida en la continuidad de la producción. Seliyu (2013. p.6)

7.4.1.2. Mantenimiento Correctivo

Este mantenimiento es la acción técnica que se realiza cuando algún sistema de la maquina ha sufrido algún desperfecto y es necesario sustituir el elemento defectuoso o si es posible repararlo, todo esto ocasiona pérdidas en la producción.

7.4.1.3. Mantenimiento Predictivo

Se basa en el conocimiento del estado operativo de una máquina, detectando una falla antes de que esta suceda, permite estimar la vida que le resta a un equipo como por ejemplo aislamiento, rodamientos, recipientes, motores, etc.

7.4.2. ACTIVIDADES EN EL MANTENIMIENTO

7.4.2.1. Inspección

Es el procedimiento de mantenimiento y producción, consistentes en visitas oculares a las diversas áreas industriales, con la finalidad de detectar procedimientos defectuosos, áreas peligrosas y riesgos potenciales, analizando y evaluando dichos riesgos, formulando medidas correctivas y/o controlando correcciones anteriores". Gran parte de los avances y éxitos de la Seguridad, se

deben al conocimiento de que determinados riesgos, podían y debían eliminarse y esto era factible mediante la práctica de la Inspección. Scribd (2012, p.1)

7.4.2.2. Calibración

La calibración consiste en realizar los correctivos de funcionamiento y poner a los equipos en las condiciones iniciales de operación, mediante el análisis de sus partes o componentes, actividad que se hace a través de equipos, instrumentos, patrones o estándares. Profeco (2013, p.2)

7.4.2.3. Limpieza

Consiste en la remoción de elementos extraños o nocivos a la estructura de los equipos.

7.4.2.4. Lubricación

Es la acción por medio de la cual se aplica un elemento viscoso entre cuerpos rígidos y móviles, con el fin de reducir la fricción y el desgaste de las partes.

7.4.2.5. Funcionamiento

Son pruebas que se efectúan a cada equipo, para determinar si el funcionamiento de este, está de acuerdo con las características de rendimiento y seguridad establecidas en el diseño y fabricación de estos. Los equipos que no reúnen estas exigencias se consideran no aptos para la prestación del servicio. Las pruebas deben realizarlas el personal técnico capacitado en cada uno de los diferentes equipos.

7.5. CONCLUSIONES

- Luego de realizar las pruebas necesarias de sellado se determinó que la máquina es más eficiente o produce un sellado perfecto cuando el rango de temperatura está entre los 90 a 120°C, pudiendo así ubicar dentro de este valores para realizar el control on-off de los calefactores.
Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito se determinó que la temperatura mínima será de 105°C y la temperatura máxima 115°C, ya que estos valores de temperatura se encuentran en los rangos aceptables tanto en sellado vertical como horizontal.
- El error en porcentaje entre la máquina de pesaje diseñada y la balanza comercial de 0,22% se mantiene en las presentaciones de 460 y 1000, pero no así la cantidad en gramos entre mayor es la cantidad a medir mayor es el error en gramos, esto se debe a que la máquina construida es inédita, uniendo sistemas tanto mecánicos, como electrónicos; a diferencia de la comercial que se fabrica por miles, sin embargo el error obtenido es bajo y permite a la máquina ser competitiva y fiable.
- El tiempo necesario para que los calefactores produzcan el sellado óptimo está en el rango de 1,6 a 3,6 segundos, por tal razón se seleccionó el tiempo de sellado en 2,5 segundos ya que está sobre el tiempo mínimo para que el empaque se una sin producir fugas y está bajo la temperatura en la que el sellado daña al material de empaque por exceso de calor.
- El tiempo de respuesta al cerrado de las compuertas no es inmediato demora 0.57 segundos, es este el tiempo máximo al que se puede reducirlo, ya que de esta manera trabaja a la presión máxima admitida en los rangos de tolerabilidad de los elementos mecánicos que es de 5.2 bares, si se aumentaría la presión el tiempo reduciría para el cierre pero de la misma manera se reduciría la vida útil de los elementos mecánicos.
- El sistema de clasificación de pesaje tiene un error de 1.704% total, sin embargo en la presentación de 460 gr el error es superior a la media y en la presentación de 1000 gr es inferior a la media. Estos errores se deben a que la constante de exceso y un error ya se trasmite del sistema anterior

de pesaje y a la dificultad de integrar el pesaje y clasificación en un solo sistema.

- La máquina concluida luego de haber realizado las pruebas y las calibraciones necesarias obtuvo un error promedio entre sistemas de 5,33 gramos, cabe recalcar que es una diferencia entre sistemas no la diferencia o error total, y al ser contruidos de manera diferente son sistemas medidores de peso totalmente distintos y al integrarlos dan un índice de error relativamente bajo que se encuentra bajo el error de medición obtenido en el capítulo de la situación actual de la empresa que era de 16,815gramos.

7.6. RECOMENDACIONES

- Analizar el comportamiento de los diferentes sistemas de la máquina a construir en comparación con los de una máquina existente, con la finalidad de determinar la factibilidad del proyecto y considerar si éste puede dar solución a los problemas existentes en la industria.
- Realizar calibraciones en los diferentes sistemas con la finalidad de obtener una máquina con procesos eficientes que contribuya a obtener una producción en serie de calidad.
- Verificar el funcionamiento de los sistemas con la finalidad de si existen sistemas que realicen la misma función simplificar esfuerzos en el funcionamiento y calibración de los mismos.
- Si el proceso de construcción ha concluido, comprobar que los diferentes sistemas se acoplen de manera óptima, de no ser así realizar un redimensionamiento haciendo hincapié en los procesos de mayor dificultad de construcción que generalmente resultan ser los de mayor complejidad al momento de su adaptación a la máquina completa.
- Realizar la suma total de los errores que poseen los sistemas construidos y determinar si el error total es menor al del diagnóstico inicial, en el caso de contar con financiamiento determinar si el error es aceptable para la empresa.

7.7. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS y MANUALES

- Almiron, M. (2008). Definición de diseños neumáticos.
- Croser, P. y Ebel, F. (2003). Neumatica básica. Festo Didactic.
- D. Roullonds, Catálogo de bandas transportadoras
- Creus, A. (2007). Neumática e Hidráulica: Editorial Alfaomega.
- García, E. Automatización de Procesos Industriales. Valencia: Editorial Servicio de Publicaciones Camino de Vera.
- INEN. (1981). Panela sólida y Panela Granulada. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma INEN 331 P 2.3.:2001
- Jiménez, S. (2003). Instalaciones Neumáticas(1ª ed.). España: Editorial UOC.
- Malvino, A. Principios de Electrónica(6ª ed.). España: Editorial McGraw-Hill.
- Mott, R. (2006). Diseño de Elementos de Máquinas (4ª ed.). México: Editorial Prentice Hall.
- Piedrafita, R. (2004). Ingeniería de la Automatización Industrial: Editorial Alfaomega.
- Rodriguez, B. (2000).Manual de Caña de Azúcar: EnCorpaica-Fedepanela.
- Sandoval G. (2004). Producción Mecánica de Panela Granulada. Ambato.

7.8. DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

REFERENCIAS

- Agroindustrias San Jacinto y compañía peruana de azúcar. Calendario 2001. Corte y transporte de la caña de azúcar. Disponible en :<http://ekeko2.rcp.net.pe/spero/cortetransportecana.htm>
- A.Serrano,Nicolas. Neumática Practica. Disponible en: <http://ekeko2.rcp.net.pe/www.sapiensman.com/neumatica9.htm>.
- A.Serrano,Nicolas. Neumática Practica. Disponible en: <http://ekeko2.rcp.net.pe/www.sapiensman.com/neumatica1.htm>.
- Antonio Miravete, página 194,transportadores y elevadores
- Bandas transportadoras. 2010. Disponible en: <http://ekeko2.rcp.net.pe/http://fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/>
- Bonomi. Máquinas Selladoras. Disponible en: <http://ekeko2.rcp.net.pe/www.bonomi-resistencias.com.ar/selladoras.html>
- Bronce Fosfórico. Disponible en: <http://ekeko2.rcp.net.pe/http://www.tetraflon.com/es/barras/bronze.html>
- Cabrera.8 de agosto de 2012.cintas transportadoras. Disponible en: <http://www.dcabrera.com.ar/>
- Cadena, Játiva y Loaisa. 29 de marzo de 2010. Pruebas de clarificación y concentración del jugo de caña en unas paneleras e acero inoxidable. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/>
- Características del Aluminio. Disponible en :<http://www.emmegroup.com/>
- Características Bronce Fosfórico. Disponible en: <http://www.bronce.biz/bronze/caracteristicas-del-bronze.html>
- Características el acero. Disponible en: <http://www.arqhys.com/construccion/acero-caracteristicas.html>
- Copyright.1996.Polyesters. Disponible en: <http://www.pslc.ws/spanish/pet.htm>
- Admin.11 de Abril de 2002.Foil de aluminio. Disponible en: <http://www.envapack.com/foil-de-aluminio/>
- Cintas transportadoras. 14 de enero de 2013. Disponible en: es.wikipedia.org/wiki/Cinta_transportadora
- Comunidad internacional de electrónica. 2000-2013.Soldado o Sellado con ultrasonido. Disponible en: <http://www.forosdeelectronica.com/f12/soldado-sellado-ultrasonido-10832/>
- Copyright. 2013. Inyección de gas. Disponible en: www.henkelman.com/es/tecnologia/inyeccion-de-gas.
- Copyright. 2005-2009Celdas e carga. Disponible en: www.ispc.com.mx/spc_celdas
- Ep Moreno. 2010. Repositorio digital EPN. Disponible en: <http://bolsasfasil.galeon.com/productos849985.html>
- Ferun.AISI 304. Disponible en: <http://www.ferrumaceros.com/aceros4.htm>
- Foa. 2006. Panela granulada. Disponible en: http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Procesados/PDV2.HTM

- Generalidades del Aluminio. Disponible en: <http://docseurope.electrocomponents.com/>
- Generalidades de las empacadoras. Disponible en: <http://www.directindustry.es/prod/delkor-systems/empacadoras-de-barquillas-58650-383758.html>
- Industrialización de jugo de caña. 25 de may de 2009. Extracción del jugo de caña. Disponible en: <http://industrializacionjugocana.blogspot.es/>
- Mantenimiento preventivo. Disponible en: <http://www.google.com.ec>
- Manual goodyear, pag 62
- Nutridieta. 3 de Agosto de 2012. Beneficios de azúcar panela. Disponible en: <http://www.nutridieta.com/beneficios-del-azucar-panela/>
- Ovelma. Febrero de 2013, Selladoras de impulso. Disponible en: www.industriasovelma.com/wp/gallery/selladoras-de-impulso.
- Ovelma. Febrero de 2013, Selladoras de calor constante tipo mordaza. Disponible en: www.industriasovelma.com/wp/gallery/selladoras-de-calor.
- Pam. 2010. Bandas trasportadoras y correas trasportadoras de materiales idoneoas. Disponible en: <http://www.procesosautomecanizados.com/banda-transportadora.htm>
- Pirámide del control SCADA. Disponible en: <http://fiis.unheval.edu.pe/laboratorios/laboratorio-cim.html>
- P Croser, F Ebel. 2003. Neumática básica. festo didactic. Disponible en: <http://st32caren2.blogspot.com/2008/07/definicin-desistemas-mecnicos.html>
- Polipropileno. 14 de agosto de 2005. Disponible en: www.Textoscientificos.com/polimeros/polipropileno.
- Siemens. Controlador lógico programable. Disponible en: <http://www.swe.siemens.com>
- Sumitec. Acero AISI-SAE 1045. Disponible en: <http://www.sumiteccr.com/>
- Tecnología de los polímeros, 16 de julio de 2012, Polietileno. Disponible en: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html>
- Wikipedia. 15 de marzo de 2012. Celdas de carga. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Celda_de_carga

ANEXOS

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	0.89	5.37	1.15
38	4	1.19	7.16	1.52
38	6	1.79	11.40	2.28
38	9	2.89	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	3.06	18.37	3.90
65	9	4.58	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	28.26	9.00
75	12	7.07	42.39	9.00
100	6	4.71	28.26	6.00
100	8	7.07	37.68	9.00
100	9	7.07	43.00	9.00
100	12	9.42	58.00	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	ASI 304	
Dureza HB	249-278	
Límite de fluencia	225 N/mm ²	
Aplicaciones	INDUSTRIAS ALIMENTICIAS, CERVECERA, AZUCARERA, ALIMENTICIA, UTENILLOS 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 del eje de acero inoxidable



PERFILES IMPORTADOS

ANGULOS

Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A36 SAE 1008
Otros 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	b			
AL 20X2	20	2	0,60	3,82	0,78
AL 20X3	20	3	0,87	5,27	1,11
AL 25X2	25	2	0,75	4,56	0,98
AL 25X3	25	3	1,11	6,88	1,41
AL 25X4	25	4	1,45	8,75	1,94
AL 30X3	30	3	1,38	8,10	1,71
AL 30X4	30	4	1,77	10,83	2,24
AL 40X3	40	3	1,81	11,00	2,31
AL 40X4	40	4	2,39	14,34	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	6,76	40,85	8,64
AL 75X8	75	8	8,92	54,10	11,39
AL 80X6	80	6	9,14	55,80	11,89
AL 100X6	100	6	9,14	55,80	11,84
AL 100X8	100	8	12,06	74,85	15,39
AL 100X10	100	10	15,04	93,21	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 1225mm

Planchas: 4 x fi plus
Largo y cantidades especiales bajo pedido

Tipo de estructura	Tipo de composición	Descripción de JIS*	Descripción de AISI**	Descripción de DIN***	COMPOSICIÓN QUÍMICA %					
					C	Si max	Mn	P max	S max	Ni
Austenito	17 Cr-5Ni-7Ni	SUS 201	301		0,15 max	1,00	5,50 - 7,50	0,06	0,030	3,50 - 5,5
	16 Cr-6Ni-10Mo	SUS 202	302		0,15 max	1,00	7,60 - 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	8,00 - 8,00
	18Cr-8Ni-highC	SUS 302	302	4300	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	8,00 - 10,00
	18Cr-8Ni	SUS 304	304	4301	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	8,00 - 10,50
	18Cr-8Ni-extra-low-C	SUS 304 L	304L	4300	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	8,00 - 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 305 B	305 B	4845	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 - 15,00
	20Cr-30Ni	SUS 310 S	310 S		0,08 max	1,50	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	4404	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-12Ni-3.5Mo	SUS 317	317	4402	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	18,00 - 18,00
	18Cr-12Ni-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	8,00 - 13,00
Ferrite	18Cr-0Al	SUS 435	435	4302	0,08 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,08 max
	18Cr	SUS 438	438	4308	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	18Cr	SUS 430	430	4316	0,12 max	0,75	1,00 max	0,04	0,030	0,08 max
	18Cr-Mo	SUS 434	434	4313	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Martensite	13Cr-low Si	SUS 403	403	4034	0,15 max	0,50	1,00 max	0,04	0,030	0,08 max
	13Cr	SUS 410	410	4030	0,15 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,08 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		0,50 - 0,75	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Endurecido por fosforación	17Cr-7Ni-3Al	SUS 631	631		0,20 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

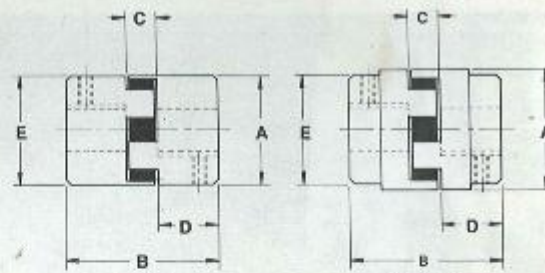
ANEXO A6: Planchas inoxidables

Elastomeric Jaw Type

Dimensional Data

L Type

The Lovejoy elastomeric jaw type flexible couplings do not require lubrication and are the industry standard. They offer ease of assembly or disassembly; permit visual inspection of wear members (cushion types are easily inspected and can be removed quickly without disturbing the driving or driven units), and there is no wear on the metal jaws since the load is transmitted through the cushion (spider). These Lovejoy couplings are designed to perform even if the elastomeric member should fail!



Type L

Technical Selection Data: Misalignment at 1750 RPM

Model	Torque Range (In.-Lb.)	Misalignment Capability		Standard Materials	
		Max. Angular Offset Degrees	Max. Parallel Offset Inches	Body	Flexible Member
L	Up to 4,600	1°	.015	Sintered Iron and Cast Iron	Sox
C	Up to 18,900	1°	.015	Cast Iron and Ductile Iron	NBR Rubber
H	Up to 119,700	1°	.015	Ductile Iron	NBR Rubber

Note: Maximum recommended angular and parallel misalignment is dependent on speed and nominal torque. For applications with greater misalignment requirements we suggest you contact Lovejoy Engineering for recommendations. See page 8 for optional materials data.

L Type Technical Selection Chart

Coupling No.	Rated Torque In.-Lbs		HP/100 RPM		Horsepower Capacity @ Varying Speed (RPM) with Rubber Spider				Max. Speed x 1000 RPM	Coupling Number	
	Rubber	Hytrel	Rubber	Hytrel	300	1200	1800	3600			
L-035	3.5	NA	.0056	NA	.016	.066	.10	.20	1/2	31.0	L-035
L-050	26.3	50	.041	.08	.125	.50	.75	1.5	3/4	18.0	L-050
L-070	43.2	114	.07	.18	.21	.84	1.2	2.4	3/4	14.0	L-070
L-075	90	227	.14	.36	.42	1.68	2.5	5.0	1	11.0	L-075
L-090	144	401	.23	.62	.66	2.76	4.0	8.0	1 1/4	9.0	L-090
L-095	194	581	.30	.9	.9	3.6	5.4	10.8	1 1/2	9.0	L-095
L-099	318	792	.50	1.25	1.5	6.0	9.0	18	1 3/4	7.0	L-099
L-100	417	1134	.66	1.80	2.0	8.0	11.9	23.8	1 3/4	7.0	L-100
L-110	792	2288	1.25	3.60	3.7	15	22	44	1 3/4	5.0	L-110
L-150	1240	3708	2.0	5.88	6.0	24	36	72	1 3/4	5.0	L-150
L-190	1728	4880	2.7	7.43	8	32	48	96	2 1/4	5.0	L-190
L-225	2340	6228	3.7	10.0	11	44	67	134	2 1/4	4.2	L-225
L-276	4716	NA	7.5	NA	22.5	90	135	270	2 1/4	4.2	L-276

NOTE: All ratings in the Technical Selection Charts are based on a service factor of 1.0. If a higher service factor is needed, please refer to Page 20, Step 2 of Coupling section, or see chart on page 126 for typical service factors.



Type L



ANEXO A7: Acople flexible

HOJA DE PROTOCOLO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO.							
MECANISMO:	FECHA:						RESPONSABLE
ASPECTOS DE EVALUACION	CALIFICACIÓN						OBSERVACION
	1	2	3	4	5	9	
MÁQUINAS							
Calibración							
Limpieza							
Lubricación							
Funcionamiento							
Otros							
EQUIPOS							
Actos inseguros							
Condiciones inseguras							
Limpieza							
Otros							
HERRAMIENTAS							
Actos inseguros							
Condiciones inseguras							
Limpieza							
Otros							
NOTA:							

ANEXO A8: Formato de mantenimiento

MANUAL DE USUARIO

El presente manual se detallará de la manera más clara posible con la finalidad de que el lector pueda comprender de mejor manera los pasos a seguir tanto para el funcionamiento como para el mantenimiento de la máquina.

En el presente manual de usuario el proceso está dividido en pasos básicos y específicos.

1. Antes de realizar el encendido de la máquina: Revisar que todo el cableado eléctrico electrónico de la máquina este en perfecto estado.
2. Revisar que todo el sistema neumático se encuentre en perfecto estado.
3. Revisar la conexión neumática analizando que la presión del compresor sea la adecuada, debe fluctuar entre 4 a 6 bares. Esta puede ser observada en la unidad de mantenimiento neumático
4. Revisar que el rollo de plástico de baja densidad tenga el suficiente material para el proceso a realizarse.
5. Seleccionar el tipo de proceso a realizar ya que la máquina está diseñada para realizar dos procesos de pesado uno de 460 gramos y el otro de 1000 gramos el cual se realiza directamente desde la HMI (pantalla táctil).
6. Seleccionar el tipo de proceso automático o de mantenimiento en la pantalla principal de la HMI.
7. Pulsar el botón color verde del armario de control y espera el tiempo de revisión automático del sistema.
8. Si se selecciona la opción de mantenimiento revisar los avisos que se pueden generar en la HMI (pantalla táctil), tanto de temperatura de las niquelinas, activación de motores, activación de cilindros neumáticos y las respuestas de las celdas de carga.
9. El usuario y operario deben estar atentos a cada uno de los procesos y si existiera algún problema aplicar el paro de emergencia que es el botón color rojo del armario de control.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

El manual de manteniendo se divide en tres partes eléctrico electrónico, neumático y mecánico:

MANUAL DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO

- Inspeccionar con un multímetro amperímetro, que la carga eléctrica sea la adecuada antes de la conexión de la entrada de voltaje principal de 220v.
- Revisar que todos los cables se encuentren ubicados correctamente y sin ninguna avería, a pesar que la máquina posee todo el cableado blindado por manguera corrugada para evitar la fácil manipulación de los mismos.
- Revisar que los cables que llegan a los calefactores se encuentren fijos y correctamente unidos.
- Si es necesario abrir el armario de control, encargar este trabajo a una persona que posea el conocimiento necesario ya que los elementos que este contiene son delicados y de costos elevados

MANUAL DE MANTENIMIENTO NEUMÁTICO

- Revisar el compresor en su totalidad tomando en cuenta los siguientes aspectos:
 1. **Cables de conexión.-** Que no tengan ningún tipo de cortes o parches.
 2. **Nivel y calidad de aceite.-** Todos los compresores tienen un nivel mínimo de aceite para su correcto funcionamiento el cual siempre está a simple vista en el armazón del mismo.
 3. **Nivel de ruido.-** Cuando se adquiere un compresor y se enciende por primera vez, se escucha que su funcionamiento tiene un sonido afinado y uniforme que podría cambiar cuando los pistones o los empaques no se encuentren en buen estado.

4. **Tiempo de carga.-** En este tiempo el operador debe poseer una relación con el proceso, ya que él y solo él sabe cuánto debe tomar el tiempo de carga total del compresor.
5. **Capacidad de carga.-** Se puede observar en el manómetro del compresor a simple vista, ya que cuando un compresor llega a este nivel se apaga automáticamente hasta que se descargue y vuelva a su nivel de arranque.
6. **Fugas en la salida del compresor.-** Muchas veces en las llaves o acoples de salida existen pequeñas fugas que se solucionan usando teflón.
7. **Revisar la válvula de desfogue.-** Esta válvula sirve para sacar el exceso de agua o grasa del tanque del compresor, esto se puede realizar antes de empezar el trabajo.
8. **Calidad de aire a la salida.-** Este paso se realiza abriendo la llave del compresor y revisar si no está saliendo con agua o aceite, si es así se debe realizar el paso anterior y nuevamente realizar esta revisión.
 - Realizar la revisión del nivel de presión del aire en la unidad de mantenimiento que debe estar entre 4 a 6 bares.
 - Escuchar que no existan fugas en todo el sistema neumático, la manera más simple es acercando la mano para sentir si existe la mencionada fuga.
 - Revisar que los acoples se encuentren bien asegurados para que no existan problemas tanto en las electroválvulas como en los pistones.

MANUAL DE MANTENIMIENTO MECÁNICO

- Revisar que la máquina se encuentre en una superficie plana con la finalidad que pueda trabajar sin ningún problema.
- Realizar una limpieza completa utilizando aire comprimido, teniendo mucho cuidado con las conexiones de los calefactores ya que son las que se encuentran exhibidas.
- Revisar que todo el equipo se encuentre lubricado con el lubricante que le corresponde, en este caso uno de grado alimenticio.
- Revisar que todas las bandas y pernos se encuentren con el ajuste óptimo de trabajo.

- Realizar una limpieza total de ejes y partes, utilizando para esto acetona grado poliamida (alimenticia)
- Lubricar los rodamientos y chumaceras cada cierto tiempo, se recomienda que podría ser cada 15 días máximo.
- Revisar el estado de los calefactores ya que estas sufren impactos repetidos en todo el funcionamiento del equipo, si es necesario cambiarlas.