



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS.

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA.

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN
INGENIERÍA EN MECATRÓNICA.

TEMA:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PLISADORA DE
TELA PARA FALDAS CAYAMBEÑAS.

AUTOR: EDWIN MAURICIO RUIZ RUIZ.

DIRECTOR: ING. OCTAVIO ARIAS.

IBARRA – ECUADOR.

2016.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003222658		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ruiz Ruiz Edwin Mauricio		
DIRECCIÓN:	Calle Coraza y Atahualpa, Peguche		
EMAIL:	edwin_ruiz@outlook.es		
TELÉFONO FIJO:	02690713	TELÉFONO MÓVIL:	0997925482

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PLISADORA DE TELA PARA FALDAS CAYAMBEÑAS.
AUTOR (ES):	Ruiz Ruiz Edwin Mauricio
FECHA: AAAAMMDD	2016-09-20
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Mecatrónica.
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Octavio Arias

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Ruiz Ruiz Edwin Mauricio, con cédula de identidad Nro. 1003222658, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 05 días del mes de octubre de 2016

EL AUTOR:


.....
Ruiz Ruiz Edwin Mauricio



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Ruiz Ruiz Edwin Mauricio**, con cédula de identidad Nro. **1003222658**, 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 (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PLISADORA DE TELA PARA FALDAS CAYAMBEÑAS**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **Ingeniería en Mecatrónica**. en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 05 días del mes de octubre de 2016

.....
Nombre: Ruiz Ruiz Edwin Mauricio.

Cédula: 1003222658



DECLARACIÓN

Yo, Edwin Mauricio Ruiz Ruiz, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte - Ibarra, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Edwin Mauricio Ruiz Ruiz
1003222658



CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de grado titulado: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PLISADORA DE TELA PARA FALDAS CAYAMBEÑAS.”, certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Ruiz Ruiz Edwin Mauricio, bajo mi supervisión.



Ing. Octavio Arias.

DIRECTOR DE TESIS.

AGRADECIMIENTO

A mi madre y padre por brindarme el apoyo constante, durante mi carrera.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza.

A mi director del proyecto Ing. Octavio Arias por su colaboración en la realización de la tesis.

DEDICATORIA.

Quiero dedicar este trabajo a mis padres Delia Marina Ruiz lema y Rafael Ruiz Lema, a mis hermanos, a mis abuelitos, quienes siempre me apoyan en todo momento de mi vida.

Edwin Ruiz

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA.....	VIII
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	XVII
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PLISADORA DE TELA PARA FALDAS CAYAMBEÑAS.....	XXI
RESUMEN.....	XXI
DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MACHINE PLEATED MACHINE FOR SKIRTS CAYAMBEÑAS	XXII
SUMMARY.....	XXII
Presentación.....	XXIII
1.CAPITULO I.....	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.5 ALCANCE.....	4
2CAPITULO	II
.....	6
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA CONFECCIÓN DE FALDAS.....	6
2.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA TELA.....	6
2.1.2 CORTE DE LA PRENDA.....	7
2.1.3 EL PROCESO DE PLISADO.....	9
2.1.4 MATERIALES UTILIZADOS EN EL PROCESO DE PLISADO.....	10
2.1.5 TIPOS DE PLISADO EN FALDAS CAYAMBEÑAS.....	10
2.1.6 MÁQUINAS EXISTENTE PARA ELABORACIÓN DE PLISADO.....	11
2.1.6.1 Máquina para plisar tela tipo industrial.....	12

2.1.6.2	Máquina para plisar tela tipo artesanal.	12
2.2	CONSIDERACIONES DEL MECANISMO A UTILIZAR.	13
2.2.1	MECANISMOS CON DETENIMIENTO O RETARDO.	13
2.2.1.1	Mecanismo con detenimiento simple.	14
2.2.1.2	Mecanismo yugo escocés.....	15
2.2.1.3	Mecanismo leva - seguidor.	16
CAPITULO III		21
3.1	DISEÑO DE LA MÁQUINA PLISADORA.	21
3.2	REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS PARA EL DISEÑO.	21
3.2.1	RESTRICCIONES Y LIMITACIONES.	21
3.2.2	PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO.	22
3.3	DISEÑO DE LOS MECANISMOS DE LA MÁQUINA.	22
3.3.1	RESUMEN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS MECANISMOS.	22
3.3.2	ANÁLISIS DE VELOCIDAD DE LOS MECANISMOS.	23
3.3.3	SISTEMA DE ARRASTRE.	25
3.3.3.1	Análisis cinemático.	26
3.3.3.2	Análisis dinámico.	34
3.3.4	SISTEMA DE PLISADO DE TELA.	41
3.3.4.1	Análisis cinemático.	41
3.3.4.2	Análisis dinámico.	46
3.3.5	SISTEMA DE ELEVACIÓN DE ARRASTRE.	50
3.4	DISEÑO DE LA TRANSMISIÓN.	52
3.4.1	SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO.	52
3.4.2	DISEÑO DE LA TRANSMISIÓN MOTOR – SISTEMA DE PLANCHA.	53
3.4.2.1	Cálculo del número de dientes de la catarina.	53
3.4.2.2	Cálculo de la potencia de diseño.	54
3.4.2.3	Selección del tipo de cadena.	56

3.4.2.4	Cálculo de la longitud de la cadena y distancia entre centros.	58
3.4.2.5	Cálculo de arco de contacto.	60
3.4.2.6	Cálculo de fuerza de la cadena.	62
3.4.3	DISEÑO DE LA TRANSMISIÓN SISTEMA DE PLANCHA- SISTEMA DE ARRASTRE.....	65
3.4.3.1	Cálculo del número de dientes de las catarinas.	65
3.4.3.2	Cálculo de la longitud de la cadena y distancia entre centros.	66
3.4.3.3	Cálculo del diámetro de paso.....	67
3.4.3.4	Cálculo de fuerza de la cadena.	67
3.5	DISEÑO DEL EJE SISTEMA DE PLANCHADO	68
3.5.1	CÁLCULO DE ESFUERZOS EN EL EJE.....	68
3.5.2	FACTOR DE SEGURIDAD.	70
3.5.3	CÁLCULO DE LIMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA S_e	73
3.5.3.1	Factor de superficie.....	73
3.5.3.2	Factor de tamaño.....	74
3.5.3.3	Factor de temperatura.	75
3.5.3.4	Factor de temperatura de trabajo.	75
3.5.3.5	Factor de confiabilidad.	75
3.5.3.6	Efectos varios.....	76
3.5.3.7	Límite de resistencia.	76
3.6	DISEÑO DEL EJE SISTEMA DE ARRASTRE.....	77
3.6.1	CÁLCULO DE ESFUERZOS EN EL EJE.....	77
3.6.2	FACTOR DE SEGURIDAD.	79
3.7	SELECCIÓN DE LOS RODAMIENTOS.	79
3.8	DIMENSIONAMIENTO DE LAS CUÑAS.....	81

3.9 ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA.....	83
3.9.1 PERFILES ESTRUCTURALES.....	83
3.9.2 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA.....	84
3.9.3 ANÁLISIS ESTÁTICOS DE LA ESTRUCTURA.....	84
3.9.4 ESFUERZO DE VON MISES DE LA ESTRUCTURA.....	86
3.9.5 COEFICIENTE DE SEGURIDAD.....	88
4CAPITULO IV.....	89
4.1 CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA.....	89
4.2 DIAGRAMAS DE FLUJO.....	90
4.3 MONTAJE.....	96
4.4 PRUEBAS Y RESULTADOS.....	98
4.4.1 ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE DOBLES.....	98
4.4.2 ANÁLISIS DEL TIEMPO DE ELABORACIÓN DE DOBLES.....	99
4.4.3 EFICIENCIA DE LA MÁQUINA.....	100
4.4.4 PRUEBA CON OTROS TIPOS DE TELA.....	103
4.4.4.1 Prueba con tela compuesta de poliéster al 100%.....	103
4.4.4.2 Prueba con tela compuesta de lana al 100%.....	103
4.4.4.3 Prueba con tela compuesta de algodón y poliéster.....	104
CAPITULO V.....	105
5CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
5.1 CONCLUSIONES.....	105
5.2 RECOMENDACIONES.....	106
REFERENCIAS.....	108
5.3 LIBROS:.....	108
5.4 PÁGINAS DE INTERNET.....	109
ANEXO 1.....	111
ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO Y FUERZA DE FIJADO DEL PLIEGUE.....	111
ANEXO 2.....	117
DIAGRAMA DE DESPLAZAMIENTO, VELOCIDAD Y ACELERACIÓN DE LAS LEVAS.....	117
LEVA 1.....	118
LEVA 2.....	119

LEVA 3.....	121
ANEXO 3.	123
CATÁLOGO DE RESORTES.....	123
ANEXO 4.	125
CATÁLOGO DE RODAMIENTOS.....	125
RODAMIENTOS.	126
ANEXO 5.	128
ESPECIFICACIONES DEL MOTOR.	128
ANEXO 6.	130
MANUAL DE USUARIO Y MANTENIMIENTO.	130
ANEXO 7.....	152
HOJAS DE SOLDADURA.....	152
ANEXO 8.....	155
PLANOS.....	155

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1.1: Plisado elaborado por novato y plisado elaborado por una experta.....	2
Figura 1.2: Tela con quemadura.	3
Figura 2.1: Etiqueta con datos de la tela.....	6
Figura 2.2: Diagrama de proceso general.....	8
Figura 2.3: Diferentes faldas terminadas.....	8
Figura 2.4: Secuencia de elaboración de un pliegue.	10
Figura 2.5: Partes del plisado.	11
Figura 2.6: Plisado fino, medio fino y grueso.	11
Figura 2.7: Máquina para plisar tela tipo industrial.....	12
Figura 2.8: Máquina para plisar tela tipo artesanal.	12

Figura 2.9: Mecanismo de seis barras con detenimiento.....	14
Figura 2.10: Forma del mecanismo yugo escocés.....	15
Figura 2.11: Movimientos del Yugo Escocés con retardo.....	16
Figura 2.12: Tipos de leva. a) de disco b) de cuña, c) de tambor y d) de cara	17
Figura 2.13: Levas de disco con a) seguidor de punta, b) seguidor plano, c) seguidor de rodillo oscilante y d) seguidor de zapata curva.	18
Figura 2.14: Levas diagrama de desplazamiento.....	18
Figura 2.15: Trazo del perfil de una leva.....	19
Figura 2.16: Pasos para el trazo del perfil de leva.....	20
Figura 3.1: Diagrama de desplazamiento de las levas.....	24
Figura 3.2: Bosquejo del mecanismo de arrastre.....	26
Figura 3.3: Diagrama de desplazamiento del seguidor.....	32
Figura 3.4: Diagrama de ángulo de presión.....	33
Figura 3.5: Leva diseñada.....	34
Figura 3.6: Distribución de las fuerzas.....	36
Figura 3.7: Diagrama de fuerza de la leva 1.....	39
Figura 3.8: Diagrama de torque de la leva 1.....	40
Figura 3.9: Bosquejo del sistema de planchado.	41
Figura 3.10: Diagrama de desplazamiento.	45
Figura 3.11: Diagrama de ángulo de presión.....	46
Figura 3.12: Leva 3.....	46

Figura 3.13: Distribución de las fuerzas.....	47
Figura 3.14: Diagrama de fuerza de la leva 3.....	48
Figura 3.15: Diagrama de torque de la leva 3.....	49
Figura 3.16: Diagrama de fuerza leva 2.	50
Figura 3.17: Diagrama de fuerzas de los piñones.....	62
Figura 3.18: Diagrama de cuerpo libre del eje 1.	68
Figura 3.19: Diagrama de fuerza cortante del eje 1.....	69
Figura 3.20: Diagrama de momento flector del eje 1.....	69
Figura 3.21: Diagrama de cuerpo libre del eje 2.	77
Figura 3.22: Diagrama de fuerza cortante del eje 2.....	78
Figura 3.23: Diagrama de momento flector del eje 2.....	78
Figura 3.24: Diagrama de fuerzas de una chaveta.....	81
Figura 3.25: Ubicación de las cargas en la estructura.	85
Figura 3.26: Desplazamiento estático máximo.....	85
Figura 3.27: Resumen de los resultados de la simulación estática de la estructura.	86
Figura 3.28: Esfuerzo de Von Mises.	87
Figura 3.29: Resumen de los resultados de la simulación de esfuerzo de Von Mises.	88
Figura 3.30: Coeficiente de seguridad.....	88
Figura 4.1: Diagrama de flujo de construcción de la estructura.....	92
Figura 4.2: Proceso de fabricación de la estructura de la máquina.	92
Figura 4.3: Diagrama de flujo de construcción de la plancha.	93

Figura 4.4: Proceso de fabricación de la plancha.	93
Figura 4.5: Diagrama de flujo de construcción del sistema de arrastre.....	94
Figura 4.6: Proceso de fabricación del sistema de arrastre.....	95
Figura 4.7: Diagrama de flujo de construcción del sistema de transmisión.....	95
Figura 4.8: Proceso de instalación del sistema de transmisión.....	96
Figura 4.9: Diagrama de flujo de construcción del sistema de transmisión.....	97
Figura 4.10: Dobles individual y en conjunto.	98
Figura 4.11: Resultados de la prueba de ancho de dobles.	98
Figura 4.12: Resultados de la prueba uno de tiempo de dobles.	99
Figura 4.13: Final de carrera montado en la máquina.	99
Figura 4.14: Resultados de la prueba dos de tiempo por dobles.	100
Figura 4.15: Agrupación de pliegues y plisado final.....	101
Figura 4.16: Resultado de la prueba con tela poliéster.....	103
Figura 4.17: Resultado de la prueba con tela de lana.	103
Figura 4.18: Resultado de la prueba con tela compuesta de algodón y poliéster.	104

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 2.1: Características del motor.....	53
Tabla 2.2: Factor de seguridad para transmisiones por cadenas.....	55
Tabla 2.3: Tabla de capacidad para cadenas.....	56

Tabla 2.4: Parámetros en el factor de la condición superficial.....	74
Tabla 2.5: Efectos de la temperatura.	75
Tabla 2.6: Factor de confiabilidad.....	75
Tabla 2.7: Tamaño de la cuña en función del diámetro del eje.	82
Tabla 2.8: Propiedades mecánicas del perfil L con norma ASTM A36.....	84
Tabla 2.9: Valores de las fuerzas.....	84
Tabla 3.1: Tipos y designaciones de máquinas herramientas usadas.	89
Tabla 3.2: Operaciones tecnológicas.....	89
Tabla 3.3: Simbología estándar para elaboración del diagrama de flujo.....	90
Tabla 3.4: Cronograma de construcción de la máquina.	91
Tabla 3.5: Actividades para el montaje.	97

ÍNDICE DE ECUACIONES.

Ecuación 1.1: Velocidad de pliegues.....	1
Ecuación 3.1: Calculo de velocidad angular.	24
Ecuación 3.2: Forma general de una función polinomial.....	27
Ecuación 3.3: Ecuación general de desplazamiento leva 1	28
Ecuación 3.4: Ecuación general de velocidad leva 1	28
Ecuación 3.5: Ecuación general de aceleración leva 1.	28
Ecuación 3.6: Ecuación de desplazamiento de subida.	30

Ecuación 3.7: Ecuación de velocidad de subida.....	30
Ecuación 3.8: Ecuación de aceleración de subida	30
Ecuación 3.9: Ecuación de desplazamiento de bajada	31
Ecuación 3.10: Ecuación de velocidad de bajada.....	31
Ecuación 3.11: Ecuación de aceleración de bajada.	32
Ecuación 3.12: Ángulo de presión.....	32
Ecuación 3.13: Ley de Hooke	35
Ecuación 3.14: Fuerza de la leva.....	36
Ecuación 3.15: Coeficiente de amortiguamiento.....	37
Ecuación 3.16: Frecuencia natural circular no amortiguada.	37
Ecuación 3.17: Ecuación de fuerza de la leva 1.	39
Ecuación 3.18: Torque de la leva 1	39
Ecuación 3.19: Potencia de la leva 1	40
Ecuación 3.20: Ecuación general de desplazamiento leva 3	42
Ecuación 3.21: Ecuación general de velocidad leva 3	43
Ecuación 3.22: Ecuación general de aceleración leva 3	43
Ecuación 3.23: Ecuación de desplazamiento leva 3	45
Ecuación 3.24: Ecuación de velocidad leva 3.	45
Ecuación 3.25: Ecuación de aceleración leva 3.....	45
Ecuación 3.26: Ecuación de fuerza de la leva 3	48
Ecuación 3.27: Torque de la leva 3.	49

Ecuación 3.28: Potencia de la leva 3	49
Ecuación 3.29: Fuerza de la leva 2.....	50
Ecuación 3.30: Torque de la leva 2.	51
Ecuación 3.31: Potencia de la leva 2	51
Ecuación 3.32: Potencia total.	52
Ecuación 3.33: Ecuación de número de dientes de la catarina	53
Ecuación 3.34: Potencia de diseño.	55
Ecuación 3.35: Factor de seguridad de cadena.....	56
Ecuación 3.36: Fuerza de la cadena.	57
Ecuación 3.37: Diámetro de paso de la catarina.....	57
Ecuación 3.38: Longitud de la cadena.....	58
Ecuación 3.39: Distancia entre centros.	59
Ecuación 3.40: Ecuación de Arco de contacto para la catarina conductora.....	60
Ecuación 3.41: Ecuación de arco de contacto para el piñon conducido.....	61
Ecuación 3.42: Ángulo de contacto de la cadena.	62
Ecuación 3.43: Fuerza de tensión de la cadena en el eje x.....	63
Ecuación 3.44: Fuerza de tensión de la cadena en el eje y.....	64
Ecuación 3.45: Momento torsor aplicado al eje.	64
Ecuación 3.46: Esfuerzo por deflexión.	70
Ecuación 3.47: Esfuerzo por torsión.	70
Ecuación 3.48: Esfuerzo medio.....	71

Ecuación 3.49: Esfuerzo alternante.	71
Ecuación 3.50: Criterio de falla de Goodman.	71
Ecuación 3.51: Factor de seguridad para el eje uno	72
Ecuación 3.52: Factor de seguridad simplificado.....	72
Ecuación 3.53: Limite de resistencia a la fatiga.	73
Ecuación 3.54: Factor de superficie	73
Ecuación 3.55: Factor de tamaño.	74
Ecuación 3.56: Factor de temperatura de trabajo.	75
Ecuación 3.57: Limite de resistencia.....	76
Ecuación 3.58: Carga estática equivalente.	80
Ecuación 3.59: Factor de seguridad.....	81
Ecuación 3.60: Longitud del cuñero.....	82
Ecuación 3.61: Esfuerzo de Von Mises.	86
Ecuación 4.1: Tiempo ideal de plisado.....	101
Ecuación 4.2: Eficiencia de la máquina.	102

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PLISADORA DE TELA PARA FALDAS CAYAMBEÑAS.

Autor: Edwin Ruiz.

Director: Ing. Arias Octavio.

RESUMEN.

En este trabajo se desarrolla el diseño y construcción de una máquina plisadora de tela para faldas cayambeñas, que se enfoca en la reducción del tiempo y de riesgos de quemadura en el proceso de plisado y mejora la uniformidad en el plisado.

Dentro del diseño se detalla el criterio de selección y requisitos de los elementos que conforman la máquina, se inicia con un análisis del proceso de plisado, además de especificar los requerimientos de tiempo y fuerza que se necesitan para comenzar los cálculos pertinentes para el diseño; se comienza con el análisis topológico de los mecanismos encargados del movimiento de la máquina, luego de esto se calculan las fuerzas que se requieren para finalmente seleccionar el motor a emplear, además se calculan los factores de seguridad con un valor mínimo de cinco, tanto para los ejes como para la estructura.

Finalmente, se procede a la construcción de la máquina, mediante procesos mecanizados y soldadura de cada elemento y sus respectivos diagramas de flujo y montaje.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MACHINE PLEATED MACHINE FOR SKIRTS CAYAMBEÑAS

Author: Edwin Ruiz.

Director: Ing. Arias Octavio.

SUMMARY.

This work describes the design and construction of a pleating machine for cayambeñas's skirts, which focuses on reducing the time and risk of burn in the pleating process and improve the uniformity of pleating.

Within the design selection criteria and requirements of the elements of the machine is detailed, it begins with an analysis of pleating process, and specify the time requirements and strength needed to start calculations relevant to the design; it begins with the topological analysis of the mechanisms responsible for movement of the machine, after that the forces required to finally select the motor to be used are calculated, also safety factors with a minimum of five are calculated for both axes and the structure.

Finally, we proceed to the construction of the machine by machining and welding of each element and its respective flowcharts and assembly processes.

Finally, we proceed to the construction of the machine by machining and welding of each element and its respective flowcharts and assembly

Presentación.

El presente trabajo de investigación está estructurado por cuatro capítulos y anexos. A continuación se da un breve resumen de las diferentes estructuras que forman parte de este trabajo.

Primero se describe el proceso de plisado de la tela para la elaboración de los centros, además de un resumen del problema que surge a la hora de ejecutar dicho proceso, una vez detectado el problema se da una presentación de los mecanismos que ayudarán en el diseño de la máquina.

Se establece el diseño de la máquina, iniciando por los mecanismos que darán el movimiento adecuado para el funcionamiento de dicha máquina; se inicia con el diseño de las levas, las cuales se encargan de mover la tela y aplastarla con suficiente fuerza para conseguir el pliegue; además, de las levas se han realizado los cálculos de los elementos que dotaran de movimiento a la máquina, como son: ejes, rodamientos, catarinas y motor.

Una vez diseñada la máquina, se procede a su fabricación; se inicia con una descripción de los diagramas de flujo de fabricación de la máquina; seguidos por los diagramas para el montaje y concluido esto se realizan las pruebas pertinentes con sus respectivos análisis. Al final se describen las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

CAPITULO I.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

Existen diversidad de culturas y nacionalidades ubicadas en diferentes partes del Ecuador, cada una acostumbra usar su propia vestimenta, este es el caso de la nacionalidad Kayambi, perteneciente a la provincia de Imbabura; cuyas mujeres acostumbran usar faldas con un plisado especial, en el mercado dicha falda se conoce como centro o falda cayambeña y se encuentran con diferentes adornos, también de diferentes tipos de plisado las cuales se conocen como: Plisado fino, plisado medio fino y plisado grueso.

La confección de estas faldas se la realiza de forma manual por personas dedicadas a esta actividad. En el proceso de plisado fino se requieren de personas expertas en dicha labor, por tal motivo se depende exclusivamente de dichas personas, más aún en temporadas de alta demanda, cuando al no abastecerse de mano de obra local, en los talleres artesanales se recurre a terceras personas para poder cumplir con los pedidos. Enfrentando gastos de transporte de material y pago adicional de planchado por prenda.

En el proceso de plisado fino una persona experta en la labor se demora cerca de 37,38 segundos en realizar un pliegue, es decir en humedecer la tela, doblar y aplicar la plancha, esto para un centro de 80 centímetros [cm] de alto. Esto sería que el trabajador va a una velocidad de:

Ecuación 1.1: Velocidad de pliegues.

$$v_{pliegue} = \frac{\# pliegues}{t}$$

Donde:

$v_{pliegue}$: Velocidad de elaboración de pliegue [pliegue/s]

pliegues: Numero de pliegues.

t: Tiempo de elaboración de pliegue segundos [s].

$$v_{pliegue} = \frac{1}{37,38}$$

$$v_{pliegue} = 0,027 \frac{\text{pliegue}}{\text{s}}$$

Para el plisado de un centro de adulto se deben realizar unos 387 pliegues, la misma persona se demoraría cerca de 14 466 segundos, o aproximadamente cuatro horas con diez minutos, en el mejor de los casos, por otro lado si se necesita plisar un centro de mas pliegues el tiempo se emplea incrementa.

Además del tiempo, otros problemas que surge en este proceso son: La uniformidad de los pliegues, siendo estos difíciles de conseguir si son hechas por personas novatas; y riesgos de quemaduras de la tela por la falta de humedad o por la aplicación prolongada de la plancha sobre dicha tela. En las siguientes graficas se aprecia los problemas mencionados.



Figura 1.1: Plisado elaborado por novato y plisado elaborado por una experta.

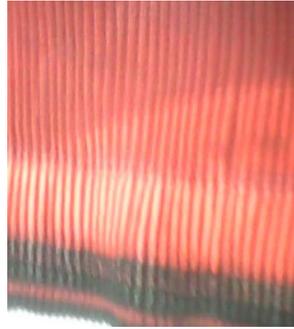


Figura 1.2: Tela con quemadura.

Cabe mencionar que las personas que realizan esta actividad se exponen a riesgos, como son el cansancio muscular, quemaduras en las manos y enfermedades en las articulaciones de los dedos del trabajador.

El presente proyecto se enfoca en el diseño y construcción de una máquina que realice el plisado de tela para faldas cayambeñas, el cual nace de la necesidad de reducir el tiempo en el proceso de plisado, además de minimizar los riesgos que se presentan en dicha labor.

1.2 OBJETIVO GENERAL.

- Diseñar y construir una máquina plisadora de tela, de sencillo uso y que ayude a reducir el tiempo en el plisado de faldas cayambeñas.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Identificar los parámetros del proceso de plisado de tela para faldas cayambeñas.
- Diseñar los elementos mecánicos que sean necesarios para el correcto funcionamiento de la máquina plisadora.
- Construir la máquina plisadora de acuerdo al diseño y mecanismos establecidos.
- Realizar las pruebas y ajustes pertinentes.
- Elaborar un manual de mantenimiento y de usuario de la máquina plisadora.

1.4 JUSTIFICACIÓN.

En lo referente a la elaboración de ropa típica de la nacionalidad Kayambi, encontramos varias microempresas que se dedican a la elaboración de este tipo de atuendo. La elaboración de las mismas al ser manual y realizadas por personas expertas, el tiempo que se emplea en realizar los pliegues y aplicado de plancha tiende a incrementarse influyendo directamente en el costo final de la prenda, mas aún en temporadas de alta demanda, cuando al no abastecerse de mano de obra local en los talleres artesanales recurren a terceras personas para poder cumplir con los pedidos. Enfrentando gastos de transporte de material y pago adicional de planchado por prenda.

Cabe mencionar que con esta máquina se reducirá los riesgos de esta actividad, como son el cansancio muscular, quemaduras en las manos y enfermedades en las articulaciones de los dedos del trabajador.

Teniendo en cuentas estas dificultades se ha optado por la construcción de una máquina que realice el plisado de centros y que elimina gran parte de los procedimientos manuales al momento de realizar el plisado y planchado de centros; además de disminuir el tiempo que se ha venido empleando para la realización de una prenda.

1.5 ALCANCE.

Lo que se pretende llegar a realizar con este proyecto es diseñar e implementar una máquina que realice el proceso de plisado de tela para faldas cayambeñas o centros de 80cm de alto. Con respecto al tamaño del pliegue la máquina a diseñar solo podrá realizar el plisado fino. En lo que corresponda al largo de la tela, no representará dificultad para dicha máquina, pero influirá en el tiempo de trabajo.

La tela a la que se enfoca el plisado es la llamada paño acrílico. Para el plisado, la tela previamente debe estar lo suficientemente húmeda para ingresar, puesto que durante el planchado corre el riesgo de quemarse. Por otro lado el usuario debe colocar la tela lo suficiente al sistema de arrastre y lo más recto posible, para que se efectúe el pliegue.

La máquina tendrá un motor, que estará acoplado a una transmisión para el adecuado movimiento de un sistema mecánico que desplazara la plancha, y también estará acoplado al elemento encargado de arrastrar la tela y presionarla con suficiente fuerza contra la plancha, este sistema mecánico realizará el adecuado pliegue.

El sistema contará con una estructura cerrada, de manera que el usuario no tenga contacto con la plancha, evitando así riesgos de quemaduras.

CAPITULO II

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA CONFECCIÓN DE FALDAS.

La confección de faldas cayambeñas o más conocidas como centros, se viene realizando de forma manual, por personas dedicadas a este oficio. En el mercado local se encuentran diferentes tamaños de centros, tipos de plisado, colores, etc.

En lo que corresponde al tamaño se tiene como medidas el ancho y alto del centro, se sabe que el ancho se mide por varas, teniendo así centros que van desde los seis varas (4,50 metros), hasta las doce varas (nueve metros), estas medidas se aplican a la confección de centros para adultos, mientras que para la elaboración de faldas para niñas se tiene medidas desde las dos varas (1,5 metro) hasta las cuatro varas (tres metros).

2.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA TELA.

La tela que se utiliza es el denominado comercialmente como paño acrílico o indulana en la siguiente figura se presenta los datos de la tela.



Figura 2.1: Etiqueta con datos de la tela.

Las principales características que presenta la tela acrílica se detalla en la siguiente tabla. (Hollen & Sandler, 2002).

Tabla 2.1: *Características de la tela paño acrílico.*

Material.	Propiedades.
Acrílico.	Se utilizan para elaborar prendas semejantes a la lana.
	Las fibras acrílicas son suaves, calientes, ligeras y elásticas
	Presentan poca absorción de agua, se secan rápidamente y son resistentes al calor de irradiación.
	Soporta presiones de hasta 20 toneladas [Ton], sin perder las propiedades que lo caracteriza,
	Las deformaciones fijadas tienden a ser permanentes.
	Temperatura de transición vítrea 90 °C
	Temperatura de planchado de entre 160 - 200 °C
Temperatura máxima de fijado 220 °C	

2.1.2 CORTE DE LA PRENDA.

Para el proceso de confección de esta vestimenta se inicia con el corte de la tela, para esto se establecen las dimensiones del centro, cabe recalcar que la tela viene de un ancho de 1,50 metros; por tal motivo con una medida establecida de 1,50 metros de largo se tendría dos varas, la altura varía de acuerdo al gusto del consumidor, que no sobrepasan los 80 centímetros. Por tal motivo el corte que se realiza es de la altura del centro y de acuerdo al ancho se debería repetir el número de cortes, que luego serán unidas. Así, por ejemplo para un centro de ocho varas y 75 centímetros de alto, se lo confeccionaría con cuatro cortes de 75 centímetros.

Luego del corte se procede a la costura, en la cual se puede añadir o no diferentes adornos en la tela o también se puede realiza un bordado en todo el largo de la tela, terminado esto se llevara a cabo el proceso de plisado y finalmente se cose una cinta que será la cintura de la

prenda. A continuación se presenta un resumen del proceso.

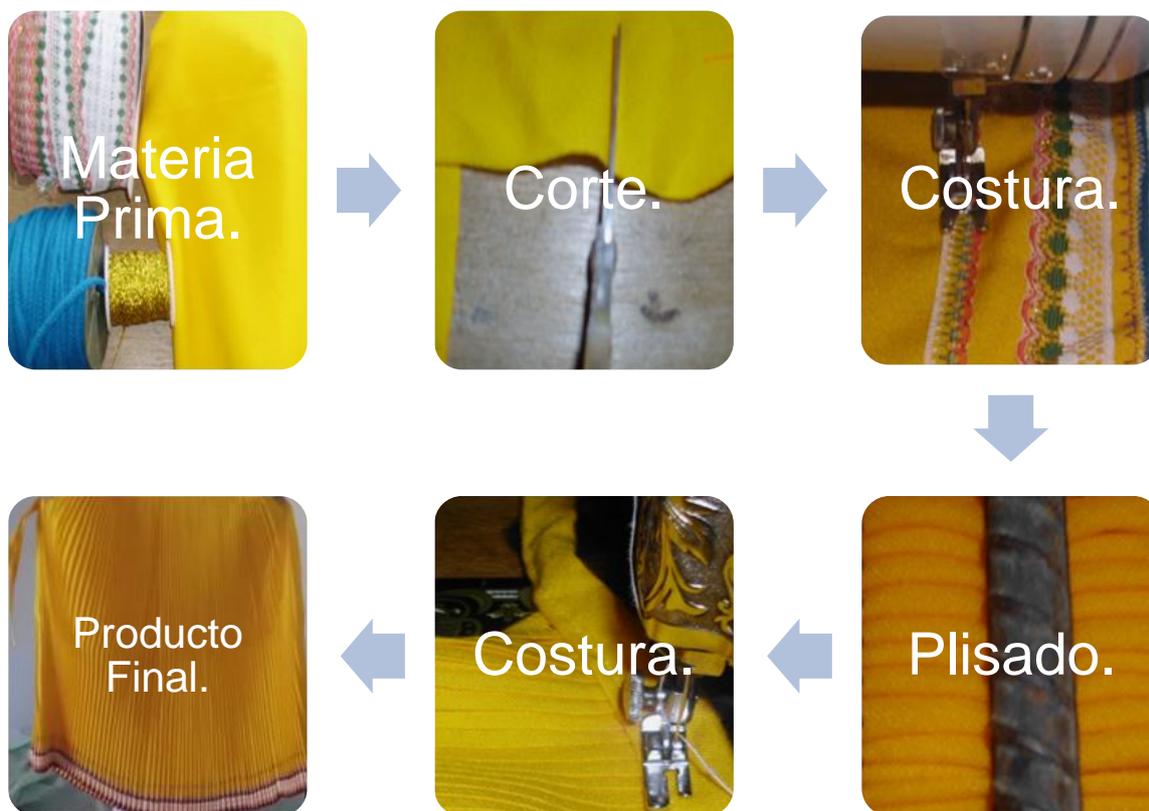


Figura 2.2: Diagrama de proceso general.



Figura 2.3: Diferentes faldas terminadas.

2.1.3 EL PROCESO DE PLISADO.

Se define al plisado como:” Acabado de fijación de una arruga o pliegue sobre el tejido de fibra sintética por medio del calor. Se consigue su resistencia al lavado y planchado, siempre y cuando la temperatura de este no sea superior a la empleada durante el proceso de plisado.” (Casa, 1969).

En este proceso se da la forma característica de los centros, es aquí donde se emplea mayor tiempo. Como inicio, la tela debe estar suficientemente húmeda por lo cual se remoja en un recipiente de agua y se elimina el exceso de agua.

Luego se tiende la tela en la mesa y se procede a realizar los dobleces, el tamaño del dobléz es según el tipo de plisado que se quiere obtener. Al tener cierto número de pliegues se coloca sobre el material, varillas que ayudan a evitar que la tela pierda el dobléz previamente realizado, y se procede a fijar los pliegues con la plancha a alta temperatura y oprimiendo con fuerza, las varillas son retiradas temporalmente para pasar con la plancha, luego se humedece de nuevo la tela para realizar el siguiente grupo de pliegues.

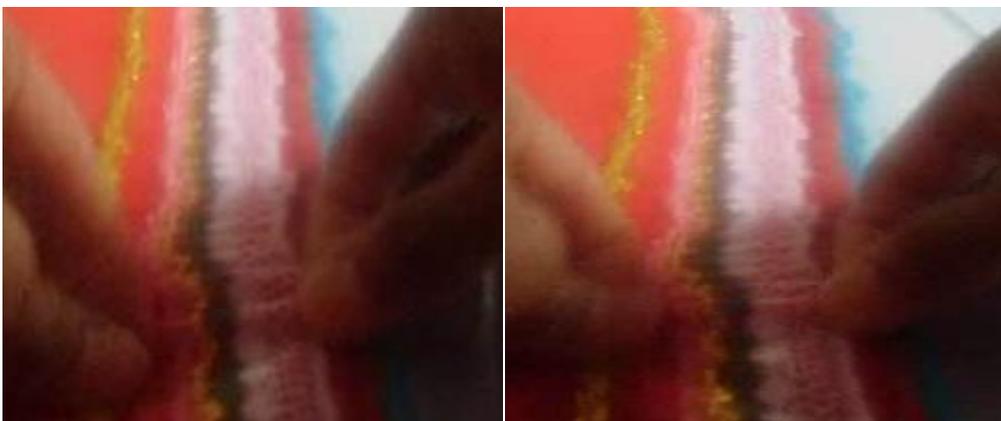




Figura 2.4: Secuencia de elaboración de un pliegue.

2.1.4 MATERIALES UTILIZADOS EN EL PROCESO DE PLISADO.

Los materiales que se utilizan en el proceso de plisado son:

- Plancha.
- Varillas.
- Agua.
- Mesa.

Cada uno de estos tiene una función importante a la hora de realizar el plisado de la tela.

2.1.5 TIPOS DE PLISADO EN FALDAS CAYAMBEÑAS.

Según el tamaño de los pliegues que se realizan a la tela, se encuentran en el mercado tres tipos de plisado:

- Plisado fino. Tiene dobleces de ocho milímetros [mm] a doce milímetros [mm], este es el plisado de mayor dificultad y de mucho tiempo.
- Plisado medio fino. Tiene dobleces de entre catorce milímetros [mm] y dieciocho milímetros [mm].
- Plisado grueso. Tiene dobleces que van desde veinte milímetros [mm] hasta los treinta milímetros [mm].

En cada tipo de plisado, la mitad de los dobleces son el tamaño del pliegue. En las siguientes figuras se ilustran las partes del plisado y los tamaños del plisado.

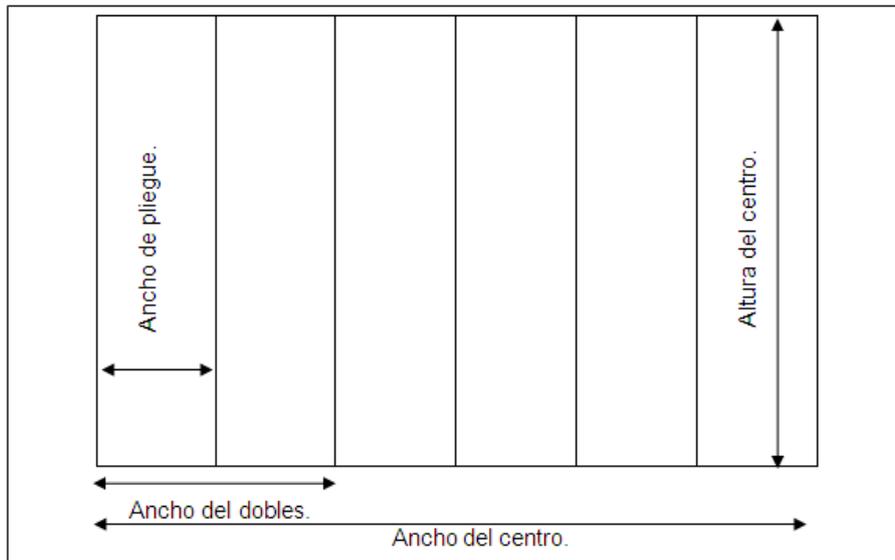


Figura 2.5: Partes del plisado.

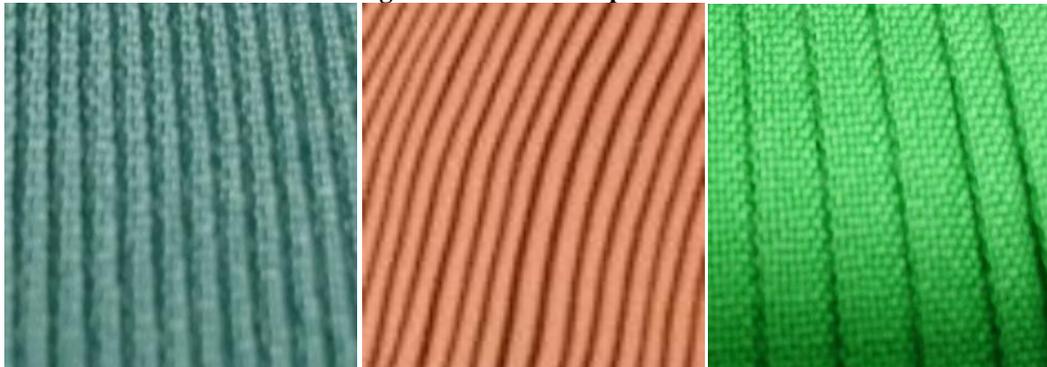


Figura 2.6: Plisado fino, medio fino y grueso.

2.1.6 MÁQUINAS EXISTENTE PARA ELABORACIÓN DE PLISADO.

En el mercado internacional existe varias máquinas para la elaboración de pliegues, estos pliegues son distintos a los que se elaboran en las faldas cayambeñas, además las máquinas que se usan son de tipo industrial y por ende son costosas.

El pliegue que se elaboran en las faldas cayambeñas es del tipo cuchilla, “pliegues que se superponen uno sobre el otro, con todos los pliegues presionados en la misma dirección.” (Patricia R., 2012). A continuación se detallan algunas de las máquinas que realizan este tipo de pliegues.

2.1.6.1 Máquina para plisar tela tipo industrial.



Figura 2.7: Máquina para plisar tela tipo industrial.
Fuente: Semai (2013).

Características:

Velocidad de 100 cm por minuto.

Utiliza el calor y cuchillas.

Varios tamaños de pliegue.

Ancho de trabajo de 1.60 m.

2.1.6.2 Máquina para plisar tela tipo artesanal.



Figura 2.8: Máquina para plisar tela tipo artesanal.
Fuente: Miriam E. (2013).

De acuerdo a Miriam Estela (2013) esta máquina posee rodillos con surcos por donde pasa la tela, dentro de estos tiene unos tubitos de hierro macizo que se calientan en el fuego, estos dan el calor necesario para marcar el plisado en la tela. Para el movimiento de los rodillos se usa una manija de madera.

Características:

- Fácil de usar.
- Ancho de trabajo limitado, 70 centímetros.
- Solo se puede elaborar plisado grueso.

2.2 CONSIDERACIONES DEL MECANISMO A UTILIZAR.

Para la creación de la máquina plisadora se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Al ser los dobleces de la tela de cinco milímetros, el mecanismo que se use debe ser preciso en su recorrido.
- El planchado no debe ser por partes, como ocurre en la forma manual. Se necesitará que se ejecute este proceso en un tiempo óptimo.
- Al ser la aplicación de calor lo que da la fijación al plisado, se necesitará que el mecanismo tenga un tiempo de detenimiento, en este tiempo tanto el mecanismo de arrastre de tela y la plancha deben estar detenidos.

Partiendo del hecho de que necesitamos un detenimiento para la fijación del pliegue se analiza a continuación algunos tipos de mecanismos que nos permitan realizar esta operación.

2.2.1 MECANISMOS CON DETENIMIENTO O RETARDO.

Como se detalló en el anterior sub tema, se necesita un detenimiento para que el plisado quede bien fijo, dicho detenimiento no puede ser apagando y encendiendo el motor, por el

simple hecho de que esto perjudicaría a la vida útil del mismo. Por tal motivo se analizan algunos mecanismos que permitan tener un detenimiento a la salida sin detener el movimiento del motor.

2.2.1.1 Mecanismo con detenimiento simple.

Para este tipo de mecanismo se requiere el empleo de seis eslabones y un atlas de curvas de acoplador. De acuerdo a Norton R. (2013) es posible obtener detenimientos con mecanismos constituidos por eslabones y juntas de pasador. Los eslabonamientos, por lo general, producen solo un detenimiento aproximado.

El diseño comienza primero con un mecanismo de cuatro barras que tenga una curva de acoplador adecuada, luego se agrega una diada (cadena cinemática abierta de dos eslabones binarios y una junta), el cual proporciona un eslabón de salida con las características de detenimiento deseado. En la siguiente figura se observa un mecanismo de seis barras con detenimiento.

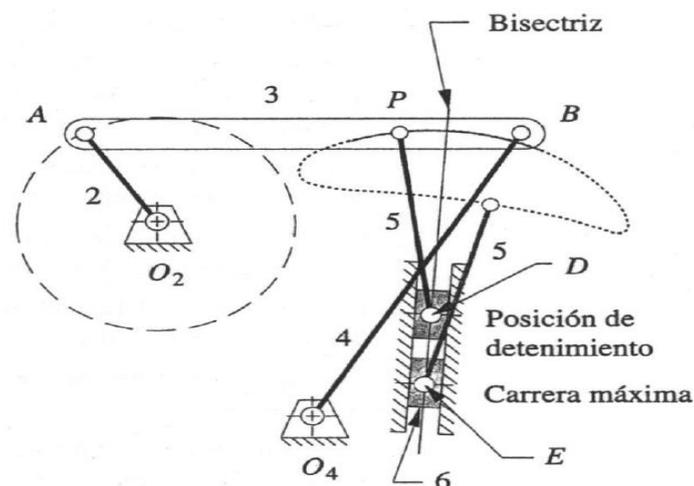


Figura 2.9: Mecanismo de seis barras con detenimiento.
Fuente: Norton R. (2006).

Este tipo de mecanismo es el de menos costo, pero el de mayor tamaño, esto por el simple hecho de que se ocupa seis barras para su funcionamiento.

2.2.1.2 Mecanismo yugo escocés

Este mecanismo es empleado en aplicaciones en donde se quiere transformar un movimiento de rotación en otro movimiento recto.

Los movimientos que realizan son iguales a los del mecanismo biela-manivela- corredera, con la diferencia de que el yugo escocés se necesita menos elementos. En la figura 1.9 se muestra la forma y las partes de este mecanismo.

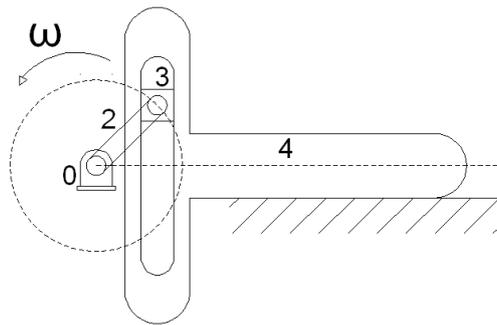


Figura 2.10: Forma del mecanismo yugo escocés.
Fuente: Physics forums (2013)

Las piezas que componen el mecanismo son:

- Pieza 0: Eslabón fijo o tierra.
- Pieza 2: Eslabón dos o barra de entrada.
- Pieza 3: Pasador vertical.
- Pieza 4: Seguidor.

En este mecanismo se puede modificar la llanura del pasador vertical, de recto a curvo, con el fin de obtener al final del recorrido un tiempo de parada. Esta modificación hace que se renombre a este mecanismo como Yugo Escocés con retardo o con mora en un extremo. En la siguiente figura se muestra la nueva forma del mecanismo y el movimiento que realiza.

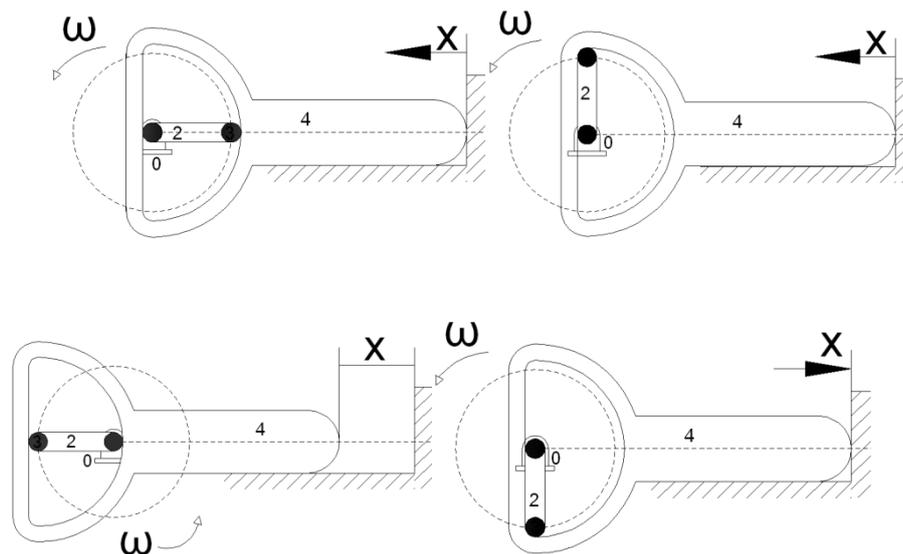


Figura 2.11: Movimientos del Yugo Escocés con retardo.
Fuente: Physics forums (2013)

En el mecanismo el eslabón dos va a una velocidad angular constante, al desplazarse dentro del arco no existe desplazamiento del seguidor, por lo que se ha observado, existe una parada; esto ocurre en el intervalo de 270° a 90° , fuera de ese intervalo existe un recorrido del seguidor de derecha a izquierda cuando el eslabón dos va de 90° a 180° y de izquierda a derecha en el intervalo de 180° a 270°

En esta ocasión la máxima longitud de X es la medida del eslabón dos. El eslabón dos puede ser reemplazado por un disco.

A la hora de diseñar este mecanismo se debe tomar en cuenta que la magnitud del desplazamiento del punto X esta dado por la medida del eslabón de entrada, por tanto el tamaño del extremo del Yugo Escocés debe ser mayor, para evitar cualquier conflicto entre mecanismos. También se debe considerar que entre mayor tamaño tenga el extremo del mecanismo hay mayor riesgo de ruptura o fallo.

2.2.1.3 Mecanismo leva - seguidor.

“Una leva es un elemento mecánico que sirve para impulsar a otro elemento, llamado

seguidor, para que desarrolle un movimiento especificado, por contacto directo” (Shigley, 1988, P. 204)

Al igual que en los anteriores mecanismos, este también transforma el movimiento circular en uno lineal u oscilante, a diferencia del mecanismo leva tipo cuña, en el cual se necesita un movimiento de traslación de entrada.

Existen múltiples formas de levas a demás de tipos de seguidores, una clasificación de estos se muestra en la siguiente figura, donde Y es el movimiento final del seguidor y θ es el movimiento de la leva.

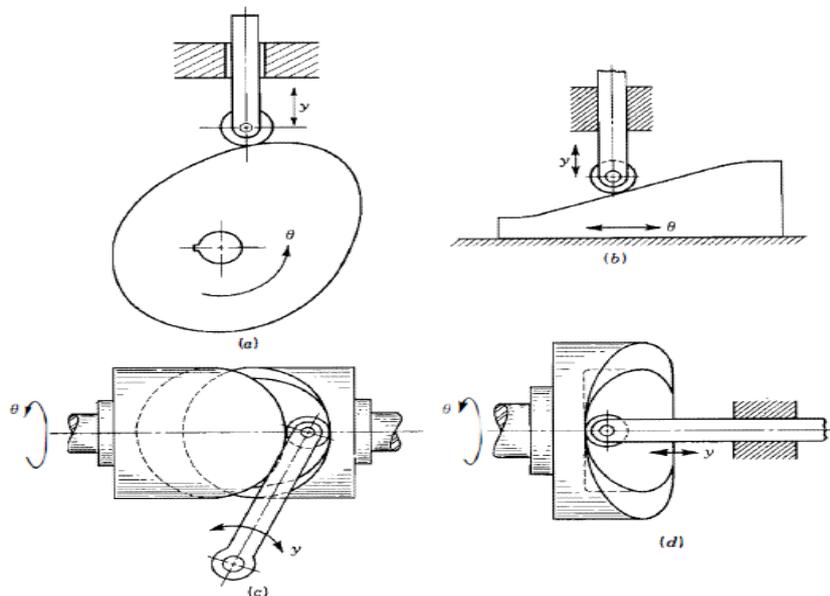


Figura 2.12: Tipos de leva. a) de disco b) de cuña, c) de tambor y d) de cara
Fuente: ShigleyJ.(1988).

Como se observó en la figura anterior, el movimiento del seguidor esta dado por el perfil de la leva y por el desplazamiento circular del mismo, excepto en la leva tipo cuña en la cual se necesita un movimiento alternado. Tanto el seguidor como la leva deben estar siempre en contacto, esto se logra con acción de la gravedad o incorporando un resorte al seguidor.

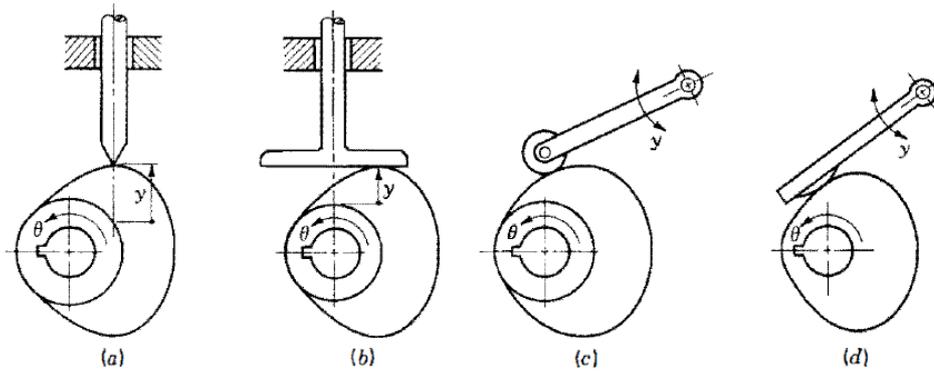


Figura 2.13: Levas de disco con a) seguidor de punta, b) seguidor plano, c) seguidor de rodillo oscilante y d) seguidor de zapata curva.

Fuente: Shigley J (1988).

Para el diseño de levas se parte del diagrama de desplazamiento. El cual ayuda a determinar el tipo de perfil de la leva que se ajuste a lo requerido.

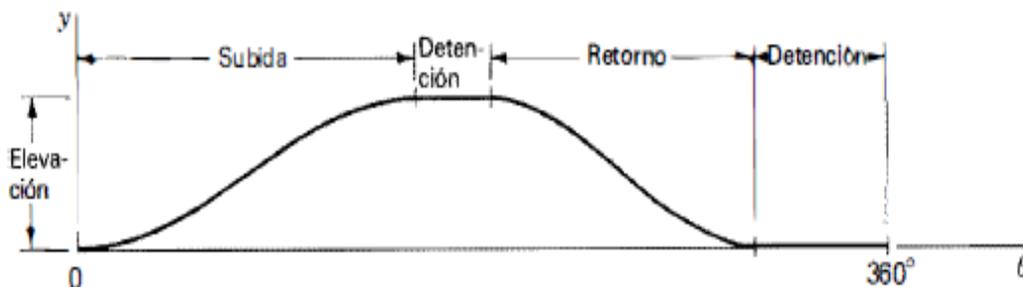


Figura 2.14: Levas diagrama de desplazamiento.

Fuente: Shigley J.(1988).

Como se observa en la figura 1.13, a medida que la leva se desplaza, el seguidor se eleva hasta llegar a su tope máximo, luego del cual comienza el descenso y posteriormente un tiempo en el cual el seguidor estará detenido.

Existen varias funciones matemáticas que nos sirven para obtener el diagrama de desplazamiento, cada uno tiene sus ventajas y desventajas, para ello se debe tener en cuenta que la aceleración es la resultante de derivar dos veces la función de desplazamiento; por lo cual, la segunda derivada nunca debe tener un valor de infinito ya que representaría que existen fuerzas muy grandes.

Como se mencionó anteriormente la gráfica de desplazamiento del seguidor ayuda a

obtener el perfil de leva gráficamente, para lo cual el eje Θ de esta gráfica se la divide en varias partes, dependiendo del número de divisiones que se lleve a cabo al perfil de la leva, ésta será más exacta.

Como se observa en la gráfica siguiente se tiene:

- Círculo base. Este es el círculo más pequeño, su centro está en el centro del eje de rotación de la leva.
- Círculo primario. Es la circunferencia cuyo radio es la distancia del eje de rotación de la leva hasta el punto tangente del rodillo.
- Perfil de leva. Es la superficie de la leva que hará contacto con el rodillo.
- Curva de paso. Es la trayectoria formada por el centro del rodillo al seguir el perfil de la leva

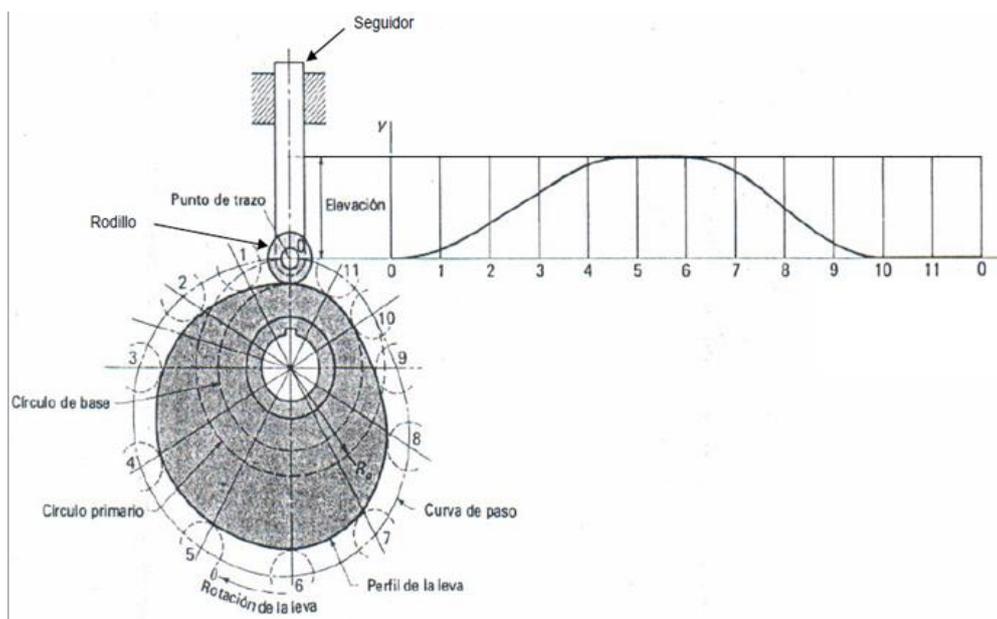


Figura 2.15: Trazo del perfil de una leva.

Fuente: Shigley J. (1988).

En la figura 1.14 se observa que el eje Θ se ha dividido en doce partes iguales, también se divide el círculo primario en doce partes, luego se pueden seguir los siguientes pasos para el trazo del perfil de leva. Carlos Chicojay (2007):

- Trazar círculo primario.
- Definir diámetro de rodillo.
- Trazar el seguidor.
- Dividir el círculo primario en tantas partes como se halla dividido el diagrama de desplazamientos.
- Definir sentido de rotación.
- Transportar las medidas del diagrama de desplazamiento sobre cada línea divisora, del círculo primario hacia afuera y dibujar un punto.
- Trazar el círculo del rodillo en cada punto.
- Unir las partes externas de cada rodillo.

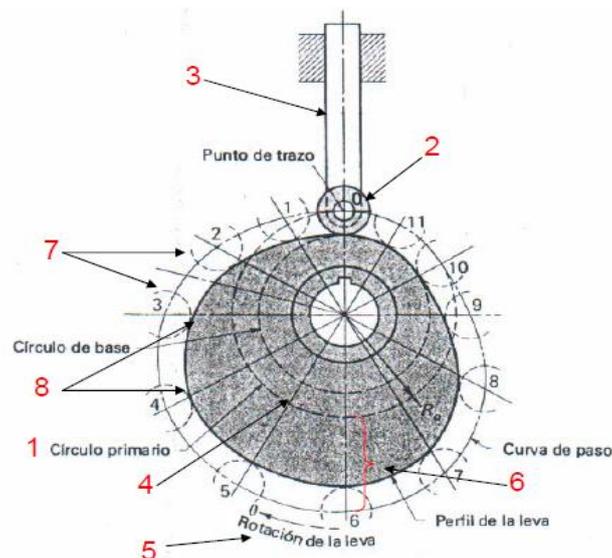


Figura 2.16: Pasos para el trazo del perfil de leva.
Fuente: Chicojay C. (2007).

A diferencia del mecanismo yugo escocés con retardo, el mecanismo leva seguidor es más sencillo de diseñar y construir. Y a diferencia de los mecanismos de detenimiento este constan de menos elementos, lo que lo vuelve más fiables en funcionamiento.

CAPITULO III

3.1 DISEÑO DE LA MÁQUINA PLISADORA.

En el presente capítulo se detalla el diseño mecánico de la máquina, mientras que el control de los actuadores que contiene la máquina es realizado por Quilumbaquín, T. (2016).

3.2 REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS PARA EL DISEÑO.

Los requerimientos físicos de la máquina responden a solucionar los problemas que se presentan a la hora de realizar el plisado fino en las faldas cayambeñas.

Como se ha menciona antes, para un centro de 80 centímetros de alto el tiempo en que una persona realiza el plisado de un pliegue es 37,38 segundos, por tal motivo el tiempo que la máquina empleara deberá ser menor. Además del tiempo, otro parámetro fundamental es obtener pliegues homogéneos.

Los 37,38 segundos involucran la humectación de la tela, la realización del doblaje de la tela que se lo realiza en dos partes, superior e inferior, además de la aplicación de la plancha. Por lo que se sabe, la máquina realizará el doblaje y planchado en una sola operación, por lo que el tiempo fue determinado mediante varios experimentos, además se obtuvo la fuerza optima para presionar la tela contra la plancha, en el Anexo 1 se presenta las tablas del experimento. De acuerdo a las pruebas realizadas se obtienen buenos resultados con un tiempo de 5 segundos y una fuerza de 5 Newton [N].

3.2.1 RESTRICCIONES Y LIMITACIONES.

Las restricciones y limitaciones que se tienen son:

- El diseño de todos los componentes debe ser de acuerdo a los materiales que se encuentran disponibles en el mercado local.
- La máquina a diseñar debe realizar el plisado fino en una prenda de altura máxima de 80 centímetros.
- La velocidad con lo que la máquina ha de realizar el pliegue debe ser la adecuada para no comprometer la calidad del producto.

3.2.2 PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO.

Para los parámetros de funcionamiento, hay que tener en cuenta que esta máquina se enfoca al sector artesanal, por tal motivo se toman los siguientes requerimientos.

- **Operación.** La máquina plisadora de tela para faldas cayambeñas debe ser de fácil operación, sin procedimientos complejos de puesta en marcha.
- **Seguridad de operación.** Este es un parámetro importante, ya que la máquina constará de planchas calientes que podrían lesionar al operario, por tal motivo se debe garantizar la adecuada protección durante su funcionamiento.
- **Facilidad de mantenimiento.** Toda máquina necesita de un adecuado mantenimiento para su operación correcta a largo plazo. Por tal motivo la máquina no será tan compleja, además debe ser de fácil montaje y desmontaje, para que su mantenimiento sea realizado con comodidad y facilidad.

3.3 DISEÑO DE LOS MECANISMOS DE LA MÁQUINA.

3.3.1 RESUMEN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS MECANISMOS.

Por motivos de diseño se divide la máquina en dos sistemas:

El sistema de arrastre de tela. Este consta de dos mecanismos, el primer mecanismo estará

encargado de empujar la tela un cm y comprimirla con la plancha durante un tiempo de cinco segundos, con este movimiento se realiza y fija el pliegue y el segundo sistema está encargado de subir y bajar el sistema de arrastre al momento de su retorno, esto con el fin de evitar atascamiento con la tela.

El sistema de planchado. Está constituido de un mecanismo que se encarga de subir la plancha, luego de haber transcurrido cinco segundos y bajarla para realizar el siguiente pliegue. Para ambos sistemas se utilizarán levas planas de rodillos, por las siguientes razones:

A diferencia de los anteriores mecanismos con detenimiento, citados en el capítulo 1, las levas son de mayor precisión y ocupan menor tamaño. Son fáciles de diseñar y construir si es para trabajo a baja velocidad. (Shigley E., 2001)

3.3.2 ANÁLISIS DE VELOCIDAD DE LOS MECANISMOS.

Para comenzar con el diseño de la leva; se considera, que las levas deben estar en tiempo bajo la mayor parte del tiempo, para así garantizar los cinco segundos de fijación.

Por lo cual se toma un valor de 30° para desplazamiento angular (β) para cada segmento. Para el sistema de arrastre se hace uso de dos levas, esto con el fin de generar un movimiento más complejo, la leva 1 se encargara de arrastrar el material, mientras que la leva 2 se encarga de elevar al acople del sistema de arrastre para impedir que el material se atasque, esto en el momento adecuado; por lo tanto, la leva 1 y la leva 2 actúan iguales en los primeros 30° (β_1) de desplazamiento, en los otros 30° (β_2) de desplazamiento la leva 1 debe estar en su posición hasta que la leva 2 termine su recorrido y finalmente en los últimos 30° (β_3) de desplazamiento la leva 1 actúa, para finalmente reposar durante los 270° (β_4) restantes de

desplazamiento. En la siguiente grafica se aprecia el movimiento de dichos mecanismos.

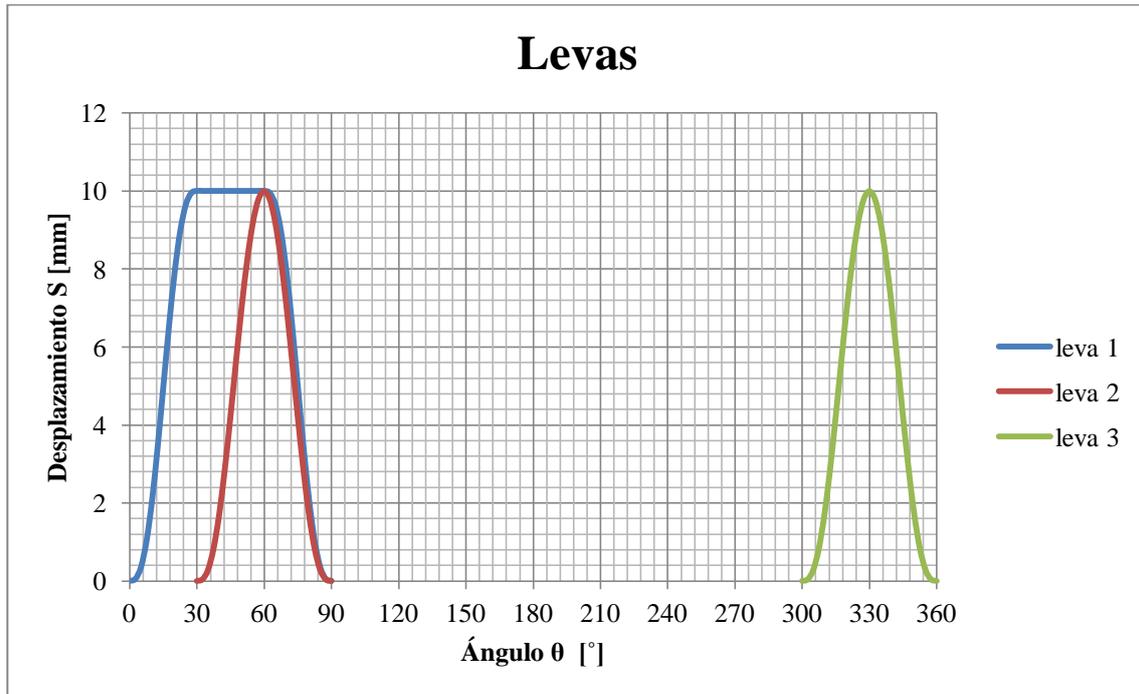


Figura 3.1: Diagrama de desplazamiento de las levas.

A esto se añade que la leva 3 para el sistema de plancha actuará durante un desplazamiento de 60°, por lo que tenemos un desplazamiento en reposo de 210° que debe durar cinco segundos, con lo que según Antonio R. (2012) se puede calcular la velocidad angular de la siguiente forma.

Ecuación 3.1: Calculo de velocidad angular.

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

Donde:

ω : Velocidad angular de la leva en radianes/ segundos [rad/s].

Θ : Desplazamiento angular en radianes [rad].

t : Tiempo en segundos [s].

Reemplazando los datos se tiene:

$$\omega = \frac{\frac{7}{6}\pi \text{ rad}}{5 \text{ s}}$$

$$\omega = 0,733 \text{ rad/s}$$

Esta velocidad será constante para todo el sistema.

3.3.3 SISTEMA DE ARRASTRE.

Primero se iniciará con el diseño del sistema de arrastre, para lo cual se cuenta con el siguiente esquema.

- (1) Guía del sistema de arrastre.
- (2) Leva 1 para el sistema de arrastre.
- (3) Seguidor de la leva.
- (4) Plancha.
- (5) Arrastre para tela.
- (6) Acople para subida del arrastre de tela.

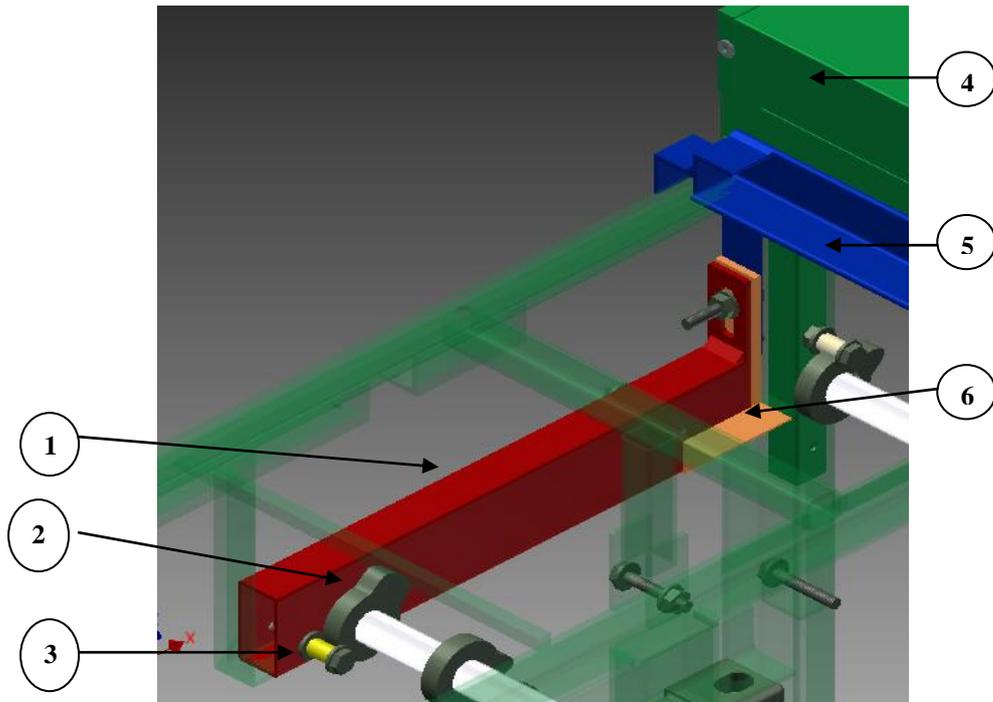


Figura 3.2: Bosquejo del mecanismo de arrastre.

3.3.3.1 Análisis cinemático.

Para el perfil de la leva se cuenta con los siguientes datos:

- Subida de 10 mm en desplazamiento de 30° (β_1).
- Detenimiento en alto en desplazamiento de 30° (β_2).
- Bajada de 10mm en desplazamiento de 30° (β_3).
- Detenimiento en bajo durante desplazamiento de 270° (β_4).
- Velocidad angular $\omega = 0,733$ rad/s

Para obtener el diagrama de desplazamiento se opta por el uso de funciones polinomiales, ya que las “funciones polinorniales es uno de los tipos más versátiles que puede utilizarse en el diseño de levas. No se limitan a aplicaciones de detenimiento simple o doble y pueden adaptarse a muchas especificaciones de diseño.

La forma general de una función polinomial es: '' (Norton, 2009, p.368)

Ecuación 3.2: Forma general de una función polinomial.

$$s = C_0 + C_1 \left(\frac{\theta}{\beta}\right) + C_2 \left(\frac{\theta}{\beta}\right)^2 + C_3 \left(\frac{\theta}{\beta}\right)^3 + C_4 \left(\frac{\theta}{\beta}\right)^4 + C_5 \left(\frac{\theta}{\beta}\right)^5 + C_6 \left(\frac{\theta}{\beta}\right)^6 + \dots + C_n \left(\frac{\theta}{\beta}\right)^n$$

Donde:

s : Es el desplazamiento del seguidor medido en milímetros [mm].

C_n : Son los coeficientes constantes y las incógnitas a determinar.

θ : Es el ángulo de la leva.

β : Es el ángulo total del segmento.

$\frac{\theta}{\beta}$: Es la razón de cambio que varía de 0 a 1.

Donde el número de incógnitas está dado por el número de condiciones de frontera, las condiciones de frontera no son más que los valores que toman las variables desplazamiento, velocidad y aceleración del seguidor al final de un segmento.

En este caso en particular se tiene una leva con doble detenimiento, por lo cual, se presentan seis condiciones de frontera tanto para la subida y la bajada, en este caso se trabaja con un polinomio de grado cinco.

Las condiciones de frontera son las siguientes:

Para la subida:

Cuando $\theta = 0^\circ$ se tienen: $s=0$; $v=0$; $a=0$

Cuando $\Theta = \beta_1$ se tienen: $s=10$; $v=0$; $a=0$

Para la bajada:

Cuando $\Theta = 0^\circ$ se tienen: $s=10$; $v=0$; $a=0$

Cuando $\Theta = \beta_3$ se tienen: $s=0$; $v=0$; $a=0$

Y la ecuación de desplazamiento del seguidor para la subida sería la siguiente:

Ecuación 3.3: Ecuación general de desplazamiento leva 1

$$s = C_0 + C_1 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right) + C_2 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^2 + C_3 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^3 + C_4 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^4 + C_5 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^5$$

Para encontrar la velocidad se deriva la Ecuación 3.4 con respecto a Θ .

Ecuación 3.4: Ecuación general de velocidad leva 1

$$s' = \frac{1}{\beta_1} \left[C_1 + 2C_2 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right) + 3C_3 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^2 + 4C_4 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^3 + 5C_5 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^4 \right]$$

Para encontrar la aceleración ha de derivarse la Ecuación 3.5 con respecto a Θ

Ecuación 3.5: Ecuación general de aceleración leva 1.

$$s'' = \frac{1}{\beta_1^2} \left[2C_2 + 6C_3 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right) + 12C_4 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^2 + 20C_5 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^3 \right]$$

Al sustituir las condiciones de frontera se obtienen las siguientes ecuaciones:

Cuando $\Theta = 0$ se tienen: $\beta_1 = 0$; $s=0$; $v=0$; $a=0$.

$$0 = C_0$$

$$0 = C1$$

$$0 = 2C2$$

Cuando $\Theta = \beta_1$ se tienen: $s=10$; $v=0$; $a=0$

$$10 = C0 + C1 + C2 + C3 + C4 + C5$$

$$0 = C1 + 2C2 + 3C3 + 4C4 + 5C5$$

$$0 = 2C2 + 6C3 + 12C4 + 20C5$$

Remplazado los valores anteriores, se obtiene el nuevo sistema:

$$10 = C3 + C4 + C5$$

$$0 = 3C3 + 4C4 + 5C5$$

$$0 = 6C3 + 12C4 + 20C5$$

Resolviendo este sistema de ecuaciones con la ayuda del programa Matlab, se obtienen las siguientes respuestas.

$$100 = C3$$

$$-150 = C4$$

$$60 = C5$$

Y remplazando estos valores en las Ecuación 3.4, 3.5 y 3.6 se obtienen las siguientes ecuaciones:

Ecuación 3.6: Ecuación de desplazamiento de subida.

$$s = 100 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^3 - 150 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^4 + 60 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^5$$

Ecuación 3.7: Ecuación de velocidad de subida.

$$s' = \frac{1}{\beta_1} \left[300 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^2 - 600 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^3 + 300 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^4 \right]$$

Ecuación 3.8: Ecuación de aceleración de subida

$$s'' = \frac{1}{\beta_1^2} \left[600 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right) - 1800 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^2 + 1200 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^3 \right]$$

Una vez que el seguidor llega a la máxima subida, alcanza el momento de reposo en el cual la velocidad y la aceleración son cero, esto ocurre durante 30 [°], luego de esto llega el momento de bajada.

Para obtener la ecuación de desplazamiento para la bajada se procede a reemplazar las condiciones de frontera de bajada en las ecuaciones 3.7, 3.8 y 3.9.

Al sustituir las condiciones de frontera se obtienen las siguientes ecuaciones:

Cuando $\Theta = 0$ se tienen: $\beta_3 = 0$; $s = 10$; $v = 0$; $a = 0$.

$$10 = C_0$$

$$0 = C_1$$

$$0 = 2C_2$$

Cuando $\Theta = \beta_3$ se tienen: $s=0$; $v=0$; $a=0$

$$0 = C_0 + C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5$$

$$0 = C_1 + 2C_2 + 3C_3 + 4C_4 + 5C_5$$

$$0 = 2C_2 + 6C_3 + 12C_4 + 20C_5$$

Simplificando el sistema de ecuaciones con los datos obtenidos, se obtiene el nuevo sistema de ecuaciones.

$$0 = 10 + C_3 + C_4 + C_5$$

$$0 = 3C_3 + 4C_4 + 5C_5$$

$$0 = 6C_3 + 12C_4 + 20C_5$$

Con la ayuda del software Matlab se encuentran las incógnitas, así se obtienen las siguientes ecuaciones:

Ecuación 3.9: Ecuación de desplazamiento de bajada

$$s = 10 - 100 \left(\frac{\theta}{\beta_3} \right)^3 + 150 \left(\frac{\theta}{\beta_3} \right)^4 - 60 \left(\frac{\theta}{\beta_3} \right)^5$$

Ecuación 3.10: Ecuación de velocidad de bajada

$$s' = \frac{1}{\beta^3} \left[-300 \left(\frac{\theta}{\beta^3} \right)^2 + 600 \left(\frac{\theta}{\beta^3} \right)^3 - 300 \left(\frac{\theta}{\beta^3} \right)^4 \right]$$

Ecuación 3.11: Ecuación de aceleración de bajada.

$$s'' = \frac{1}{\beta^3} \left[-600 \left(\frac{\theta}{\beta^3} \right) + 1800 \left(\frac{\theta}{\beta^3} \right)^2 - 1200 \left(\frac{\theta}{\beta^3} \right)^3 \right]$$

Una vez obtenida la ecuación de desplazamiento del seguidor, se procede a graficarla, por lo cual se obtiene lo siguiente:

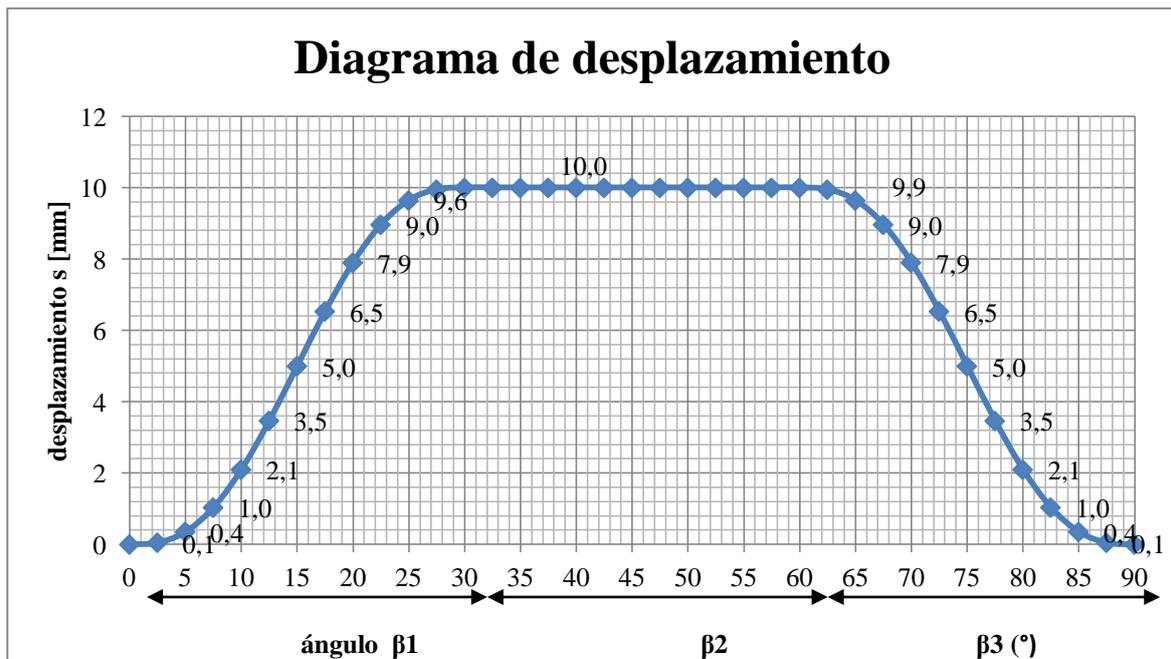


Figura 3.3: Diagrama de desplazamiento del seguidor.

El resto de graficas como la velocidad y aceleración se encuentran en el Anexo 2. Una vez obtenida la gráfica se procede a calcular la dimensión de la leva, por lo que se comienza determinando el radio del círculo primario, para lo cual según Robert L.(2009) se tiene la siguiente fórmula:

Ecuación 3.12: Ángulo de presión.

$$\phi = \arctan \frac{v - \varepsilon}{s + \sqrt{Rp^2 - \varepsilon^2}}$$

Donde:

ϕ : Es el ángulo de presión en grados

v : Es la velocidad del seguidor.

ε : Es la excentricidad en milímetros [mm].

s : Es el desplazamiento del seguidor [mm].

R_p : Es el radio primitivo de la circunferencia del seguidor [mm]

Para facilitar la operación se inicia con un valor de excentricidad de cero ($\varepsilon=0$) y un valor de radio primitivo de 25 ($R_p= 25$). Remplazando valores se obtiene la siguiente grafica.

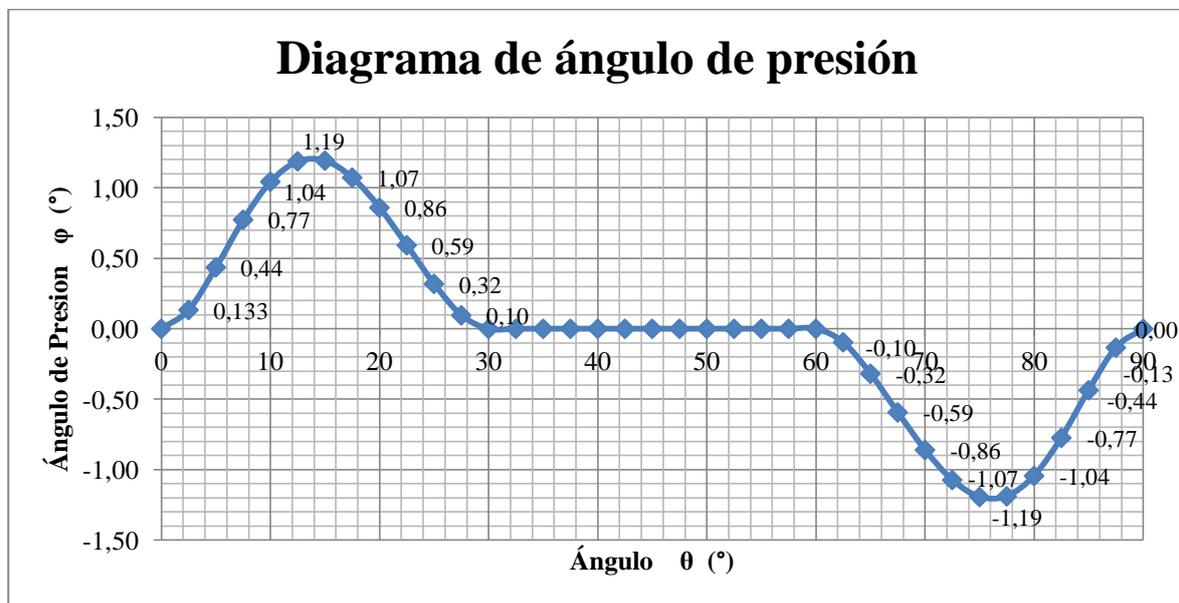


Figura 3.4: Diagrama de ángulo de presión.

De acuerdo a Robert L. (2009), por conveniencia la leva debe tener un ángulo de presión con el seguidor de entre 0° y 30° , un ángulo mayor ocasionaría mayor fricción, en éste caso en particular el máximo valor del ángulo de presión es de $1,19^\circ$ cuando el seguidor se desplazo $12,5^\circ$, con lo que el valor R_p de 25mm es el adecuado.

Una vez obtenida la gráfica de desplazamiento del seguidor y el radio primitivo de la leva se procede a obtener el perfil de la leva gráficamente. En el capítulo 1 se describió la forma de trazar el perfil de leva a partir del diagrama de desplazamiento. Realizando estos pasos se obtiene lo siguiente.

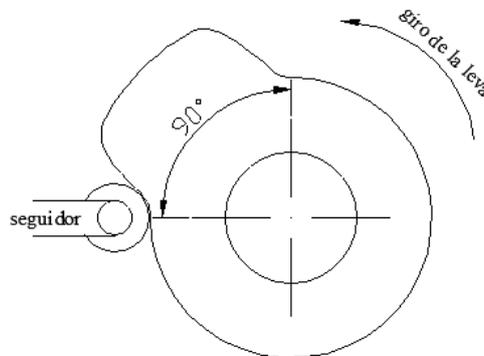


Figura 3.5: Leva diseñada.

3.3.3.2 Análisis dinámico.

En esta sección se realiza el cálculo de la fuerza que la leva debe ejercer para desplazar el sistema de arrastre la distancia de 10 mm.

La fuerza que con la que el sistema de arrastre presiona la tela es de 5 [N], este valor se obtuvo de las pruebas realizadas. Esta fuerza se multiplicó por un factor de diseño de 2 con el fin de garantizar el adecuado plisado, con lo que tenemos una fuerza de 10 [N].

Para la generación de la presión entre la plancha y el sistema de arrastre se utiliza resortes de extensión, los cuales para su montaje deben ser extendidos una cierta distancia para que generen la fuerza requerida. Al ser una fuerza relativamente baja se opta por un resorte comercial, siendo este de fácil acceso y bajo costo. Los datos del resorte se encuentran en el Anexo 3.

Para calcular la extensión del resorte se emplea la ley de Hooke, cuya fórmula según Robert L. (2009) es la siguiente:

Ecuación 3.13: Ley de Hooke

$$\mathbf{F} = \mathbf{K} * \mathbf{x}$$

Donde:

F = Fuerza externa [N].

K = Constante del resorte [N/mm]

X = Elongación del resorte [mm].

La fuerza requerida es de 10[N] y el valor de la constante es de 0,515 [N/mm], despejando y reemplazando valores se obtiene:

$$x = \frac{F}{K}$$

$$x = \frac{10}{0,515}$$

$$\mathbf{x} = \mathbf{19,417 [mm]}$$

El resorte es montando con una elongación de 20 [mm].

Para calcular el resto de fuerzas se sabe que la presión entre la plancha y el sistema de arrastre esta dado por la fuerza del resorte, por lo que la fuerza que la leva ejerce es solo para realizar la separación del sistema de arrastre y la plancha, con lo que se tiene el siguiente diagrama.

Diagrama de cuerpo libre.

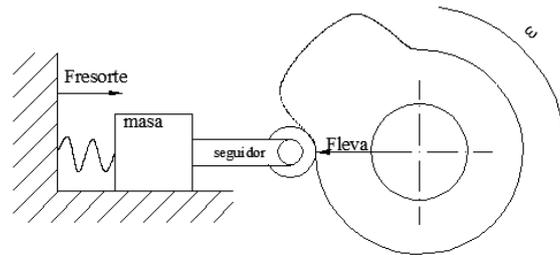


Figura 3.6: Distribución de las fuerzas.

Para calcular la fuerza que la leva ejerce, según Robert L. (2009) se emplea la siguiente fórmula:

Ecuación 3.14: Fuerza de la leva

$$F_{(t)} = m * \ddot{x} + c * \dot{x} + k * (x + x_0)$$

Donde:

$F_{(t)}$ = Fuerza de la leva [N].

m = Es la masa del sistema [Kg].

\ddot{x} = Es la aceleración del seguidor [m/s^2].

c = Coeficiente de amortiguamiento.

\dot{x} = Velocidad del seguidor [m /s].

k = Constante del resorte [N/mm].

x = Desplazamiento del seguidor [mm].

x_0 = Precarga inicial [mm]

Para la resolución de esta ecuación se cuenta con los datos de la masa total del sistema que

es de 5,263 [kg], el desplazamiento, la velocidad y la aceleración del seguidor se encuentran en el anexo 2, mientras que la precarga inicial x_0 ya fue calculada con la ecuación 3.14, Por lo que se procede a calcular las demás incógnitas.

Para el cálculo del coeficiente de amortiguamiento según Robert L. (2009) se utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 3.15: Coeficiente de amortiguamiento.

$$\xi = \frac{C}{2 * m * \omega_n}$$

Donde:

ξ = Relación de amortiguamiento.

C = Coeficiente de amortiguamiento.

m = Masa del sistema [Kg].

ω_n = Frecuencia natural circular no amortiguada [rad/s].

Según Koster M. (1974), un valor típico de la relación de amortiguamiento en sistemas levas seguidor es $\xi = 0,06$. Mientras que la frecuencia natural circular no amortiguada según Robert L. (2009) se calcula con la siguiente fórmula:

Ecuación 3.16: Frecuencia natural circular no amortiguada.

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Donde:

ω_n = Frecuencia natural circular no amortiguada [rad/s].

k = Constante total del resorte [N/m].

m = Masa del sistema [Kg].

Reemplazando datos se obtiene:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{515}{5,263}}$$

$$\omega_n = 9,892 \left[\frac{rad}{s} \right]$$

Despejando el coeficiente de amortiguamiento y reemplazando datos en la ecuación 3,16 se obtiene:

$$C = \xi * 2 * m * \omega_n$$

$$C = 0,06 * 2 * 5,263 * 9,892$$

$$C = 6,247$$

Una vez obtenidos todos estos datos, se procede a remplazar en la ecuación 3.15, con lo que se obtiene la siguiente gráfica.

Ecuación 3.17: Ecuación de fuerza de la leva 1.

$$F_{(t)} = 5,263 * \ddot{x} + 6,247 * \dot{x} + 0,515 * (x + 20)$$

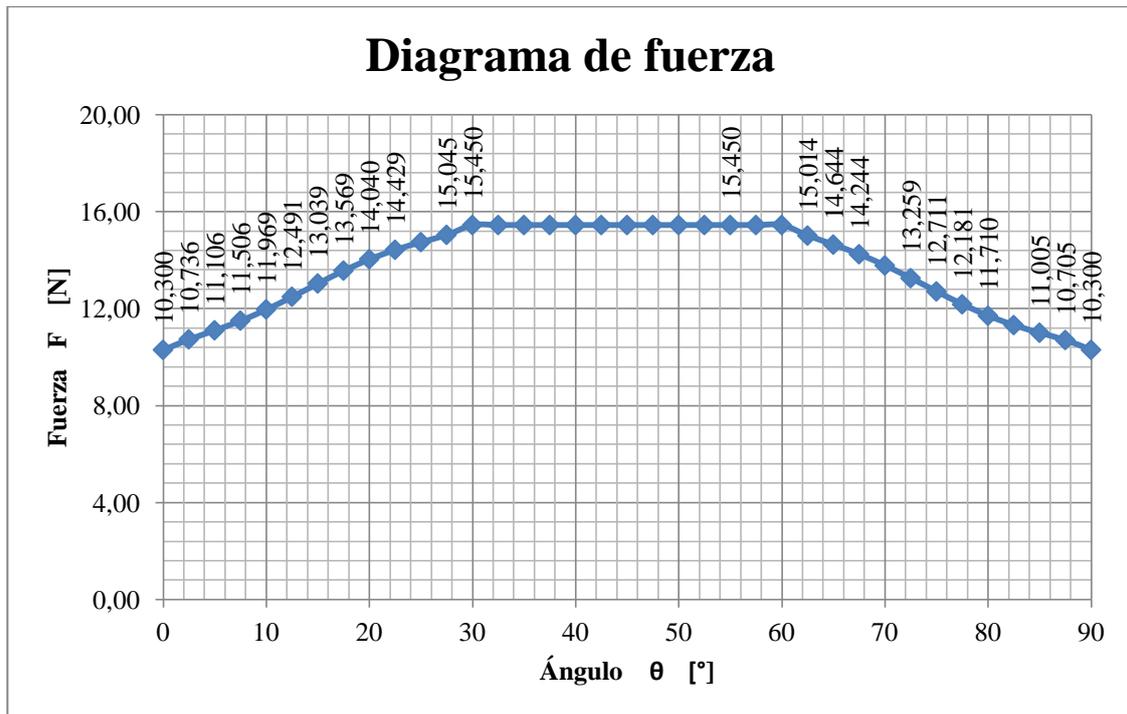


Figura 3.7: Diagrama de fuerza de la leva 1.

En la gráfica se observa que la fuerza nunca llega a un valor negativo; por tal motivo, no existirán saltos del seguidor. Con esta fuerza se puede obtener el torque necesario para el movimiento del mecanismo, según Robert L. (2009) se calcula con la siguiente fórmula.

Ecuación 3.18: Torque de la leva 1

$$T = F_{(t)} * (s + r)$$

Donde:

T = Torque [N-m]

$F_{(t)}$ = Fuerza de la leva [N]

s = Desplazamiento del seguidor [m].

r = Radio de la leva [m].

Remplazando datos se obtiene la siguiente gráfica.

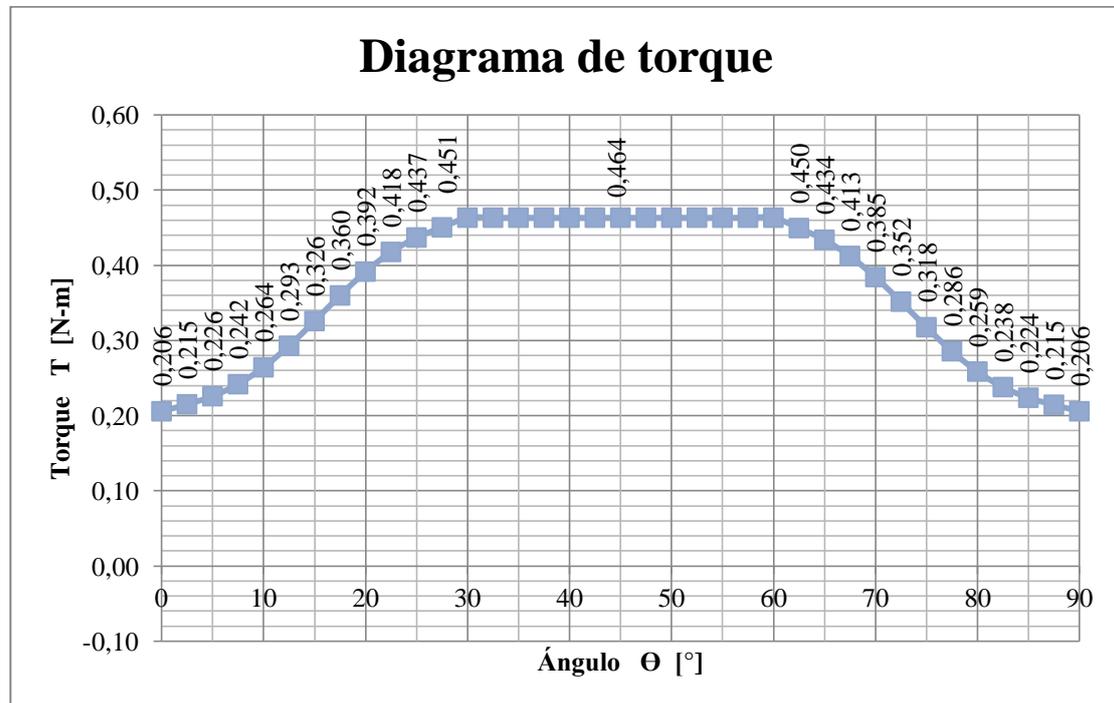


Figura 3.8: Diagrama de torque de la leva 1.

Además del torque se procede a calcular la potencia según, Ingemeccanica. (2014) se emplea la siguiente fórmula.

Ecuación 3.19: Potencia de la leva 1

$$P_{L1} = T_{L1} * \omega$$

Donde:

P_{L1} = Potencia de la leva 1 [W].

T = Torque máximo de la leva 1 [N-m].

ω = Velocidad angular [rad/s].

Reemplazando datos se tiene:

$$P_{L1} = 0,464 * 0,733$$

$$P_{L1} = 0,34 \text{ [W]}$$

3.3.4 SISTEMA DE PLISADO DE TELA.

Al igual que el sistema de arrastre se hace uso de levas para efectuar el adecuado pliegue, su funcionamiento se puede apreciar en el siguiente bosquejo.

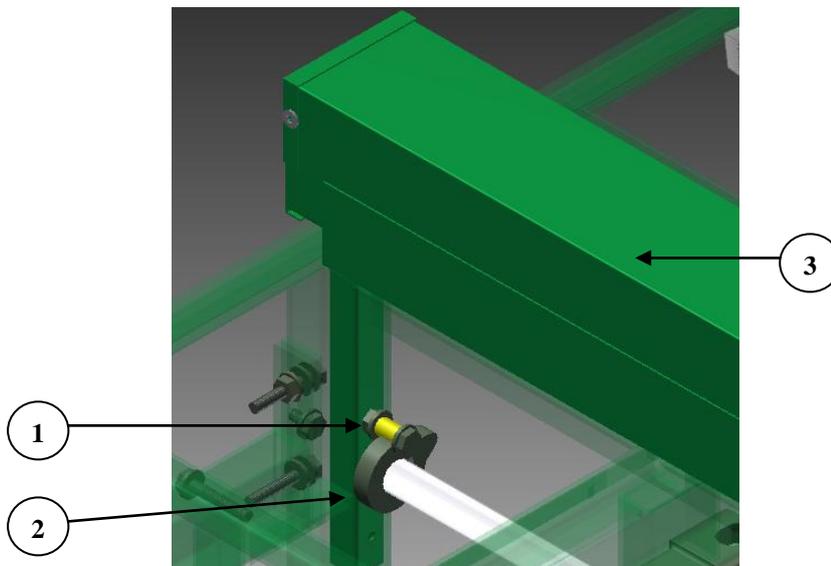


Figura 3.9: Bosquejo del sistema de planchado.

(1) Seguidor de la leva 3

(2) Leva 3.

(2) Plancha.

3.3.4.1 Análisis cinemático.

Una vez calculado el perfil de la leva1, se continúa con el cálculo del perfil de la leva 3, esta segunda leva nos ayuda a subir y bajar la plancha. La leva 3 ayuda a elevar el acople del

sistema de arrastre en el momento adecuado con el fin de evitar daños en el proceso o atascamiento de la tela. Esta leva es similar a la leva 2.

Para el diseño de la leva 3 se debe considerar que tiene la misma velocidad de la leva 1; además de que debe actuar con una subida y bajada de 10 [mm] durante 60° (β_1).

Con esto se anticipa que se trata de una leva con detenimiento simple; en consecuencia, para su diseño según Norton (2009) para un mejor enfoque se utilizan solo dos segmentos, uno para la subida y bajada y otro para el detenimiento.

En resumen para el diseño de la leva 3 se cuenta con los siguientes datos:

- Subida y bajada de 10mm en desplazamiento de 60° (β_1).
- Detenimiento en bajo durante desplazamiento de 300° (β_2).
- Velocidad angular de la leva 3 $\omega = 0,733$ rad/s.

Las condiciones de frontera son las siguientes:

Cuando $\Theta = 0^\circ$ se tienen: $s=0$; $v=0$; $a=0$

Cuando $\Theta = 40^\circ$ se tienen: $s=0$; $v=0$; $a=0$

Cuando $\Theta = 25^\circ$ se tienen: $\frac{\Theta}{\beta_1} = 0,5$; $s=10$

Al tener siete condiciones de frontera se emplea un polinomio de sexto grado.

Ecuación 3.20: Ecuación general de desplazamiento leva 3

$$s = C_0 + C_1 \left(\frac{\Theta}{\beta_1}\right) + C_2 \left(\frac{\Theta}{\beta_1}\right)^2 + C_3 \left(\frac{\Theta}{\beta_1}\right)^3 + C_4 \left(\frac{\Theta}{\beta_1}\right)^4 + C_5 \left(\frac{\Theta}{\beta_1}\right)^5 + C_6 \left(\frac{\Theta}{\beta_1}\right)^6$$

Para obtener las ecuaciones de velocidad y aceleración se procede a realizar la primera y segunda derivar de la ecuación 3,20. Obteniendo así las siguientes ecuaciones:

Ecuación 3.21: Ecuación general de velocidad leva 3

$$s' = \frac{1}{\beta_1} \left[C1 + 2C2 \left(\frac{\theta}{\beta_1} \right) + 3C3 \left(\frac{\theta}{\beta_1} \right)^2 + 4C4 \left(\frac{\theta}{\beta_1} \right)^3 + 5C5 \left(\frac{\theta}{\beta_1} \right)^4 + 6C6 \left(\frac{\theta}{\beta_1} \right)^5 \right]$$

Ecuación 3.22: Ecuación general de aceleración leva 3

$$s'' = \frac{1}{\beta_1^2} \left[2C2 + 6C3 \left(\frac{\theta}{\beta_1} \right) + 12C4 \left(\frac{\theta}{\beta_1} \right)^2 + 20C5 \left(\frac{\theta}{\beta_1} \right)^3 + 30C6 \left(\frac{\theta}{\beta_1} \right)^4 \right]$$

Al sustituir las condiciones de frontera se obtiene el siguiente sistema de ecuaciones:

Cuando $\Theta = 0^\circ$ se tienen: $s = 0$; $v = 0$; $a = 0$.

$$0 = C0$$

$$0 = C1$$

$$0 = 2C2$$

Cuando $\Theta = 60^\circ$ se tienen: $s = 0$; $v = 0$; $a = 0$.

$$0 = C0 + C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6$$

$$0 = C1 + 2C2 + 3C3 + 4C4 + 5C5 + 6C6$$

$$0 = 2C2 + 6C3 + 12C4 + 20C5 + 30C6$$

Cuando $\Theta = 25^\circ$ se tienen: $\frac{\theta}{\beta_1} = 0,5$; $s = 10$.

$$10 = C0 + \frac{1}{2} C1 + \frac{1}{4} C2 + \frac{1}{8} C3 + \frac{1}{16} C4 + \frac{1}{32} C5 + \frac{1}{64} C6$$

Con lo que finalmente se tiene el siguiente sistema.

$$0 = C_0 + C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6$$

$$0 = C_1 + 2C_2 + 3C_3 + 4C_4 + 5C_5 + 6C_6$$

$$0 = 2C_2 + 6C_3 + 12C_4 + 20C_5 + 30C_6$$

$$10 = C_0 + \frac{1}{2}C_1 + \frac{1}{4}C_2 + \frac{1}{8}C_3 + \frac{1}{16}C_4 + \frac{1}{32}C_5 + \frac{1}{64}C_6$$

Si se reemplazan los valores ya encontrados, queda el siguiente sistema:

$$0 = C_3 + C_4 + C_5 + C_6$$

$$0 = 3C_3 + 4C_4 + 5C_5 + 6C_6$$

$$0 = 6C_3 + 12C_4 + 20C_5 + 30C_6$$

$$10 = \frac{1}{8}C_3 + \frac{1}{16}C_4 + \frac{1}{32}C_5 + \frac{1}{64}C_6$$

Resolviendo este sistema de ecuaciones con la ayuda del programa Matlab, se obtienen las siguientes respuestas.

$$640 = C_3$$

$$-1920 = C_4$$

$$1920 = C_5$$

$$-640 = C_6$$

Y reemplazando estos valores en las Ecuación 3.20, 3.21 y 3.22 se obtienen las siguientes ecuaciones.

Ecuación 3.23: Ecuación de desplazamiento leva 3

$$s = 640 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^3 - 1920 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^4 + 1920 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^5 - 640 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^6$$

Ecuación 3.24: Ecuación de velocidad leva 3.

$$s' = \frac{1}{\beta_1} \left[1920 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^2 - 7680 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^3 + 9600 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^4 - 3840 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^5 \right]$$

Ecuación 3.25: Ecuación de aceleración leva 3.

$$s'' = \frac{1}{\beta_1^2} \left[3840 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right) - 23040 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^2 + 38400 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^3 - 19200 \left(\frac{\theta}{\beta_1}\right)^4 \right]$$

Una vez obtenido la ecuación de desplazamiento del seguidor, se procede a graficarla, por lo cual se obtiene lo siguiente:

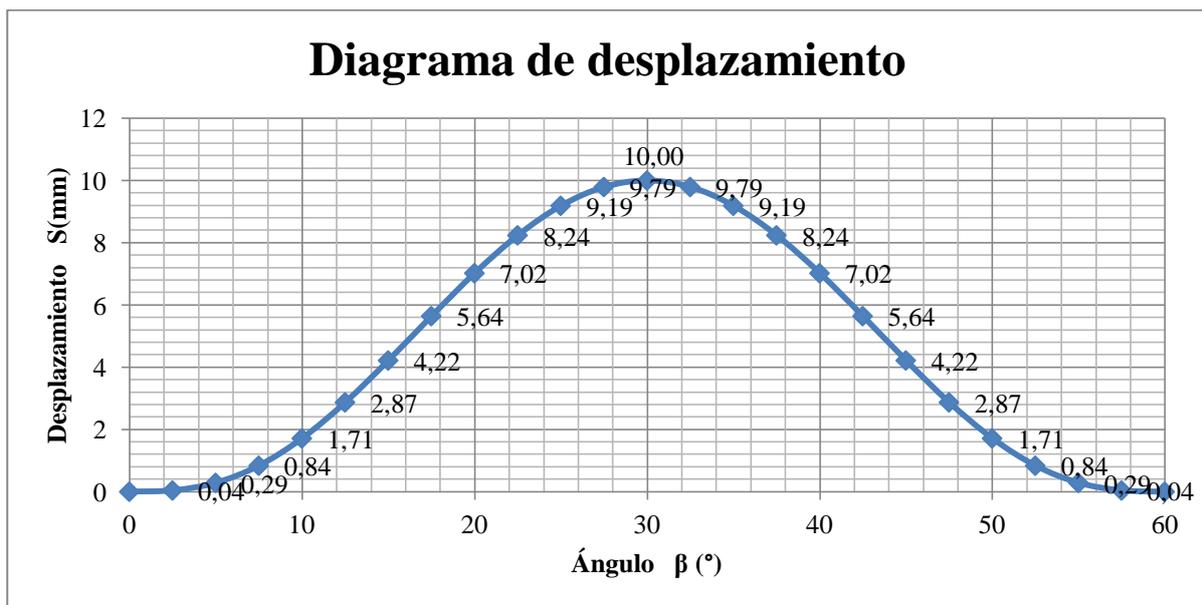


Figura 3.10: Diagrama de desplazamiento.

Al igual que el anterior diseño se procede a dimensionar la leva, usando la ecuación 3.13 y con un valor de excentricidad de cero ($\varepsilon = 0$) y radio primitivo de 25 ($R_p = 25$ mm), se obtiene lo siguiente:

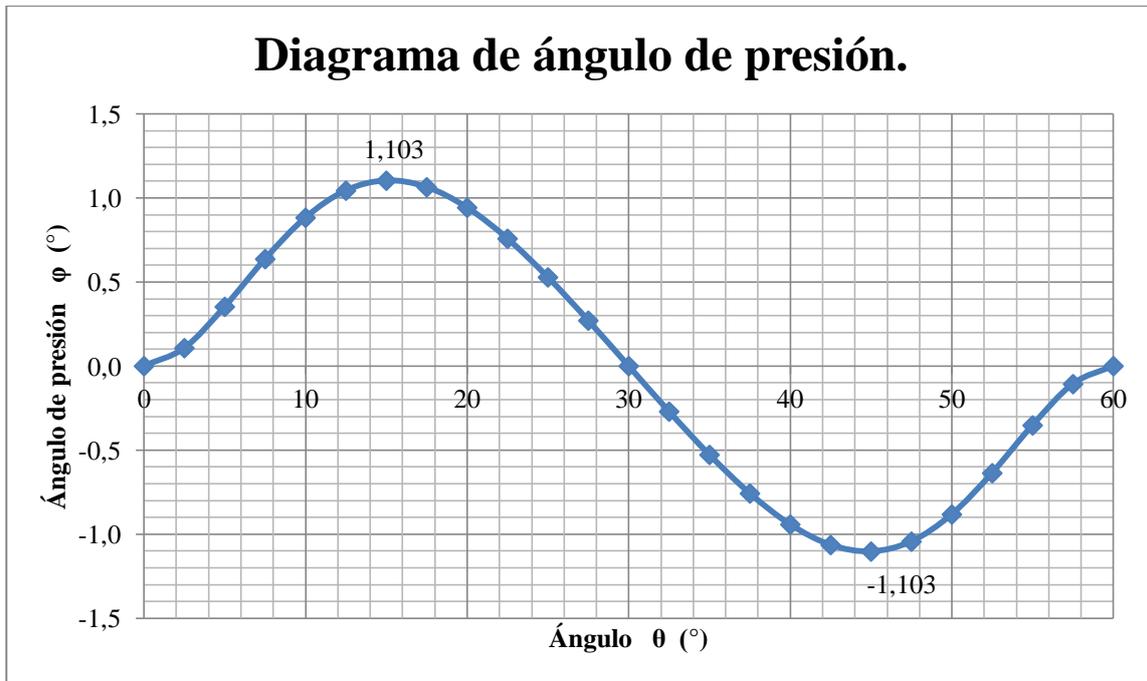


Figura 3.11: Diagrama de ángulo de presión.

Por conveniencia la leva debe tener un ángulo de presión con el seguidor de entre 0° y 30° , un ángulo mayor ocasionaría mayor fricción, en éste caso el máximo valor del ángulo de presión es de $1,103^\circ$, con lo que el valor R_p de 25mm es el adecuado. Realizando los pasos del anterior ejercicio se obtiene lo siguiente.

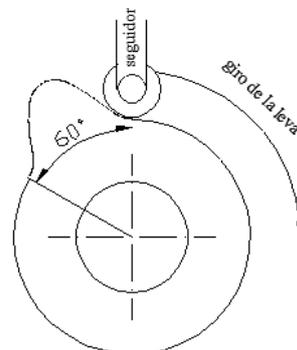


Figura 3.12: Leva 3.

3.3.4.2 Análisis dinámico.

Diagrama de cuerpo libre:

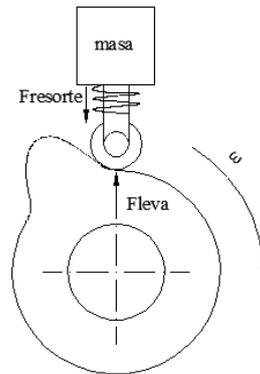


Figura 3.13: Distribución de las fuerzas.

Para el cálculo de la fuerza que la leva ejerce se utiliza, al igual que el caso anterior, la ecuación 3.15.

$$F_{(t)} = m * \ddot{x} + c * \dot{x} + k * (x + x_0)$$

Para aplicar esta ecuación se considera que la masa del sistema es de 5 [kg], y se escogió un valor de precarga de 20 [mm], el resorte a emplear es el mismo que el del sistema de arrastre. Donde el coeficiente de amortiguamiento se calcula con la ecuación 3.16

$$\xi = \frac{C}{2 * m * \omega_n}$$

Donde la frecuencia natural circular no amortiguada se calcula con la ecuación 3.17.

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Reemplazando datos se obtiene:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{515}{5}}$$

$$\omega_n = 10,137 \left[\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right]$$

Reemplazando datos en la ecuación 3.16, se obtiene:

$$0,06 = \frac{C}{2 * 5 * 10,137}$$

$$C = 6,082$$

Reemplazando datos en la ecuación 3.15, se obtiene la siguiente ecuación y gráfica de fuerza de la leva 3:

Ecuación 3.26: Ecuación de fuerza de la leva 3

$$F(t) = 5 * \ddot{x} + 6,082 * \dot{x} + 0,515 * (x + 20)$$

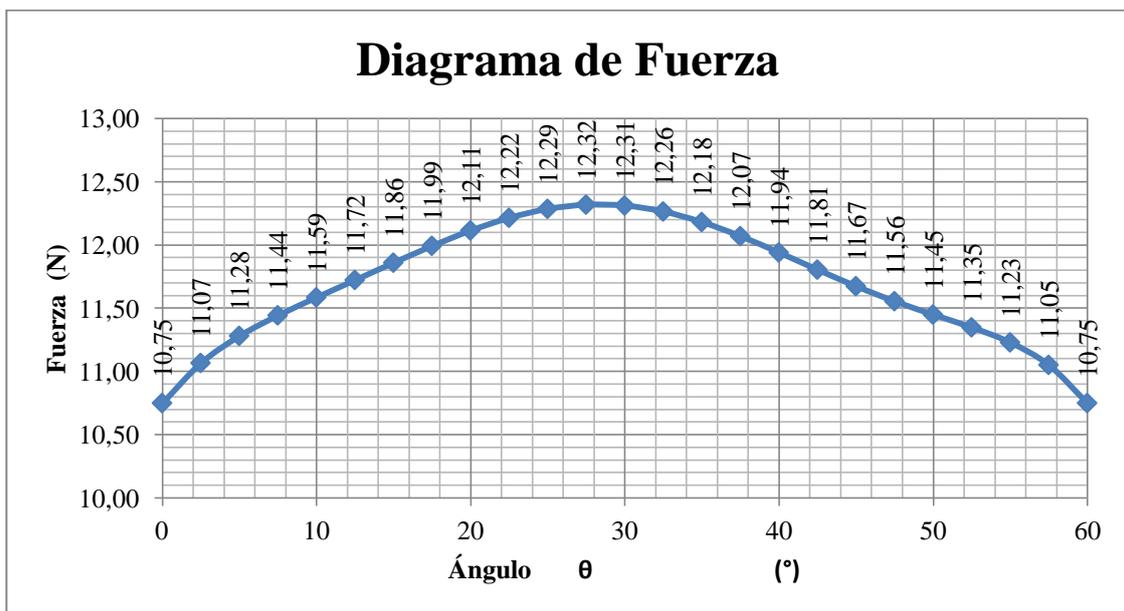


Figura 3.14: Diagrama de fuerza de la leva 3.

Una vez calculada la fuerza se procede a calcular el torque con lo que se cuenta con la siguiente fórmula.

Ecuación 3.27: Torque de la leva 3.

$$T = F_{(t)} * (s + r)$$

Reemplazando datos se obtiene la siguiente gráfica.

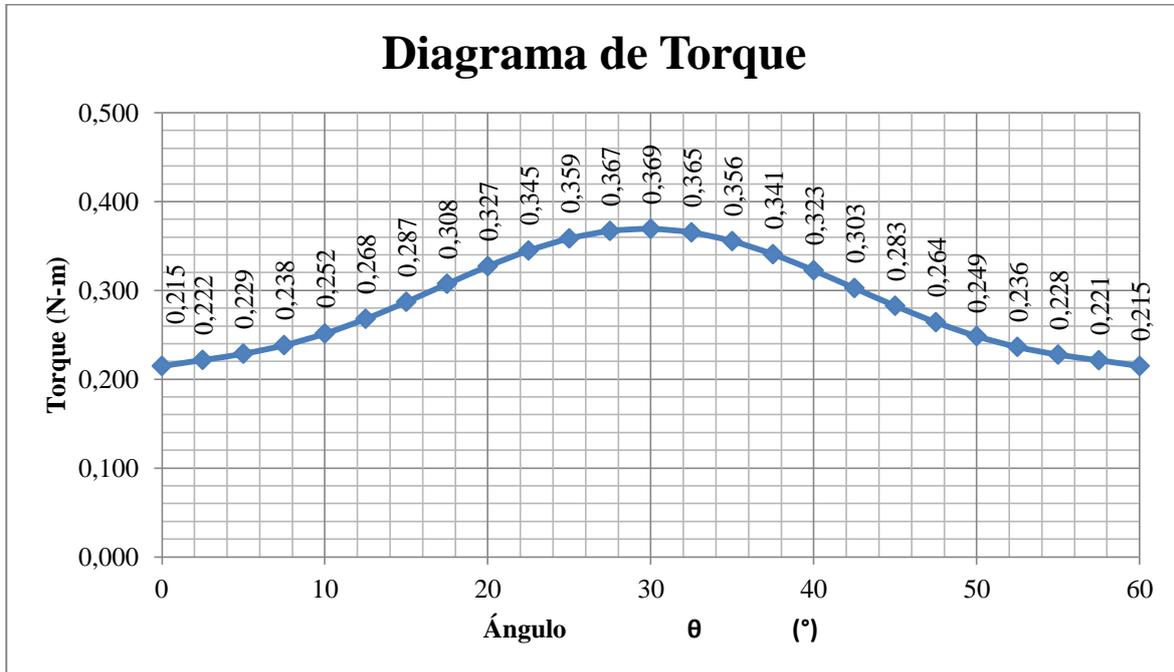


Figura 3.15: Diagrama de torque de la leva 3.

La potencia se ha calculado con la siguiente fórmula:

Ecuación 3.28: Potencia de la leva 3

$$P_{L3} = T_{L3} * \omega$$

Donde:

P_{L3} = Potencia de la leva 3 [W].

T_{L3} = Torque máximo de la leva 3 [N-m].

ω = Velocidad angular [rad/s].

Reemplazando datos se ha obtenido.

$$P_{L3} = 0,369 * 0,733$$

$$P_{L3} = 0,270 [W]$$

3.3.5 SISTEMA DE ELEVACIÓN DE ARRASTRE.

Esta leva 2 se encarga de elevar el sistema de arrastre para evitar que la tela se atasque en el momento de su retorno, el perfil de esta leva es similar a la de la leva 3, por lo que en esta sección se realiza el cálculo de la fuerza que actúa sobre la leva.

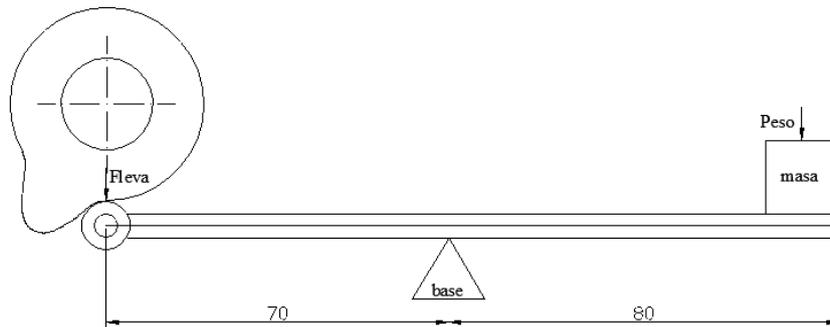


Figura 3.16: Diagrama de fuerza leva 2.

Para elevar la masa se emplea el principio de la palanca, por lo cual se cuenta con la siguiente fórmula:

Ecuación 3.29: Fuerza de la leva 2.

$$F_{leva2} * D_F = \text{Peso} * D_P$$

Donde:

F_{leva2} = Fuerza de la leva [N].

D_F = Distancia entre la fuerza de la leva y la base [m].

Peso = Peso del sistema de arrastre [N].

D_P = Distancia entre el peso y la base [m].

Reemplazando datos y despejando la fuerza de la leva, se tiene:

$$F_{\text{leva2}} = \frac{5,263 * 9,81 * 0,08}{0,07}$$

$$F_{\text{leva2}} = 59,01 \text{ [N]}$$

Ecuación 3.30: Torque de la leva 2.

$$T = F_{(t)} * (s + r)$$

$$T = 59,01 * (0,01 + 0,02)$$

$$T = 1,77 \text{ [N - m]}$$

La potencia se calcula con la siguiente fórmula:

Ecuación 3.31: Potencia de la leva 2

$$P_{L2} = T_{L2} * \omega$$

Donde:

P_{L2} = Potencia de la leva 2 [W].

T_{L2} = Torque máximo de la leva 2 [N-m].

ω = Velocidad angular [rad/s].

Reemplazando datos se obtiene:

$$P_{L2} = 1,77 * 0,733$$

$$P_{L2} = 1,297 \text{ [W]}$$

3.4 DISEÑO DE LA TRANSMISIÓN.

3.4.1 SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO.

Para seleccionar el tipo de motor, hay que tener en cuenta la velocidad a la que opera la máquina, ya que dicha velocidad es de apenas 7 [r.p.m.]; además, se requiere de la potencia de la máquina, la cual se calcula sumando la potencia de los demás elementos con la siguiente fórmula.

Ecuación 3.32: Potencia total.

$$P_{TOTAL} = P_{I1} + P_{I2} + P_{I3}$$

Donde:

P_{TOTAL} = Potencia de la máquina [W].

P_{I1}, P_{I2}, P_{I3} = Potencias generadas por las levas [W].

$$P_{TOTAL} = 0,34 + 0,27 + 1,297$$

$$P_{TOTAL} = 1,907 \text{ [w]}$$

Al ser necesario una baja velocidad y una baja potencia se opta por el siguiente motor. ELMEQ (2013).

Tabla 3.1: Características del motor.

Motor GW370-45.	
Voltaje.	24 [V]
Corriente	1 [A]
Velocidad.	34 [r.p.m.]
Potencia.	24[W]

3.4.2 DISEÑO DE LA TRANSMISIÓN MOTOR – SISTEMA DE PLANCHA.

Se considera que la mejor opción para la transmisión de velocidad y potencia desde el motor, hacia la máquina, se lo realice con cadenas y catarinas, ya que estas son aptas para trabajos a baja velocidad, a demás de que no presentan deslizamientos lo que lo vuelve versátil para transmisiones sincrónicas. Para la selección del tipo de cadena se aconseja evitar en lo posible la lubricación más costosa Mott R. (2006).

3.4.2.1 Cálculo del número de dientes de la catarina

Según Aaron D. (1987) los números de dientes de la catarina es igual a:

Ecuación 3.33: Ecuación de número de dientes de la catarina

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

Donde:

n_1 = Velocidad del motor [r.p.m.]

n_2 = Velocidad de la máquina [r.p.m.]

N_1 = Número de dientes de la Catarina conductor.

N_2 = Número de dientes de la catarina conducido.

Como dato inicial se propone para la catarina conductora un número de dientes de 10, la velocidad del motor $n_1 = 34$ [r.p.m.] y la velocidad de la máquina $n_2 = 7$ [r.p.m], con este valor se calcula el número de dientes de la catarina conducido.

Reemplazando datos se obtiene:

$$\frac{7}{34} = \frac{10}{N_2}$$

$$N_2 = 48,57$$

Con lo que se selecciona una catarina de 48 dientes, para estar seguros de este valor se procede a calcular la velocidad de la máquina con la misma ecuación.

$$\frac{n_2}{34} = \frac{10}{48}$$

$$n_2 = 7,08 \text{ [r.p.m.]}$$

Con lo que se tiene un error de 1,35 %, con lo que se justifica el uso de un piñón de 48 dientes.

3.4.2.2 Cálculo de la potencia de diseño.

Según el libro de Diseño de elementos de máquina de Robert, la potencia de diseño es igual.

Ecuación 3.34: Potencia de diseño.

$$P_{\text{diseño}} = P_{\text{motor}} * F. S.$$

Donde:

$P_{\text{diseño}}$ = Potencia de diseño [W].

P_{motor} = Potencia del motor [W].

$F. S$ = Factor de seguridad.

Donde el factor de seguridad se obtiene de la siguiente tabla, según Intermecc S.A.(2014)

Tabla 3.2: Factor de seguridad para transmisiones por cadenas

Factores para calcular el margen compensatorio de seguridad.			
Tipo de carga.	Clase de la fuente de potencia		
	Motor de combustión interna con convertidor hidráulico.	Motor eléctrico o turbina.	Motor de combustión interna con embrague o caja mecánica.
Uniforme.	1.0	1.0	1.2
Fluctuante.	1.2	1.3	1.4
Muy fluctuante.	1.4	1.5	1.7

La máquina al ser accionado por motor eléctrico y poseer carga fluctuante, el valor del factor de seguridad es 1,3. Reemplazando datos se tiene que:

$$P_{\text{diseño}} = 24 * 1,3$$

$$P_{\text{diseño}} = 31,2 [W]$$

3.4.2.3 Selección del tipo de cadena.

Con la potencia calculada y con un valor de la catarina conductor de 10 dientes, el tipo de cadena se obtiene con la ayuda del catalogo de transmisión de potencia por cadena de rodillos de la empresa Intermec S.A.

Tabla 3.3: *Tabla de capacidad para cadenas*

DIMENSIONES										
CADENA NÚMERO	PASO -P-	LARGO DEL RODILLO -W-	DIAMETRO DEL RODILLO -D-	DIAMETRO DEL PASADOR -C-	GRUESO DE LA CHAPETA -F-	LARGO DEL PASADOR -L-	ANCHO DE LA CHAPETA -H-	-M-	LÍMITE PROMEDIO DE ROTURA LBS.	PESO EN LIBRAS POR CADA PIE (30.5 CMS)
41	1/2" 12.7 mm	0.250	.306	.141	.050	.512	.383	.322	2.000	.25
42	1/2" 12.7 mm.	0.187	.306	.141	.050	.449	.383	.291	1.600	.21
43	1/2" 12.7 mm.	0.125	.306	.141	.040	.386	.383	.260	1.600	.18

Para una operación a baja velocidad se aconseja usar cadenas de largo paso, por lo que se escoge una cadena No. 41, para lo cual se calcula su factor de seguridad de la siguiente forma.

Ecuación 3.35: Factor de seguridad de cadena.

$$n = \frac{F}{F_C}$$

Donde:

F = Límite de fuerza de ruptura de la cadena [N]

F_C = Fuerza tangencial de la cadena [N]

La fuerza de la cadena la según Mott R. (2006) se calcula con la siguiente formula.

Ecuación 3.36: Fuerza de la cadena.

$$F_C = \frac{P_{\text{diseño}}}{\omega * \frac{D_C}{2}}$$

Donde:

F_C = Fuerza tangencial de la cadena [N]

$P_{\text{diseño}}$ = Potencia de diseño [W]

ω = Velocidad angular del motor [$\frac{rad}{s}$]

D_C = Diámetro de paso de la catarina conductor [mm]

El diámetro de paso de la catarina conductor según Mott R. (2006) se calcula de la siguiente forma:

Ecuación 3.37: Diámetro de paso de la catarina

$$D = \frac{p}{\text{sen} \left(\frac{180^\circ}{N} \right)}$$

Donde:

D = Diámetro de paso de la catarina conductor [mm]

p = Pasos de la cadena [mm]

N = Número de dientes de la catarina conductor.

Reemplazando datos se obtiene lo siguiente:

$$D = \frac{12,7}{\text{sen} \left(\frac{180^\circ}{10} \right)}$$

$$D = 41,098 \text{ [mm]}$$

Reemplazando este valor en la ecuación 3.36 se tiene:

$$F_c = \frac{31,2}{3,56 * \frac{0,041}{2}}$$

$$F_c = 427,514 \text{ [N]}$$

Y luego reemplazando en la ecuación 3.35

$$n = \frac{712}{427,514}$$

$$n = 1,6$$

Con lo que la selección es la adecuada.

3.4.2.4 Cálculo de la longitud de la cadena y distancia entre centros.

Según Mott R. (2006), la longitud de la cadena se calcula con la siguiente ecuación.

Ecuación 3.38: Longitud de la cadena.

$$\frac{L}{p} = \frac{2 * C}{p} + \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4 * \pi^2 * C/p}$$

Donde:

L = Longitud de la cadena en función de los pasos.

p = Pasos de la cadena [mm].

C = Distancia entre centros en función de los pasos.

N_1 = Número de dientes de la atarina conductor.

N_2 = Número de dientes de la catarina conducido.

La distancia entre centros debe ser de un valor de 20 a 50 pasos de la cadena. Mott R. (2006),

Por lo que se escoge un valor de $\frac{C}{p} = 35$ pasos.

Reemplazando datos se tiene:

$$L = 97,84 p$$

Con lo que se escoge un número par para la longitud de la cadena, con lo que $L = 98 p$

Para el cálculo de la distancia entre centros según Mott R. (2006) se realiza con la siguiente fórmula:

Ecuación 3.39: Distancia entre centros.

$$C = \frac{p}{4} \left[-A + \sqrt{A^2 - 8 \left(\frac{N_2 - N_1}{2\pi} \right)^2} \right]$$

Donde:

$$A = \frac{N_1 + N_2}{2} - \frac{L}{p}$$

Reemplazando datos se tiene:

$$C = 35,08 p$$

Para una cadena No. 41, $p = 12,70$ [mm], multiplicando este valor da:

$$L = 1\,244 \text{ [mm]}$$

$$C = 445,550 \text{ [mm]}$$

3.4.2.5 Cálculo de arco de contacto.

El arco de contacto para la catarina conductora según Mott R. (2006) está dado por:

Ecuación 3.40: Ecuación de Arco de contacto para la catarina conductora

$$\theta_1 = 180^\circ - 2 \operatorname{sen}^{-1} \left[\frac{(D_2 - D_1)}{2 * C} \right]$$

Donde:

θ_1 = Arco de contacto para la catarina conductora [°].

D_1 = Diámetro de paso de la catarina n conductora [mm].

D_2 = Diámetro de paso de la catarina conducida [mm].

C = Distancia entre centros [mm].

El diámetro de paso de las catarina se calcula con la ecuación 3.37

$$D = \frac{p}{\text{sen} \left(\frac{180^\circ}{N} \right)}$$

Reemplazando datos tanto para calcular el diámetro de paso para la catarina conductora (D_1) y el diámetro de paso para la catarina conducida (D_2) se obtiene:

$$\mathbf{D_1 = 41,10 [mm].}$$

$$\mathbf{D_2 = 194,18 [mm].}$$

Como recomendación el valor del arco de contacto de la catarina conductora debe ser mayor de 120° . Remplazando estos datos en la ecuación 3.41 se obtiene:

$$\theta_1 = 180^\circ - 2 \text{sen}^{-1} \left[\frac{(194,18 - 41,10)}{2 * 445,55} \right]$$

$$\mathbf{\theta_1 = 160,21}$$

Mientras que el valor de arco de contacto para el piñon conducido según Mott.R (2006) es:

Ecuación 3.41: Ecuación de arco de contacto para el piñon conducido.

$$\theta_2 = 180^\circ + 2 \text{sen}^{-1} \left[\frac{(D_2 - D_1)}{2 * C} \right]$$

$$\theta_2 = 180^\circ + 2 \text{sen}^{-1} \left[\frac{(194,18 - 41,10)}{2 * 445,55} \right]$$

$$\mathbf{\theta_2 = 199,784}$$

3.4.2.6 Cálculo de fuerza de la cadena.

En el caso de una transmisión con cadenas se tiene que la fuerza se genera en un solo lado, mientras que el otro lado no existe fuerza por ser el lado flojo.

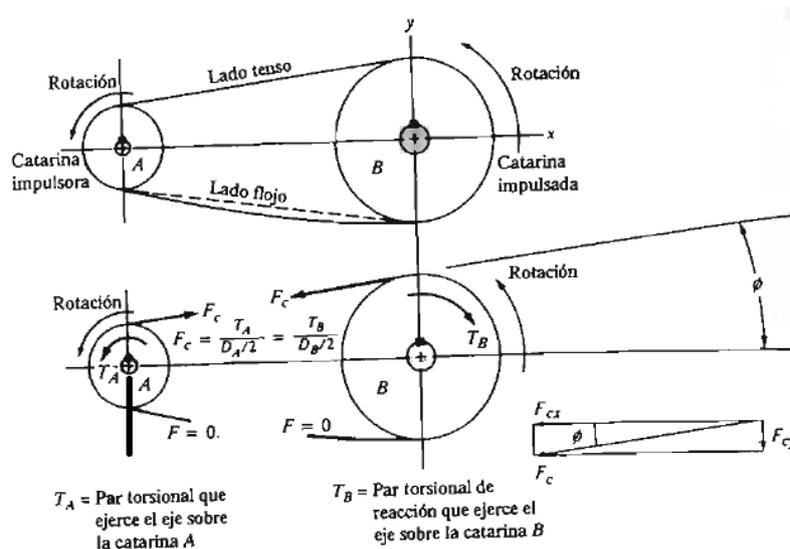


Figura 3.17: Diagrama de fuerzas de los piñones.
Fuente: Mott R. (2006).

La fuerza que se genera en el lado tenso tiene cierta inclinación, debido a la diferencia de tamaños de los piñones.

3.4.2.6.1 Cálculo del ángulo.

Según Novillo G. (2008) el ángulo de contacto se calcula de la siguiente forma.

Ecuación 3.42: Ángulo de contacto de la cadena.

$$\phi = \frac{180}{\pi} * \left(\frac{D_2 - D_1}{2 * C} \right)$$

Donde:

ϕ = Ángulo de inclinación [°].

D_1 = Diámetro de paso del piñon conductor [mm].

D_2 = Diámetro de paso del piñon conducido [mm].

C = Distancia entre centros [mm].

Reemplazando datos se tiene:

$$\phi = \frac{180}{\pi} * \left(\frac{194,18 - 41,10}{2 * 445,55} \right)$$

$$\phi = 9,843$$

3.4.2.6.2 Cálculo de las fuerzas

La fuerza de tensión de la cadena se descompone para los dos ejes, con lo que según Mott R.(2006) se tiene:

Ecuación 3.43: Fuerza de tensión de la cadena en el eje x.

$$F_{CX} = F_C * \cos \phi$$

Donde:

F_{CX} = Fuerza de la cadena en el eje x [N].

F_C = Fuerza de la cadena (427,514) [N].

ϕ = Ángulo de inclinación [°].

Reemplazando datos se tiene:

$$F_{CX} = 427,514 * \cos 9,843$$

$$F_{CX} = 421,221 \text{ [N]}$$

Ecuación 3.44: Fuerza de tensión de la cadena en el eje y.

$$F_{CY} = F_C * \sin \phi$$

Donde:

F_{CY} = Fuerza de la cadena en el eje y [N].

Reemplazando datos se tiene:

$$F_{CY} = 427,514 * \sin 9,843$$

$$F_{CY} = 73,083 \text{ [N]}$$

3.4.2.6.3 Cálculo del momento aplicado al eje 1.

El momento torsor que el piñon entrega al eje se calcula con la siguiente fórmula: Mott R. (2006).

Ecuación 3.45: Momento torsor aplicado al eje.

$$M_{t1} = F_C * \left(\frac{D_2}{2} \right)$$

Donde:

M_{t1} = Momento torsor [N-m].

F_C = Fuerza de la cadena (427,514) [N].

D_2 = Diámetro de paso de la piñon conducida (0,194)[m].

Reemplazando datos se tiene:

$$M_{t1} = 427,514 * \left(\frac{0,194}{2} \right)$$

$$\mathbf{M_{t1} = 41,469 [N - m]}$$

3.4.3 DISEÑO DE LA TRANSMISIÓN SISTEMA DE PLANCHA- SISTEMA DE ARRASTRE.

Al igual que en la transmisión anterior se utiliza el mismo tipo de cadena, por lo que se procede a calcular los demás parámetros.

3.4.3.1 Cálculo del número de dientes de las catarinas.

Para esto se utiliza la ecuación 3.33

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

Como dato inicial se propone para la catarina conductora un número de dientes de 28, la velocidad del eje1 $n_1 = 7,08$ [r.p.m.] y la velocidad del eje2 $n_2 = 7,08$ [r.p.m.], con este valor se calcula el número de dientes de la catarina conducida.

Reemplazando datos se tiene:

$$\frac{7,786}{7,786} = \frac{28}{N_2}$$

$$\mathbf{N_2 = 28}$$

Con lo que se tiene una catarina de 28 dientes.

3.4.3.2 Cálculo de la longitud de la cadena y distancia entre centros.

Usando la ecuación 3.38:

$$\frac{L}{p} = \frac{2 * C}{p} + \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4 * \pi^2 * C/p}$$

En este caso se trata de una transmisión de corta distancia por lo que se selecciona una distancia entre centros de $\frac{C}{p} = 20$ pasos.

Reemplazando datos se obtiene:

$$L = 68 p$$

Para el cálculo de la distancia entre centros se emplea la siguiente fórmula:

$$C = \frac{p}{4} \left[-A + \sqrt{A^2 - 8 \left(\frac{N_2 - N_1}{2\pi} \right)^2} \right]$$

Donde:

$$A = \frac{N_1 + N_2}{2} - \frac{L}{p}$$

Reemplazando datos se tiene:

$$C = 20 p$$

Para una cadena No. 41, $p = 12,70$ [mm], multiplicando este valor da:

$$L = 863,6 \text{ [mm]}$$

$$C = 254 \text{ [mm]}$$

3.4.3.3 Cálculo del diámetro de paso.

El diámetro de paso de los piñones se calcula con la ecuación 3.37.

$$D = \frac{p}{\text{sen} \left(\frac{180^\circ}{N} \right)}$$

Reemplazando datos para calcular el diámetro de paso para el piñon se obtiene:

$$D_3 = 113,43 \text{ [mm]}.$$

3.4.3.4 Cálculo de fuerza de la cadena.

3.4.3.4.1 Cálculo de la fuerza.

En esta transmisión no existe inclinación, por tal motivo la única fuerza es la fuerza tangencial de la cadena $F_C = F_{C2} = 427,514$ [N], la cual se calculó en la sección 2.4.3

3.4.3.4.2 Cálculo del momento aplicado al eje 2.

Mientras que el momento torsor que se transmite al eje dos se lo calcula con la ecuación 3.45.

$$M_{t2} = F_C * \left(\frac{D_3}{2} \right)$$

Reemplazando datos se tiene:

$$M_{t2} = 427,514 * \left(\frac{0,113}{2} \right)$$

$$M_{t2} = 24,155 \text{ [N}\cdot\text{m]}$$

3.5 DISEÑO DEL EJE SISTEMA DE PLANCHADO

3.5.1 CÁLCULO DE ESFUERZOS EN EL EJE.

Para el diseño del eje se comienza analizando las fuerzas que actúan sobre este, tal como se muestra en la figura.

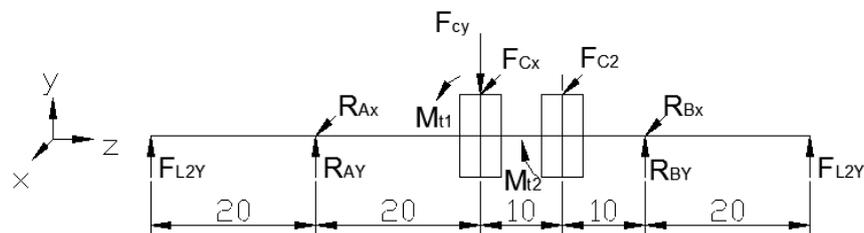


Figura 3.18: Diagrama de cuerpo libre del eje 1.

Donde:

F_{L2} = Fuerza de la leva 2 [N].

R_A = Carga sobre el rodamiento A [N].

F_{CX} , F_{CY} = Fuerza de tensión de la cadena [N].

F_{C2} = Fuerza de tensión de la cadena 2 [N].

R_B = Carga sobre el rodamiento B [N].

M_{t1} = Momento 1 [N·m].

M_{t2} = Momento 2 [N·m].

Para hallar las cargas que se generan en los rodamientos A y B se realiza la sumatoria de fuerzas y momentos.

Con la ayuda del programa Inventor 2012 se obtienen las siguientes graficas.

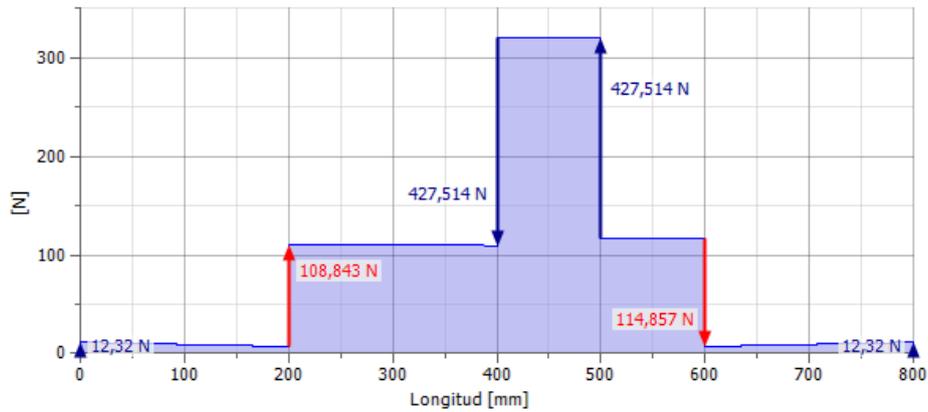


Figura 3.19: Diagrama de fuerza cortante del eje 1.

Donde:

$$R_A = 108,843 \text{ [N]}$$

$$R_B = 114,857 \text{ [N]}$$

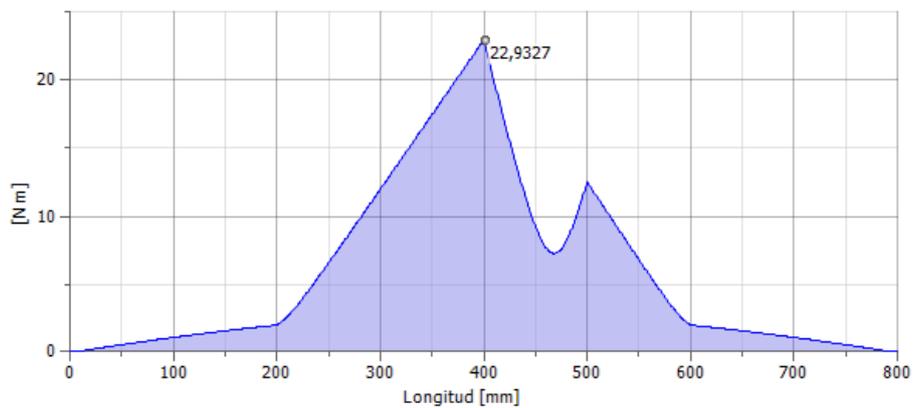


Figura 3.20: Diagrama de momento flector del eje 1.

Donde el máximo momento flector es de:

$$M_{\text{máx.}} = 22,933 \text{ [N-mm]}$$

3.5.2 FACTOR DE SEGURIDAD.

Con la ayuda de estos datos se proceden a calcular los esfuerzos por deflexión y torsión, según Budynas R (2008) se usan las siguientes formulas.

Ecuación 3.46: Esfuerzo por deflexión.

$$\sigma_a = K_f * \frac{32 * M_a}{\pi * d^3}$$

Donde:

σ_a = Esfuerzo por deflexión [MPa].

K_f = Factor de concentración de esfuerzos por flexión.

M_a = Momento flexionante alternante [N-m].

d = Diámetro del eje [m]

Ecuación 3.47: Esfuerzo por torsión.

$$\tau_a = K_{fs} * \frac{16 * T_a}{\pi * d^3}$$

Donde:

τ_a = Esfuerzo por torsión [MPa].

K_{fs} = Factor de concentración de esfuerzos por torsión.

T_a = Momento torsión alternante [N-m].

d = Diámetro del eje [m].

Cuando se combinan estos esfuerzos de acuerdo con la energía de distorsión, los esfuerzos de Von Mises para ejes giratorios redondos y sólidos, sin tomar en cuenta las cargas axiales, están dados por:

Ecuación 3.48: Esfuerzo medio.

$$\sigma'_a = (\sigma_a^2 + 3\tau_a^2)^{1/2}$$

Ecuación 3.49: Esfuerzo alternante.

$$\sigma'_m = (\sigma_m^2 + 3\tau_m^2)^{1/2}$$

Estos esfuerzos medios y alternantes equivalentes pueden evaluarse usando una curva de falla apropiada sobre el diagrama de Goodman modificada, el criterio de falla por fatiga de la línea de Goodman, tal es:

Ecuación 3.50: Criterio de falla de Goodman.

$$\frac{1}{n} = \frac{\sigma'_a}{S_e} + \frac{\sigma'_m}{S_{ut}}$$

Donde:

n = Factor de seguridad.

σ'_a = Esfuerzo de Von Mises alternante [MPa]

σ'_m = Esfuerzo de Von Mises medio [MPa]

S_e = Límite de resistencia a la fatiga modificado [MPa].

S_{ut} = Resistencia última a la tensión [MPa].

Reemplazando en la ecuación 3.50 en las ecuaciones 3.46, 3.47, 3.4, 3.49 se obtiene la siguiente ecuación.

Ecuación 3.51: Factor de seguridad para el eje uno

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} [4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2]^{1/2} + \frac{1}{S_{ut}} [4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2]^{1/2} \right\}$$

Se calcula el factor de seguridad n, para garantizar el adecuado funcionamiento a demás de garantizar la durabilidad del elemento.

En el caso de un eje giratorio con flexión y torsión constante, el esfuerzo flexionante es completamente reversible y la torsión constante, por lo que se logra simplificar la ecuación 3.51, igualando a cero las expresiones M_m y T_a .

Ecuación 3.52: Factor de seguridad simplificado.

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} (2K_f M_a) + \frac{1}{S_{ut}} (\sqrt{3} K_{fs} T_m) \right\}$$

Para continuar con el diseño se establece el uso de un eje de acero AISI 1020, laminado en frio, cuyas características son:

$$d_{\text{ eje }} = 19 \text{ [mm]}$$

$$S_{ut} = 470 \text{ [MPa]}$$

$$S_y = 390 \text{ [MPa]}$$

Con estos se procede a calcular las demás incógnitas como son S_e , K_f y K_{fs}

3.5.3 CÁLCULO DE LIMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA S_e .

Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 3.53: Limite de resistencia a la fatiga.

$$s_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_f * s'_e$$

Donde:

S_e = Límite de resistencia a la fatiga modificado [MPa].

k_a = Factor de superficie.

k_b = Factor de tamaño.

k_c = Factor de temperatura.

k_d = Factor de temperatura de trabajo.

K_e = Factor de confiabilidad.

k_f = Factor de efectos varios.

s'_e = Límite de resistencia a la fatiga [MPa].

3.5.3.1 Factor de superficie

Para el cálculo del factor de superficie se utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 3.54: Factor de superficie

$$k_a = a * s_{ut}^b$$

Para un eje de acero laminado en frío el valor del factor a y el exponente b se obtiene de la siguiente tabla. Budynas R. (2008).

Tabla 3.4: *Parámetros en el factor de la condición superficial.*

Acabado superficial.	Factor a		Exponente.
	S _{ut} kpsi	S _{ut} MPa	b
Esmerilado.	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío.	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272	-0.995

Reemplazando valores se obtiene:

$$k_a = 4,51 * 470^{-0,265}$$

$$k_a = 0,884$$

3.5.3.2 Factor de tamaño.

Para el cálculo del factor de tamaño se utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 3.55: Factor de tamaño.

$$k_b = \left(\frac{d}{7,62} \right)^{-0,107} \quad \text{para } 2,79[\text{mm}] \leq d \leq 51 [\text{mm}]$$

Reemplazando datos, donde d = 19 mm, se obtiene:

$$k_b = \left(\frac{19}{7,62} \right)^{-0,107}$$

$$k_b = 0,907$$

3.5.3.3 Factor de temperatura.

Para el cálculo del factor de temperatura se usa un factor 1:

$$k_c = 1$$

3.5.3.4 Factor de temperatura de trabajo.

Para el cálculo del factor de temperatura de trabajo se utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 3.56: Factor de temperatura de trabajo.

$$k_d = \frac{S_T}{S_{RT}}$$

Donde los valores de S_T y S_{RT} se obtienen de la siguiente tabla. Budynas R (2008).

Tabla 3.5: *Efectos de la temperatura.*

Temperatura °C	S_T/S_{RT}
20	1.000
50	1.010
100	1.020
150	1.025
200	1.020
250	1.000
300	0.975

Para una temperatura de 20 °C se obtiene:

$$k_d = 1$$

3.5.3.5 Factor de confiabilidad.

Para el cálculo del factor de confiabilidad se utiliza la siguiente tabla: Budynas R (2008).

Tabla 3.6: *Factor de confiabilidad.*

Confiabilidad %	Variación de transformación z_a	Factor de confiabilidad k_e
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.711	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

Para una confiabilidad de 99,99% se tiene que:

$$k_e = 0,702$$

3.5.3.6 Efectos varios.

Para el cálculo del factor de efectos varios se establece que no existen discontinuidades en el eje por lo que se tiene que:

$$k_f = k_{fs} = 1$$

3.5.3.7 Límite de resistencia.

Para el cálculo del límite de resistencia a la fatiga se utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 3.57: Limite de resistencia.

$$s'_e = 0,5 * s_{ut} \quad \text{para } s_{ut} \leq 1400 \text{ [MPa]}$$

Donde $s_{ut} = 470$, reemplazando datos se obtiene:

$$s'_e = 0,5 * 470$$

$$s'_e = 235$$

Reemplazando todos estos datos en la ecuación 2.53 se obtiene:

$$s_e = 0,884 * 0,907 * 1 * 1 * 1 * 1 * 235$$

$$s_e = 188,420 \text{ [MPa]}$$

Además se establece que $M_a = M_{\text{máx.}} = 22,933 \text{ [N-mm]}$ y $T_m = M_t = 41464 \text{ [N-mm]}$

Reemplazando todos estos datos en la ecuación 3.52, se obtiene:

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi * 19^3} \left\{ \frac{1}{188,420} (2 * 22,933) + \frac{1}{470} (\sqrt{3} * 41464) \right\}$$

$$n = 8,802$$

En este caso el valor de n es mayor de 1, por tal motivo este eje es el adecuado.

3.6 DISEÑO DEL EJE SISTEMA DE ARRASTRE.

3.6.1 CÁLCULO DE ESFUERZOS EN EL EJE.

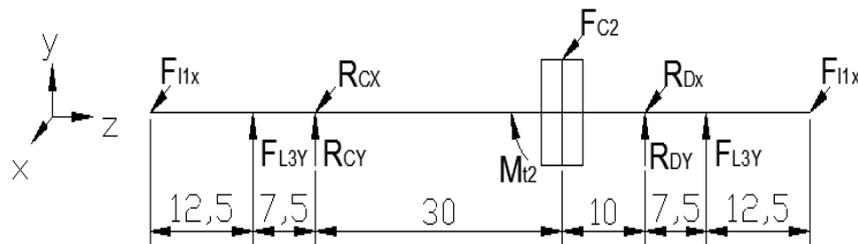


Figura 3.21: Diagrama de cuerpo libre del eje 2.

Donde:

F_{L1} = Fuerza de la leva 1 [N].

F_{L3} = Fuerza de la leva 3 [N].

R_C = Carga sobre el rodamiento A [N].

R_D = Carga sobre el rodamiento B [N].

F_{C2} = Fuerza de tención de la cadena 2 [N].

M_{I2} = Momento 2[N-m].

Al igual que el caso anterior se proceden a calcular las reacciones empleando el software de diseño de inventor, obteniendo las siguientes graficas.

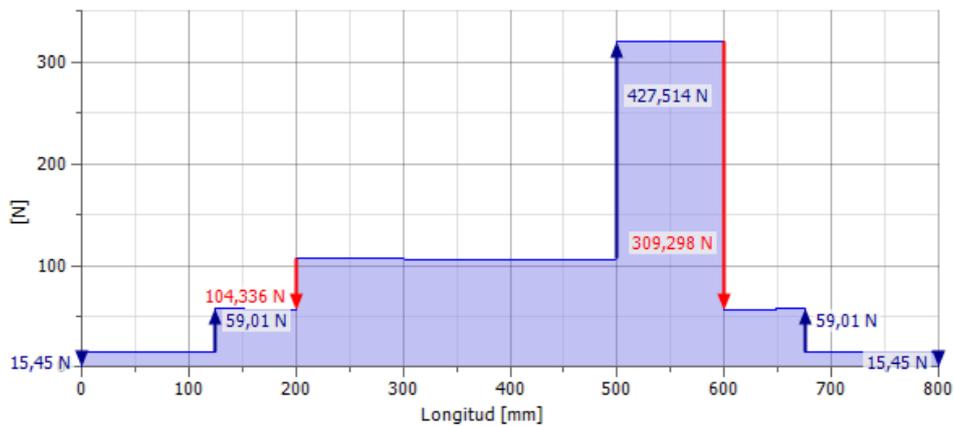


Figura 3.22: Diagrama de fuerza cortante del eje 2.

Donde:

$R_C = 104,336$ [N]

$R_D = 309,298$ [N]

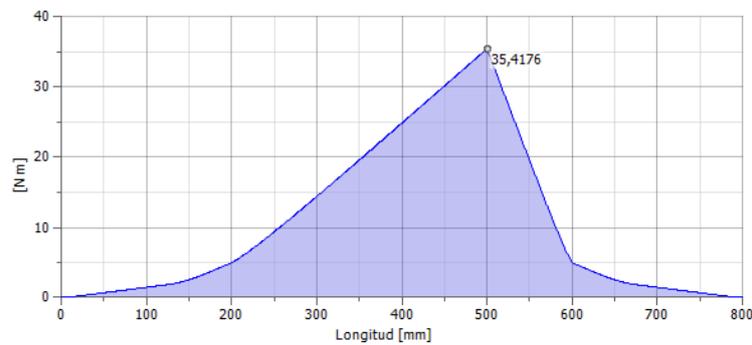


Figura 3.23: Diagrama de momento flector del eje 2.

Donde el máximo momento flector es de:

$$M_{\text{máx.}} = 35,417 \text{ [N-mm]}$$

3.6.2 FACTOR DE SEGURIDAD.

El material del eje es el mismo que el del anterior por tal motivo todos los datos de factor de corrección son aplicados a este eje, reemplazando estos datos en la ecuación 3.52 se obtiene:

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} (2K_f M_a) + \frac{1}{S_{ut}} (\sqrt{3} K_{fs} T_m) \right\}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi * 19^3} \left\{ \frac{1}{188,420} (2 * 35,417) + \frac{1}{470} (\sqrt{3} * 24155) \right\}$$

$$n = 10,02$$

Al igual que el eje anterior se tiene un factor de seguridad mayor a 1, por tal motivo se concluye que el eje 2 soportan los esfuerzos sin problemas.

3.7 SELECCIÓN DE LOS RODAMIENTOS.

Para seleccionar el tipo de rodamiento, se toma en cuenta que el diámetro del eje es de 19 [mm], (3/4").

Para los cálculos se utiliza el método de carga estática, puesto que se cumplen las siguientes condiciones (catalogo General SKF. p. 51):

- Giran a velocidades muy bajas.
- Están trabajando a movimientos muy lentos.
- Están estacionarios bajo carga durante cierto tiempo.

Ecuación 3.58: Carga estática equivalente.

$$P_o = 0,6 * F_r + 0,5 * F_a$$

Donde:

P_o = Carga estática equivalente [N].

F_r = Carga radial [N].

F_a = Carga axial [N].

En esta aplicación la carga axial es despreciable, por tal motivo la ecuación 3.58 queda de la siguiente forma.

$$P_o = 0,6 * F_r$$

En este caso la carga radial es la reacción máxima que se genera en el eje, teniendo así $F_r = R_B = 114,857$ [N]

$$P_o = 0,6 * 114,857$$

$$P_o = 68,914 \text{ [N]}$$

Como $P_o < F_r$ entonces se tiene que $P_o = F_r$.

Al tratarse de un rodamiento para eje de 19 [mm] se opta por un rodamiento de bolas SKF 61804, el cual tiene una capacidad de carga estática $C_o = 2320$ [N]. Anexo 4.

A continuación se calcula el factor de seguridad del rodamiento, mediante la siguiente fórmula.

Ecuación 3.59: Factor de seguridad.

$$S_0 = \frac{C_0}{P_0}$$

$$S_0 = \frac{232}{68,914}$$

$$S_0 = 3,367$$

Según el catalogo de rodamientos SKF, el valor del factor de seguridad debe ser mayor de dos, en éste caso se tiene un valor de tres con lo está bien dimensionado, para el montaje del rodamiento se selecciona una chumacera de soporte de piso UCP204 KDF, Anexo 4.

3.8 DIMENSIONAMIENTO DE LAS CUÑAS.

Para transmitir el torque desde el piñon al eje y del eje a las levas, se hace uso de chavetas o cuñas.

Las cuñas “son elementos mecánicos de sección rectangular o cuadrada que se usan para fijar dos piezas evitando así el desplazamiento de una pieza sobre la otra” (Mott, 2006).

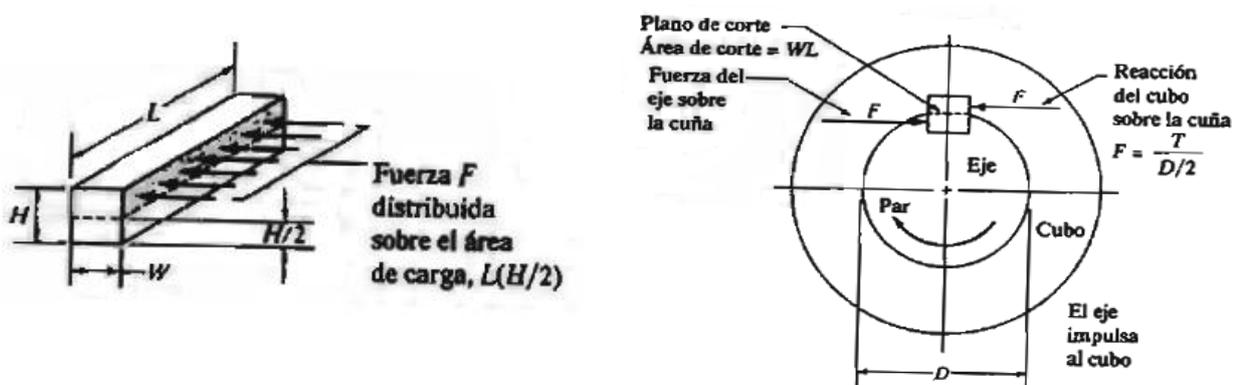


Figura 3.24: Diagrama de fuerzas de una chaveta.
Fuente: Mott R., (2006).

Para el diseño de este se usa un acero AISI 1020 estirado en frio cuya resistencia a la

fluencia es $S_y = 390$ [N/mm²].

Un tamaño aproximado de la chaveta se lo obtiene de la siguiente tabla. Mott R. (2006).

Tabla 3.7: *Tamaño de la cuña en función del diámetro del eje.*

Tamaño nominal del eje.		Tamaño nominal de la cuña.		
Más de	Hasta (in)	Ancho W	Altura H	
			Cuadrada.	Rectangular.
5/16	7/16	3/32	3/32	-
7/16	9/16	1/8	1/8	3/32
9/16	7/8	3/16	3/16	1/8
7/8	1	1/4	1/4	3/16

Para un eje de 19 [mm], (3/4 pulgada) el tamaño de cuña recomendado es una cuña de ancho $W = 4,763$ [mm], (3/16 in) y de altura $H = 4,763$ [mm], (3/16 in).

Con esto se procede a calcular la longitud del cuñero con la siguiente fórmula:

Ecuación 3.60: Longitud del cuñero.

$$L = \frac{4 * M_t * n}{d * W * S_y}$$

Donde:

L = longitud del cuñero [mm].

M_t = Momento torsor (41469 [N- mm]).

n = Factor de seguridad (3).

d = Diámetro del eje (19 [mm]).

W = Ancho del cuñero (4,763 [mm]).

S_y = Resistencia a la fluencia (390 [N/mm²]).

Reemplazando datos se tiene:

$$L = \frac{4 * 41469 * 3}{19 * 4,763 * 390}$$

$$\mathbf{L = 14,092 [mm]}$$

Pero como la cuña debe pasar por toda la catalina o por lo menos una parte apreciable de este, se elige una longitud de 15 [mm]. Con lo que finalmente se construye un chavetero cuadrado de las siguientes dimensiones.

$$\mathbf{H = 4,763 [mm].}$$

$$\mathbf{L = 15 [mm].}$$

3.9 ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA.

En este apartado se detalla la construcción de la estructura de la máquina, principalmente se comienza con el análisis de la misma, ya que esta es la que soportar el peso de todos los mecanismos; a demás, se debe de garantizar su robustez. Para ello se debe considerar el material que se seleccionara, ya que una adecuada selección garantiza la seguridad.

3.9.1 PERFILES ESTRUCTURALES.

En la construcción de estructuras metálicas es común encontrar el uso de perfiles estructurales de acero al carbono ASTM A36, ya que son de mayor existencia en el mercado local y se los encuentran en diversos tamaños y medidas, siendo la empresa DIPAC la mayor proveedora de estos materiales.

Los perfiles estructurales más usados son:

- Tubo cuadrado.
- Tubo rectangular.
- Ángulo "L" doblado.
- Platinas.

3.9.2 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA.

Para el análisis se emplea el software Inventor CAD, el cual ayuda en el proceso de diseño. Los perfiles empleados presenta la siguiente característica:

Tabla 3.8: Propiedades mecánicas del perfil L con norma ASTM A36.

Norma.	Resistencia a la fluencia (Sy)	Resistencia a la tensión (Su)	% de elongación. En 8"	% de elongación. En 2"
ASTM A36	250 MPa	400 MPa	20	23

Las dimensiones principales de la estructura son las siguientes:

Alto: 1000 [mm].

Largo: 150 [mm].

Ancho: 900 [mm].

3.9.3 ANÁLISIS ESTÁTICOS DE LA ESTRUCTURA.

Para realizar este análisis se toman en cuenta las cargas que debe soportar y su ubicación.

Tabla 3.9: Valores de las fuerzas.

No.	VALOR [N]	DESCRIPCIÓN
F1	26.38	Carga producida por el peso de la plancha
F2	10	Fuerza del sistema de arrastre
F3	14.76	Carga producido por el peso del motor.

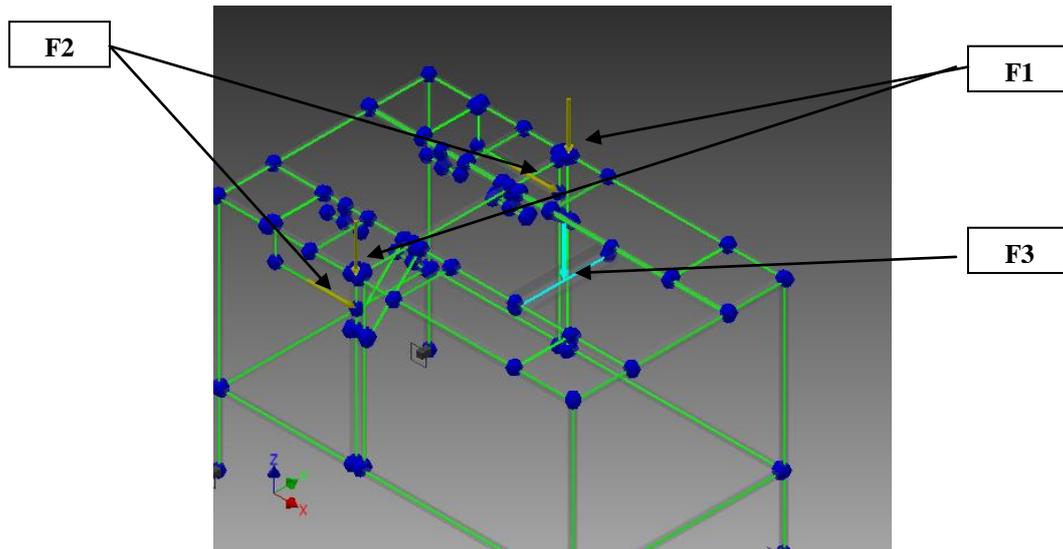


Figura 3.25: Ubicación de las cargas en la estructura.

A continuación se presenta la simulación de la estructura de la máquina.

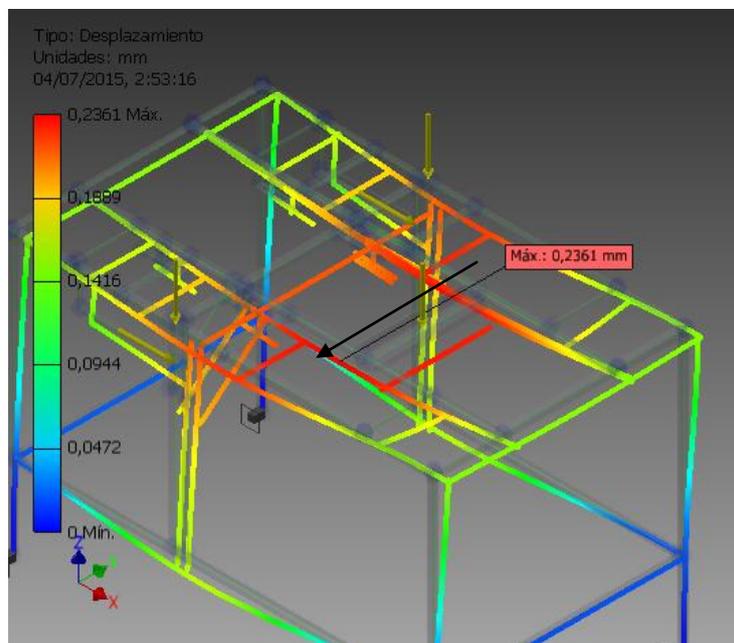


Figura 3.26: Desplazamiento estático máximo.

En la figura se aprecia que el máximo desplazamiento que sufre la estructura es de 0.2361 [mm], que resulta relativamente bajo, por lo que se puede concluir que el diseño es seguro y que soporta las cargas sin problemas.

Resultados

Fuerza y pares de reacción en restricciones

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componentes (Fx,Fy,Fz)	Magnitud	Componentes (Mx,My,Mz)
Restricción fija:4	42,358 N	-22,480 N 1,682 N 35,861 N	4041,902 N mm	-166,186 N mm -4038,121 N mm 54,201 N mm
Restricción fija:2	42,209 N	-22,561 N -1,702 N 35,632 N	4052,863 N mm	165,671 N mm -4049,060 N mm -57,986 N mm
Restricción fija:3	36,426 N	12,445 N 0,281 N 34,233 N	574,794 N mm	-30,659 N mm -570,817 N mm -60,140 N mm
Restricción fija:1	36,516 N	12,596 N -0,261 N 34,274 N	562,386 N mm	21,147 N mm -558,536 N mm 62,193 N mm

Resumen de resultados estáticos

Nombre	Mínimo	Máximo	
Desplazamiento	0,000 mm	0,236 mm	
Fuerzas	Fx	-33,312 N	32,383 N
	Fy	-16,318 N	33,682 N
	Fz	-56,814 N	55,604 N
Momentos	Mx	-3013,496 N mm	3846,804 N mm
	My	-7271,500 N mm	7227,118 N mm
	Mz	-626,709 N mm	617,364 N mm
Tensiones normales	Smax	-0,594 MPa	6,719 MPa
	Smin	-9,019 MPa	0,154 MPa
	Smax(Mx)	0,000 MPa	6,734 MPa
	Smin(Mx)	-8,596 MPa	-0,000 MPa
	Smax(My)	0,000 MPa	6,711 MPa
	Smin(My)	-8,665 MPa	-0,000 MPa
	Saxial	-0,869 MPa	0,236 MPa
Tensión de corte	Tx	-0,623 MPa	0,339 MPa
	Ty	-0,648 MPa	0,314 MPa
Tensiones de torsión	T	-0,776 MPa	0,737 MPa

Figura 3.27: Resumen de los resultados de la simulación estática de la estructura.

3.9.4 ESFUERZO DE VON MISES DE LA ESTRUCTURA.

Para determinar si se produce la fluencia del material se emplea la teoría de energía de distorsión o esfuerzo de Von Mises, la cual establece que la fluencia ocurre cuando el esfuerzo máximo de Von Mises es mayor que la resistencia a la fluencia, lo cual queda expresado en la siguiente ecuación. Budynas R (2008)

Ecuación 3.61: Esfuerzo de Von Mises.

$$\sigma \geq S_y$$

Donde:

σ : Esfuerzo de Von Mises [MPa]

S_y : Resistencia a la fluencia del material [MPa]

Simulando el esfuerzo de Von Mises en el software de Inventor da como resultado la siguiente grafica:

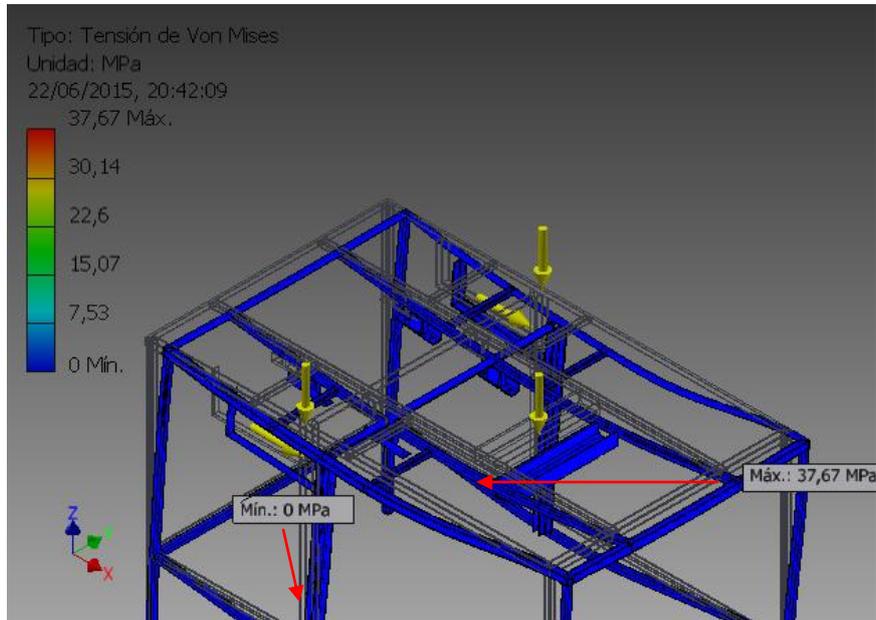


Figura 3.28: Esfuerzo de Von Mises.
Fuente: Inventor 2012.

Los resultados de la simulación establecen que el máximo esfuerzo que se produce es de 37.67 [MPa], si comparamos este valor con el de la resistencia a la fluencia del material, de la tabla 3.8 se observa que el esfuerzo de trabajo es menor que la resistencia del material, por lo que se concluye que no existe fluencia en la estructura.

$$\sigma \geq S_y$$

$$37.67 \geq 250$$

Los resultados de la simulación del esfuerzo de Von Mises comprueban que el diseño de la estructura garantiza la estabilidad de la misma.

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	4765790 mm ³	
Masa	37,4591 kg	
Tensión de Von Mises	0,000449337 MPa	37,6724 MPa
Primera tensión principal	-1,26448 MPa	17,8091 MPa
Tercera tensión principal	-25,6162 MPa	1,00847 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,148412 mm
Coefficiente de seguridad	5,49473 su	15 su
Tensión XX	-7,51836 MPa	17,3499 MPa
Tensión XY	-6,65365 MPa	6,19389 MPa
Tensión XZ	-9,28109 MPa	5,18944 MPa
Tensión YY	-5,77973 MPa	5,29122 MPa
Tensión YZ	-2,57223 MPa	6,56359 MPa
Tensión ZZ	-25,3766 MPa	4,21652 MPa
Desplazamiento X	-0,000086541 mm	0,102757 mm
Desplazamiento Y	-0,00858055 mm	0,00909616 mm
Desplazamiento Z	-0,112084 mm	0,00189078 mm
Deformación equivalente	0,0000000173959 su	0,000145841 su
Primera deformación principal	-0,000000764095 su	0,000115085 su
Tercera deformación principal	-0,000136585 su	0,000000364063 su
Deformación XX	-0,0000343094 su	0,000112423 su
Deformación XY	-0,000038561 su	0,0000358964 su
Deformación XZ	-0,0000537881 su	0,0000300752 su
Deformación YY	-0,0000280044 su	0,0000210419 su
Deformación YZ	-0,0000149073 su	0,000038039 su
Deformación ZZ	-0,000135196 su	0,0000222342 su
Presión de contacto	0 MPa	77,881 MPa
Presión de contacto X	-60,3183 MPa	76,9882 MPa
Presión de contacto Y	-13,2019 MPa	13,7047 MPa
Presión de contacto Z	-29,1001 MPa	34,9586 MPa

Figura 3.29: Resumen de los resultados de la simulación de esfuerzo de Von Mises.
Fuente: Inventor 2012.

3.9.5 COEFICIENTE DE SEGURIDAD.

El coeficiente de seguridad que se tiene se encuentra entre un valor máximo de 15 y un mínimo de 5.49, esto se aprecia en la siguiente grafica, por lo que se puede concluir que la estructura soporta las cargas sin problemas.

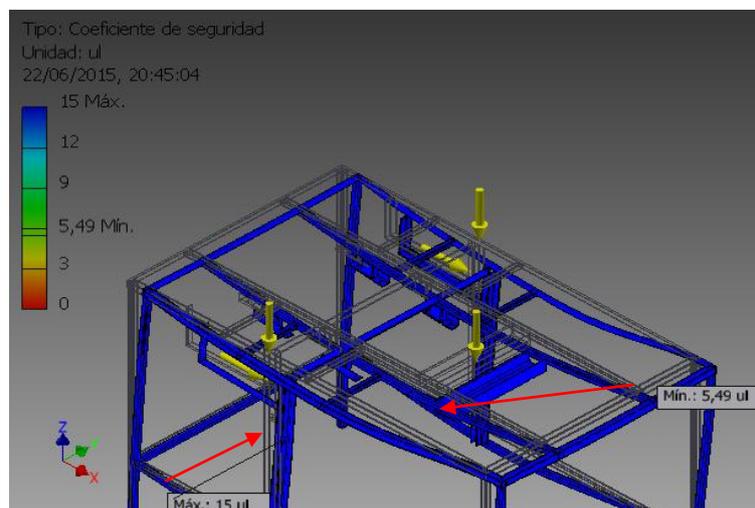


Figura 3.30: Coeficiente de seguridad.
Fuente: Inventor 2012.

CAPITULO IV

4.1 CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA.

Para el proceso de construcción de la máquina se detallan los pasos que se deben seguir mediante un diagrama de flujo, para lo cual se empleará el siguiente cuadro en la cual se establece las herramientas a usar y su respectiva designación.

Tabla 4.1: *Tipos y designaciones de máquinas herramientas usadas.*

Código	Herramienta	Tipo.
I	Escuadra	Instrumento.
	Calibrador pie de rey	
	Nivel	
	Flexo metro	
H	Brocas	Herramienta.
	Machuelos	
	Llaves.	
	Limas.	
	Prensas	
MH1	Fresadora.	Máquinas herramientas.
MH2	Torno.	
MH3	Amoladora.	
MH4	Taladro.	
E1	Equipo de suelda eléctrica.	
E2	Equipo de pintura.	

A continuación se detallan las operaciones tecnológicas de la máquina y los símbolos para la construcción de la máquina.

Tabla 4.2: *Operaciones tecnológicas.*

Numero.	Operación.
1	Trazado y corte de material.
2	Soldado.
3	Amolado.
4	Torneado.
5	Fresado.
6	Taladrado.
7	Machuelado.
8	Doblado.
9	Pintado.

A continuación se detallan la simbología estándar para elaboración del diagrama de flujo.
PROVERIFICA, (2009).

Tabla 4.3: *Simbología estándar para elaboración del diagrama de flujo.*

Símbolo.	Interpretación.
	Operación.
	Transporte.
	Inspección.
	Fin de proceso.

4.2 DIAGRAMAS DE FLUJO.

En los siguientes diagramas se indican el orden de los procesos tecnológicos para la construcción, mientras que las dimensiones se detallan en los planos.

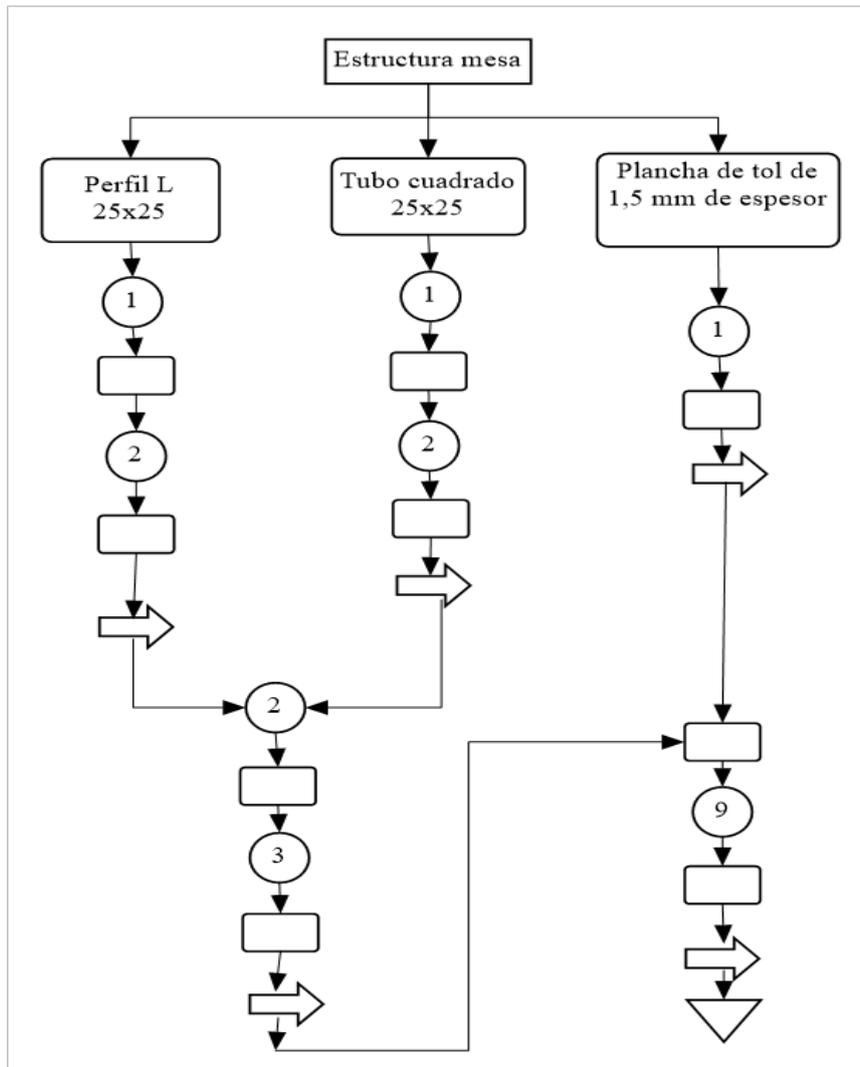


Figura 4.1: Diagrama de flujo de construcción de la estructura.



Figura 4.2: Proceso de fabricación de la estructura de la máquina.

El tiempo para la construcción de la estructura de la máquina es de aproximadamente

cuatro horas y 30 minutos.

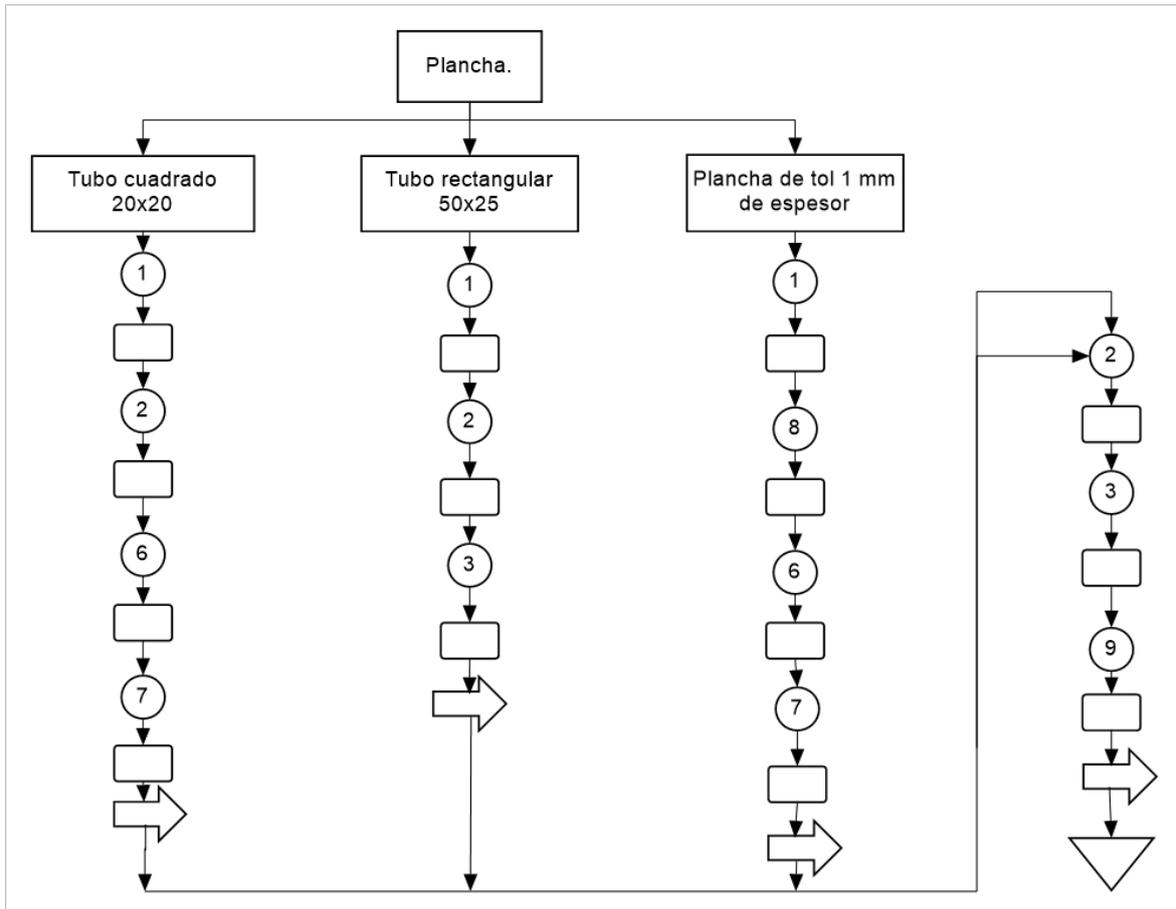


Figura 4.3: Diagrama de flujo de construcción de la plancha.



Figura 4.4: Proceso de fabricación de la plancha.

El tiempo para la construcción de la plancha es de aproximadamente una hora y 30

minutos.

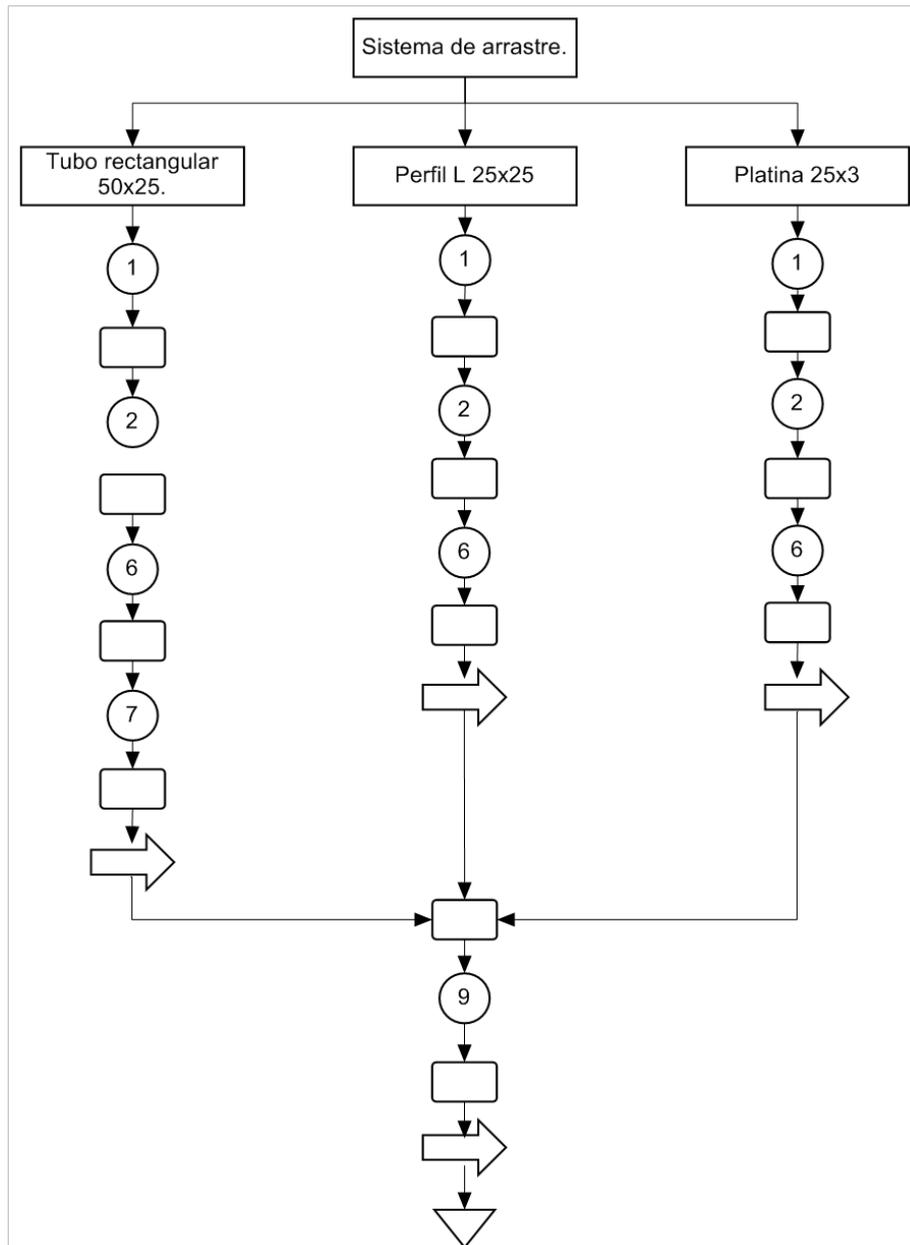


Figura 4.5: Diagrama de flujo de construcción del sistema de arrastre.

El tiempo para la construcción del sistema de arrastres es de aproximadamente 2 horas 10 minutos.



Figura 4.6: Proceso de fabricación del sistema de arrastre.

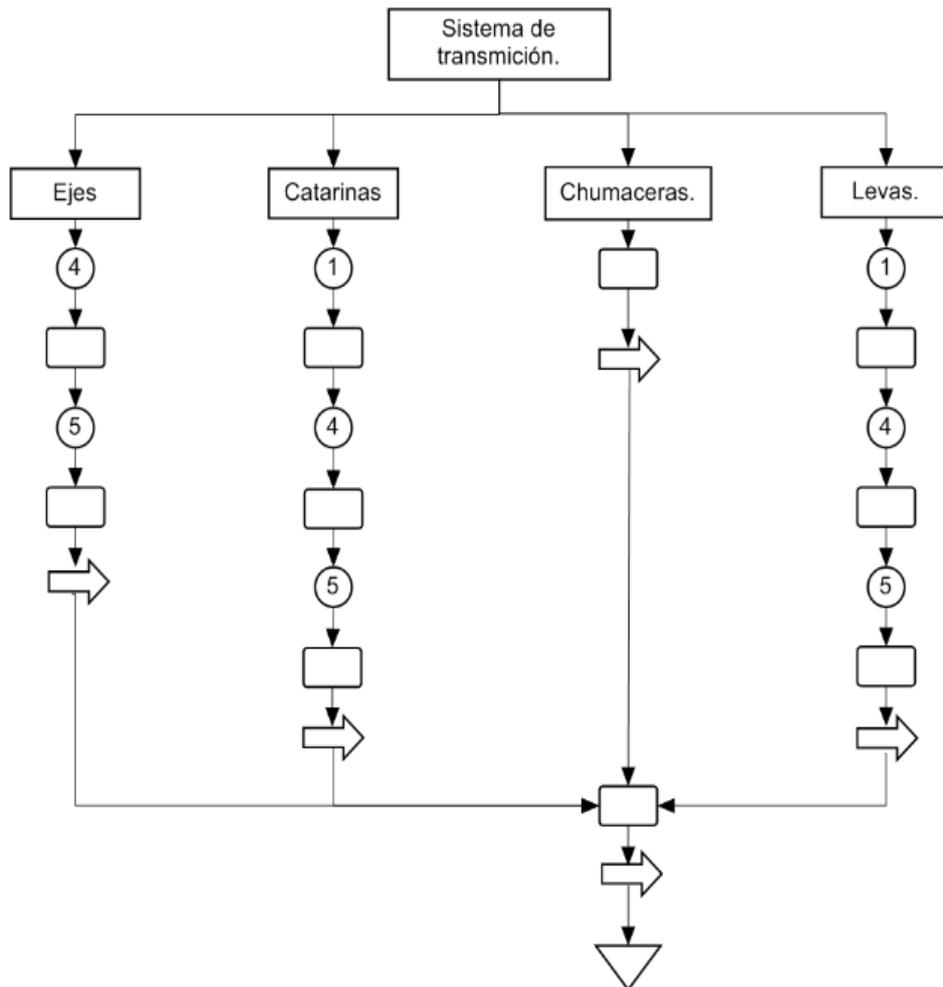


Figura 4.7: Diagrama de flujo de construcción del sistema de transmisión.

El tiempo para la construcción del sistema de transmisión es de aproximadamente 12 horas

35 minutos.



Figura 4.8: Proceso de instalación del sistema de transmisión.

4.3 MONTAJE.

Luego de la fabricación de los distintos elementos que conforman la máquina, se procede al montaje de los mismos.

Las herramientas manuales para el montaje son:

- Juego de llaves.
- Juego de desarmadores plano y estrella.
- Martillo.
- Calibrador pie de rey.
- Alicates.
- Gafas protectoras.
- Guantes.

A continuación se detallan las actividades para el montaje, además del diagrama de flujo

del proceso de montaje.

Tabla 4.5: *Actividades para el montaje.*

ITEM.	Actividad.
M1	Instalación de la estructura en el sitio de trabajo.
M2	Montaje de los piñones en los ejes.
M3	Montaje de las chumaceras en los ejes.
M4	Montaje de las levas sobre los ejes.
M5	Montaje de las chumaceras y el eje en la estructura.
M6	Montaje del soporte para el motor.
M7	Montaje del motor.
M8	Montaje de las cadenas.
M9	Montaje de la plancha.
M10	Montaje del sistema de arrastre.
M11	Instalación de la tubería.
M12	Instalación del sistema eléctrico.

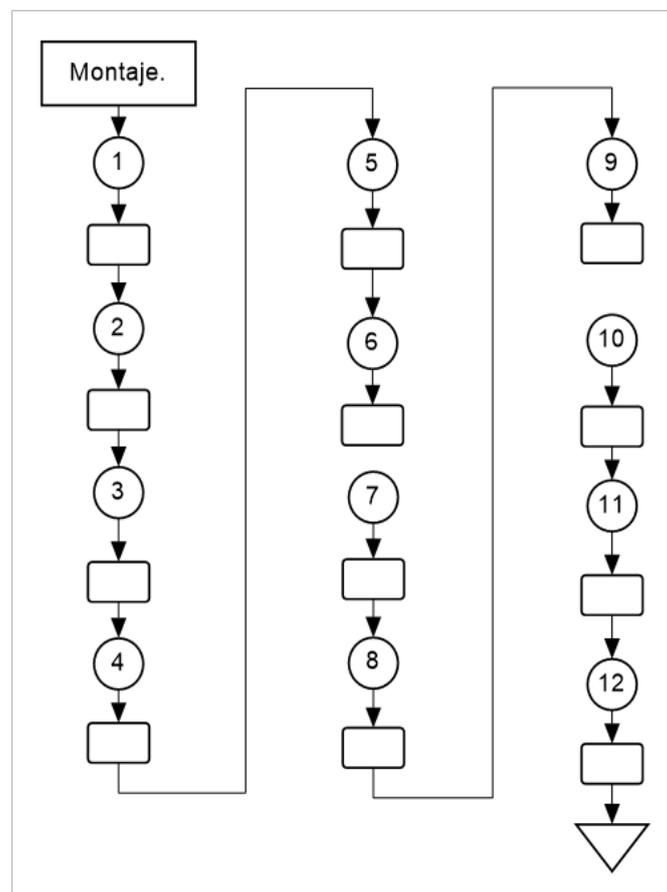


Figura 4.9: Diagrama de flujo de construcción del sistema de transmisión.

El tiempo para el montaje de la máquina es de cuatro horas 15 minutos.

4.4 PRUEBAS Y RESULTADOS.

Una vez concluido el proceso de montaje de la máquina, se realizan las respectivas pruebas como son: el tamaño de dobles que elabora la máquina y el tiempo que se demora en realizar un pliegue; esto con el fin de garantizar el adecuado diseño. Las pruebas se efectúan en tela paño acrílico y con un ancho de 1,5 metros.

4.4.1 ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE DOBLES.

Los dobles proporcionados por la máquina plisadora de tela, puede apreciarse en las siguientes figuras:



Figura 4.10: Dobles individual y en conjunto.

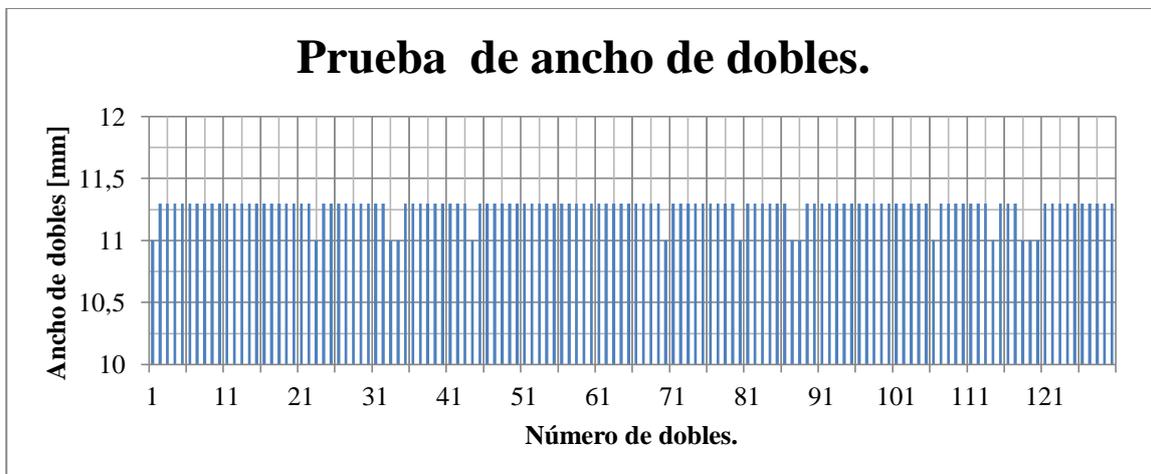


Figura 4.11: Resultados de la prueba de ancho de dobles.

El ancho de dobles promedio que la máquina realiza es de aproximadamente 11,27 [mm]. Este valor se aproxima a la medida diseñada de 10 [mm]. Por lo que se concluye que el

diseño es el adecuado.

4.4.2 ANÁLISIS DEL TIEMPO DE ELABORACIÓN DE DOBLES.

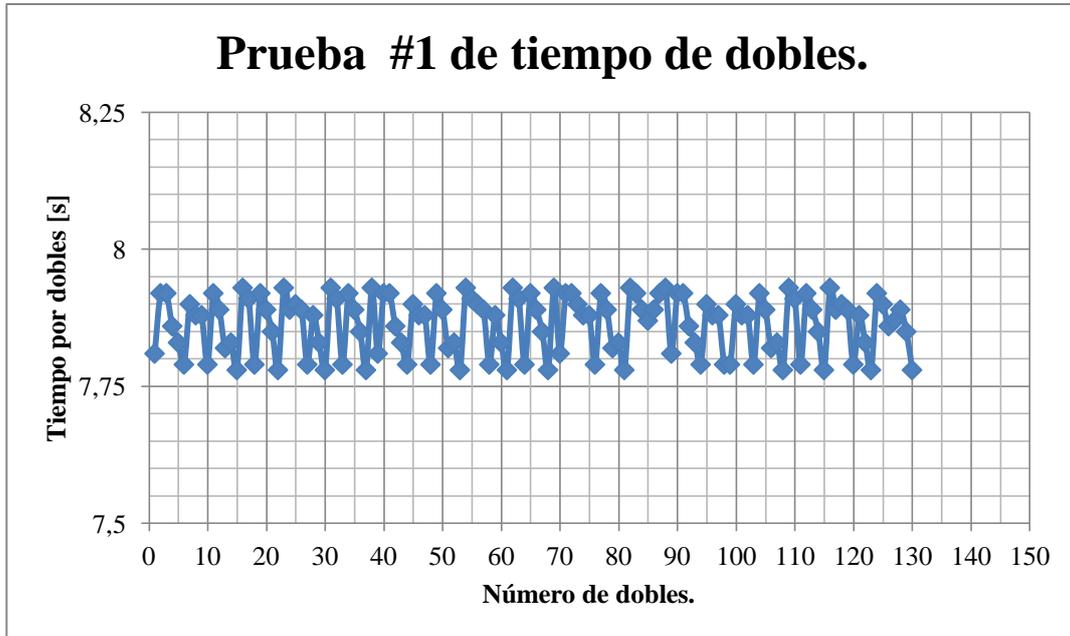


Figura 4.12: Resultados de la prueba uno de tiempo de dobles.

El valor promedio del tiempo es de 7,87 segundos, este valor se aproxima a la medida diseñada de 8 segundos.

La prueba que se realizó con el tiempo de diseño, resultó no ser el adecuado para fijar el pliegue, por lo que se procedió a elevar dicho tiempo por medio de una pausa del motor, dicha pausa es de diez segundos y se realizó con la ayuda de un final de carrera que envía una señal de aviso al sistema de control.

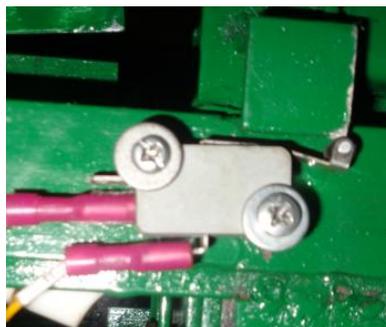


Figura 4.13: Final de carrera montado en la máquina.

Con este tiempo se realiza una segunda prueba con lo que se tiene la siguiente grafica de tiempo.

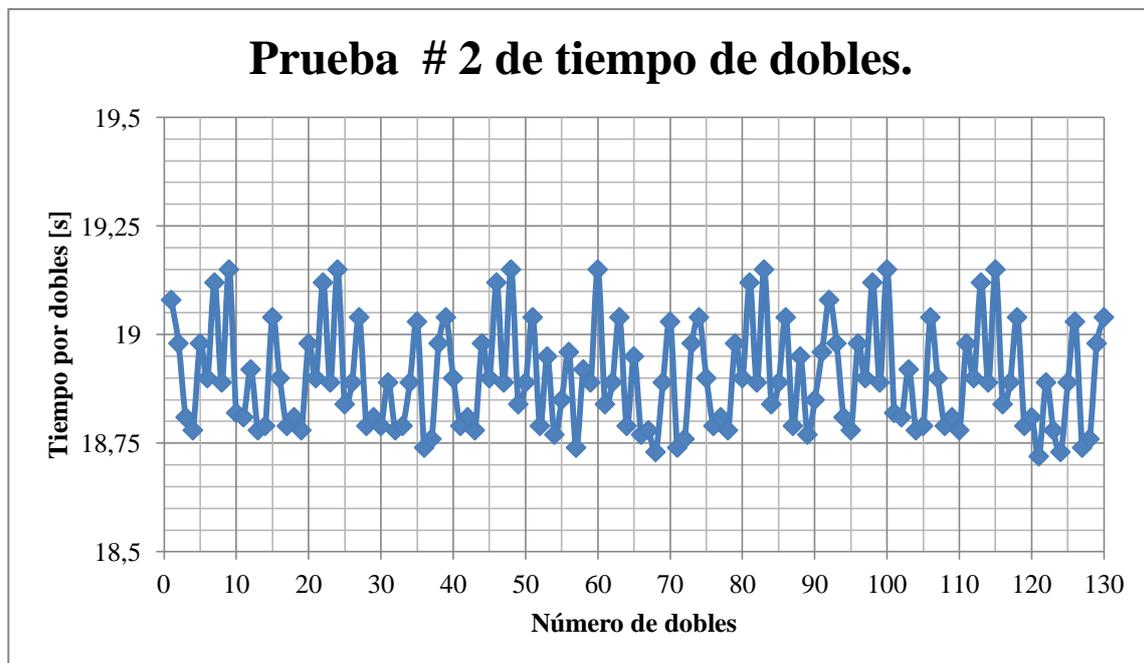


Figura 4.14: Resultados de la prueba dos de tiempo por dobles.

El tiempo promedio que la máquina se demora en la realización de un dobles es de aproximadamente 18,90 [s], Este valor es menor al tiempo en que se demora una persona en realizar un dobles de forma manual.

4.4.3 EFICIENCIA DE LA MÁQUINA.

Para el plisado de 150 centímetros de tela, la máquina realiza los siguientes tiempos y números de dobles, que se detallan en la siguiente tabla. Cabe mencionar que la máquina empieza a plisar una vez que la plancha haya alcanzado su máximo valor de temperatura, además se tiene un tiempo adicional proveniente de un proceso más el cual consiste en reunir todos los pliegues que realiza la máquina y aplicar la plancha, con lo que se obtiene el pliegue final. Esto se aprecia en la siguiente figura.



Figura 4.15: Agrupación de pliegues y plisado final

Tabla 4.6: Prueba de plisado de una tela de 150 centímetros.

Número de prueba.	Tiempo de plisado.	Tiempo de pos plisado.	Tiempo de calentamiento de la plancha.	Número de dobleces.
1	41,48	9,36	2,85.	131
2	42,56	11,71	2,97	131
3	40,25	9,93	3,00	127
4	40,57	11,38	2,75	127
5	43,90	9,89	2,92.	129.
Promedio.	41,75	10,45	2,94	129

La eficiencia de la máquina se calcula comparando el tiempo real de trabajo con el tiempo de trabajo ideal.

Con lo que el tiempo ideal de trabajo sin paradas, vendría a ser el tiempo que se utilizo para el diseño, que es de 18,90 segundos, mientras que el tiempo para realizar 129 dobleces es de:

Ecuación 4.1: Tiempo ideal de plisado.

$$T_{ideal} = \text{Numero de dobles} * \text{Tiempo por dobles ideal.}$$

$$T_{ideal} = 129 * 18,90$$

$$T_{ideal} = 40,64 \text{ minutos}$$

Con lo que se tiene un tiempo ideal de 40 minutos con 38 segundos

Mientras que el tiempo real para realizar los 129 dobleces se suman: el tiempo de plisado de 41,75 minutos, más el tiempo de pos plisado de 10,45 minutos y más 2,94 minutos, que es el tiempo promedio en el que la plancha alcanza la temperatura adecuada, obteniéndose un tiempo real de 55 minutos con seis segundos o 55,14 minutos.

Comparando ambos valores se tiene que la eficiencia es igual a:

Ecuación 4.2: Eficiencia de la máquina.

$$Eficiencia = \frac{T_{ideal} * 100\%}{T_{real}}$$

$$Eficiencia = \frac{40,64 * 100\%}{55,14}$$

$$Eficiencia = 73,70 \%$$

La máquina opera con una eficiencia de 73,70 %, y elabora en 55,14 minutos un promedio de 129 pliegues.

En comparación con el tiempo manual que es de 80,36 minutos y el tiempo de la máquina, que es de 55,14 minutos se tiene una reducción de tiempo de 25,22 minutos, esto para 129 pliegues, entre más pliegues se requiera más tiempo se reduce en comparación con el proceso manual. Cabe recalcar que la máquina puede ser operada por cualquier persona, con lo que la

elaboración del plisado fino, no requiere de personas expertas en esta labor.

4.4.4 PRUEBA CON OTROS TIPOS DE TELA.

Esta prueba se lo realiza con el fin de conocer los problemas que se pueden presentar si la máquina trabaja con otro tipo de tela para la cual no fue diseñada.

4.4.4.1 Prueba con tela compuesta de poliéster al 100%.

En esta prueba se observó que la tela es demasiado delgada para que el sistema de arrastre logre movilizar la tela, por lo que se tuvo pliegues desiguales, además se observó que el plisado no se logra crear, todo esto se aprecia en las siguientes figuras.



Figura 4.16: Resultado de la prueba con tela poliéster.

4.4.4.2 Prueba con tela compuesta de lana al 100%.

Como se describió anteriormente en la sección de propiedades de la tela paño acrílico, se tiene que esta es sustituto de la lana, por lo que en las pruebas se obtuvieron pliegues similares al de la tela paño acrílico.



Figura 4.17: Resultado de la prueba con tela de lana.

4.4.4.3 Prueba con tela compuesta de algodón y poliéster.

En esta prueba se obtuvieron pliegues menos formados, esto se aprecia en la siguiente figura.



Figura 4.18: Resultado de la prueba con tela compuesta de algodón y poliéster.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES.

Mediante análisis empírico se logra encontrar los parámetros que influyen en el plisado de tela, estos son la fuerza y el tiempo, se determina que con la aplicación de una fuerza de 5 [N] y un tiempo de 5[s] se logra que la tela mantenga el plisado, de acuerdo a la tabla 1.5 del anexo 1, siendo posible aumentar la fuerza y reducir el tiempo o viceversa, pero todo esto aplicado para la tela paño acrílico.

El diseño de los mecanismos para la máquina plisadora de telas se enfocó en ayudar a reducir el tiempo y a obtener un plisado adecuado en el proceso de confección de las faldas cayambeñas. Por lo que el diseño del perfil de las levas se calcula con el tiempo de 5 [s] tiempo que se obtuvo de los experimentos, el perfil de la leva se obtuvo con el método de polinomios, con el mismo tiempo se calculó las reducciones necesarias para obtener una velocidad adecuada. En tanto que para la fuerza, se elige el resorte adecuado, en base a la constante que se requiere, logrando conseguir en el mercado uno de valor aproximado.

La construcción de la máquina se lo realizó en base a los cálculos establecidos, su estructura fue dimensionada y diseñada previamente para soportar los mecanismos sin que presente problemas a futuro, el tiempo requerido para la construcción es 18 horas, adicional a este tiempo se suma el tiempo de montaje de 4 horas 15 minutos. Dando un total de 30.55 horas, luego de lo cual entrara en funcionamiento.

Para la realización de pruebas se considera la humedad de la tela que es un parámetro de ingreso, con las pruebas se detectó un problema de adherencia de la tela a la mesa que fue

corregida, mientras que la prueba de los mecanismos se hace énfasis en el tiempo que se demoran en el plisado, obteniéndose un tiempo de 7,87 [s], dicho tiempo no fue lo suficiente como para fijar el pliegue por lo que se procedió a aumentarlo mediante un pausa del motor, con lo que se obtiene un nuevo tiempo que es de 18,90 [s].

El tiempo en que la maquina elabora 129 pliegues es de 55,14 minutos, si comparamos este valor con el tiempo manual de 80,36 minutos, se tiene un ahorro de 25,22 minutos, si se aumenta el número de pliegues, se aumenta el tiempo ahorrado. Así para una prenda de adulto compuesta por 387 pliegues, se tiene una reducción de tiempo de 75,66 minutos.

La elaboración del manual de usuario y de mantenimiento, permite que el operario se familiarice con la máquina y con ello a corregir cualquier percance que exista al momento del proceso de plisado de la manera más rápida, también ayuda a mantener la máquina en perfectas condiciones de manera rápida y efectiva.

5.2 RECOMENDACIONES.

Para que la máquina pueda realizar cualquier tipo de plisado se puede incorporar otros tipos de mecanismos que generen un movimiento similar al planteado, también es recomendable realizar los análisis necesarios para obtener los nuevos valores de la fuerza y el tiempo que rigen en el nuevo material.

Para reducir el tiempo de plisado, se puede realizarlo con la instalación de un sistema que realice el último proceso de pos plisado de forma automática, esto es reunir los pliegues y aplicar presión y calor.

Como se describió en el sección de pruebas se requirió un pausa mayor a la diseñada, por lo cual se opto por detener el motor por unos diez segundos, para evitar el detenimiento del motor, se puede variar la velocidad del motor con la colocación de un tren de reducción de cadenas, siendo este de mayor costo y complejidad. En el caso que se desee modificar el perfil de la leva, se debe considerar las restricciones que existen como es la aceleración y ángulo de presión, además con el cambio de perfil se modifica la ubicación de cada uno de los seguidores.

En el caso de la construcción de la máquina se puede reducir dicho tiempo de construcción, empleado mejores técnicas de mecanizado, en especial en la fabricación de la levas, si se requiere producir mayor cantidad de máquinas, se lograría reducir el tiempo produciéndolo en serie.

Para una mejor comodidad en la entrada de material se puede implementar una banda transportadora de tela con las especificaciones de la velocidad de ida y vuelta del sistema de arrastre, esto eliminara por completo la adherencia de la tela a la mesa.

Para mantener en buen estado el sistema de transmisión se puede realizarlo con la instalación de un sistema de lubricación automática por goteo, el mismo sistema puede servir para la lubricación de las levas.

REFERENCIAS.

5.3 LIBROS:

[1] AARON, D., WALTER, J., & CHARLES, E. (1987). : *Diseño de máquinas: Teoría y práctica*. (2da. Ed.). México: Continental S.A.

[2] ASKELAND, D. (2004) *Ciencia e ingeniería de los materiales* (4ta Ed.) México: Thomson

[3] BEDFORD, A. (2008). *Mecánica para ingeniería estática* (5ta Ed.). México: Pearson Education.

[4] BEDFORD, A. (2008). *Mecánica para ingeniería dinámica* (5ta Ed.). México: Pearson Education

[5] BUDYNAS, R. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shyglye*. (8va. Ed.). Mexico. Mc. Graw Hill.

[6] CASA, F. (1969). *Diccionario de la industria textil*, Labor,S.A.

[7] GERE, J. (2006) *Mecánica de materiales* (6ta Ed.). México: Thomson.

[8] HALL, A., HOLOWENCO, A. & LAUGHLIN, H. (1997). *Diseño de máquinas*. México. Mc.Graw-Hill.

[9] HIBBELER, R. (2012). *Análisis estructural*. México. Pearson Educación.

[10] HIBBELER, R. (2011). *Mecánica de materiales*. México. Pearson Educación.

- [11] JOSEPH, E. (2001). *Teoría de máquinas y mecanismos*. México. Mc.Graw-Hill
- [12] KOSTER, M.P. (1974). *Vibrations of cam mechanisms*. Londres: Macmillan Press Ltd.
- [13] MOTT, R. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. (4ta Ed.). México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
- [14] MOTT, R. (2009). *Resistencia de materiales* (5ta. Ed.). México: Pearson Educación.
- [15] NOVILLO, G. (2008) *Diseño de máquinas II*.
- [16] NORTON, R. (2009). *Diseño de maquinaria: síntesis y análisis de máquinas y mecanismos*. (4ta.Ed.). México. Mc.Graw-Hill.
- [17] Quilumbaquín, T. (2016). *Diseño e implementación de un sistema de humectación y planchado en una máquina plisadora de tela para faldas cayambeñas*. Tesis de pregrado no publicado. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- [18] RAYMOND, A. (2012): *Física general con experimentos sencillos*. (4ta. Ed.). OXFORD University Press.
- [19] RILEY, W. & STURGES, L.: *Ingeniería mecánica Dinámica*. Reverte, S.A.
- [20] VARGAS, J. (2004). *Guía de Fundamentos de Dibujo Industrial*.

5.4 PÁGINAS DE INTERNET.

- [1] ANÓNIMO. *Conceptos básicos de mecanismos*. Recuperado de: http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/mecanismosconceptos/ [Fecha de

acceso: mayo 2013]

[2] CHICOJAY, C. *Diseño de perfiles de levas: Método grafico*. Recuperado de: <http://es.scribd.com/doc/79973247/DISENO-DE-PERFILES-DE-LEVAS> [Fecha de acceso: junio 2013]

[3] INGEMECÁNICA. *Tutorial No. 63 La Potencia y el Par Motor*. Recuperado de: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn63.html> [Fecha de acceso: mayo 2014]

[4] INTERMEC S.A.; *La transmisión de potencia por cadena de rodillos*. Recuperado de: <http://www.intermec.com.co/literatura.php> [Fecha de acceso: septiembre 2014].

[5] LEE, K. *Faldas plisadas*. Recuperado de: http://www.ehowenespanol.com/falda-plisada-como_91164/ [Fecha de acceso: mayo 2013]

[6] MIRIAM E. (2013). *Máquina de plisar*. Recuperado de: <http://puntosyretazos.blogspot.com/2013/02/mi-maquina-de-plisar.html> [Fecha de acceso: septiembre 2013].

[7] Physics Forums. *Animación de mecanismos*. Recuperado de: <http://www.physicsforums.com/showthread.php?t=676902> [Fecha de acceso: mayo 2013]

[8] SKF.; *Catálogo general*. Recuperado de: http://www.skf.com/skf/productcatalogue/jsp/viewers/productTableViewer.jsp?&action=Translations1&lang=es&tableName=1_1_1&presentationType=3&startnum=3 [Fecha de acceso: mayo 2013]

[9] Semai; *Máquina plisadora de tela*. Recuperado de: <http://spanish.alibaba.com/products/new-type-blade-textile-cloth-pleating-machine-professional-manufacture--918920631.html>

ANEXO 1.

**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO Y
FUERZA DE FIJADO DEL PLIEGUE.**

Muestra 1			
No. Prueba.	Fuerza (N)	Tiempo (s)	Temperatura (°C)
1	5	30.38	100
2	5	30.39	100
3	5	30.39	95
4	5	30.39	95
5	5	30.20	95
Promedio.	5	30.35	97



Muestra 2			
No. Prueba.	Fuerza (N)	Tiempo (s)	Temperatura (°C)
1	5	9.96	100
2	5	9.78	100
3	5	10.0	95
4	5	10.00	98
5	5	10.00	99
Promedio	5	9.95	98.4



Muestra 3			
No. Prueba.	Fuerza (N)	Tiempo (s)	Temperatura (°C)
1	5	5.22	97
2	5	5.10	97
3	5	5.23	100
4	5	5.28	100
5	5	5.12	102
Promedio	5	5.18	99.20



Muestra 4			
No. Prueba.	Fuerza (N)	Tiempo (s)	Temperatura (°C)
1	10	5.10	100
2	10	5.13	105
3	10	5.13	102
4	10	5.15	105
5	10	5.18	104
Promedio	10	5.14	103.20



Muestra 5			
No. Prueba.	Fuerza (N)	Tiempo (s)	Temperatura (°C)
1	10	3.28	100
2	10	3.28	105
3	10	3.25	102
4	10	3.08	105
5	10	3.25	104
Promedio	10	3.228	103.20



ANEXO 2.**DIAGRAMA DE DESPLAZAMIENTO, VELOCIDAD Y
ACELERACIÓN DE LAS LEVAS.**

LEVA 1.

Diagrama de desplazamiento del seguidor

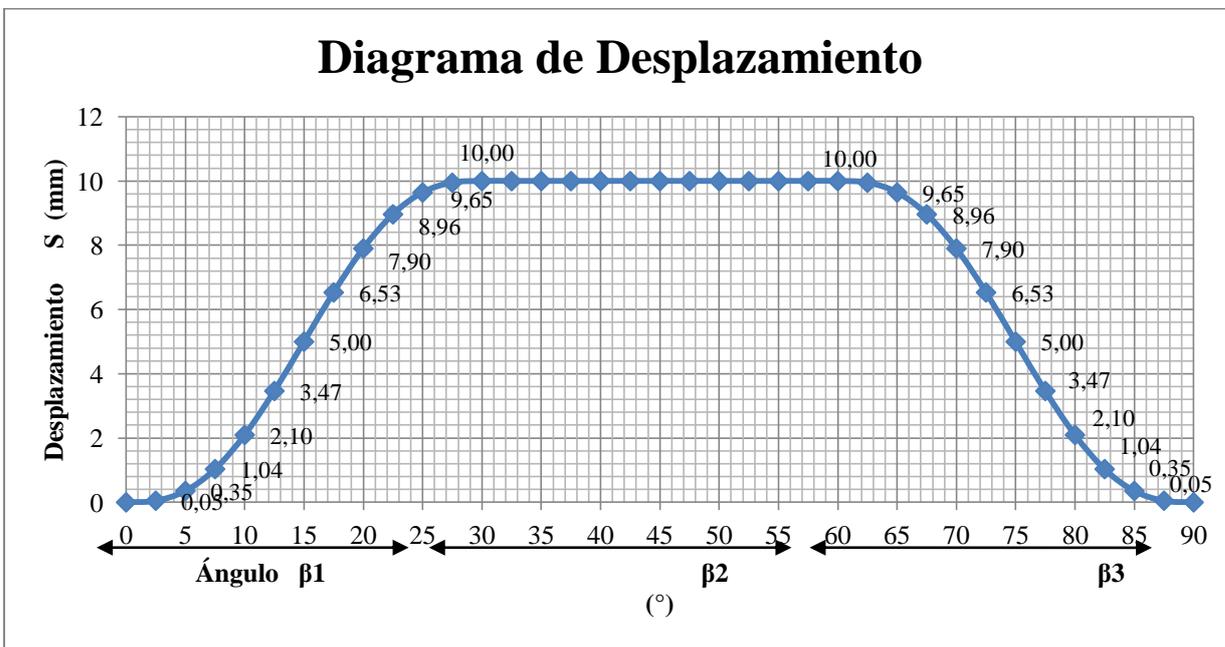


Diagrama de velocidad del seguidor.

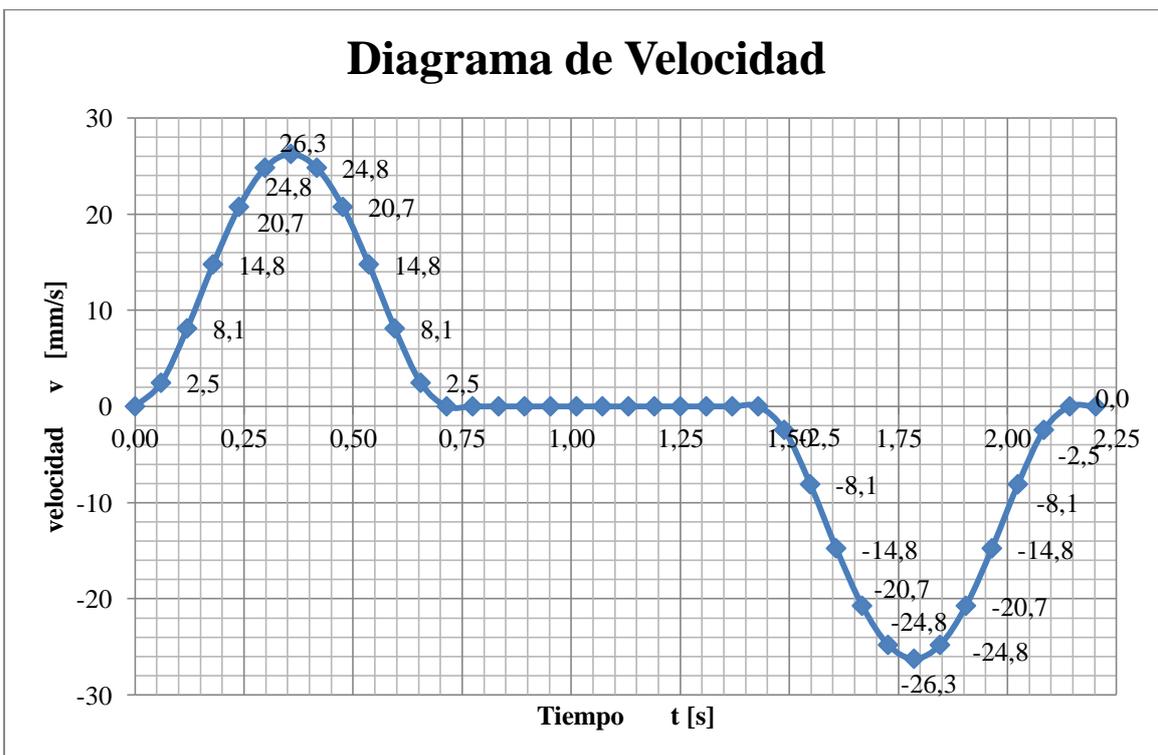
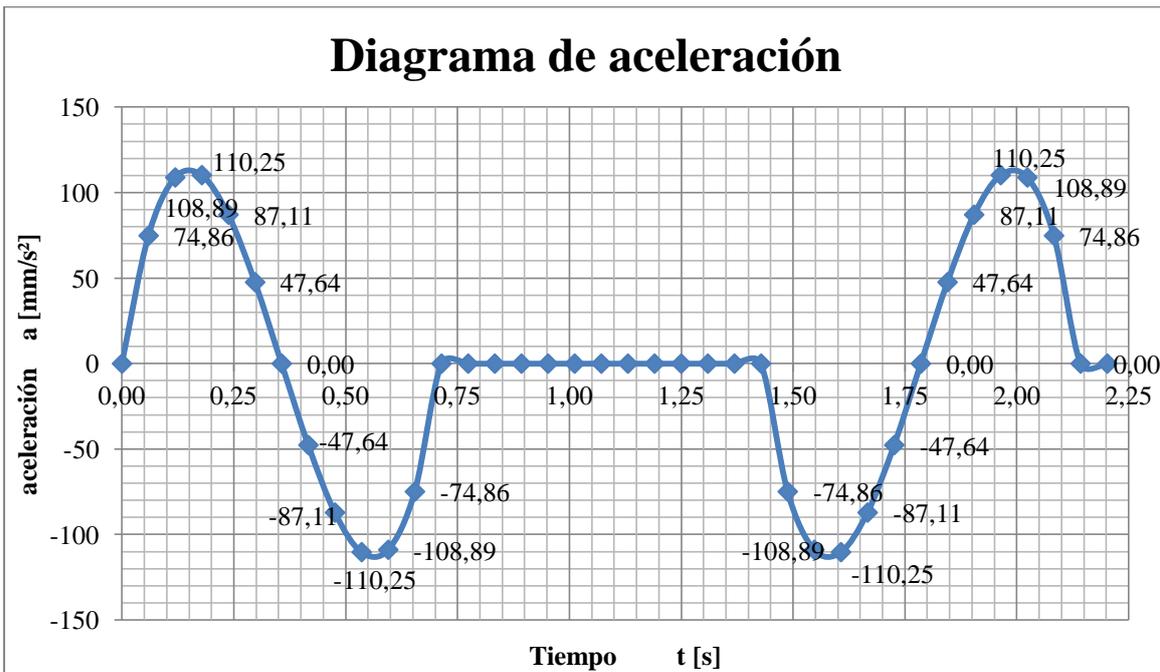


Diagrama de aceleración del seguidor.



LEVA 2.

Diagrama de desplazamiento del seguidor.

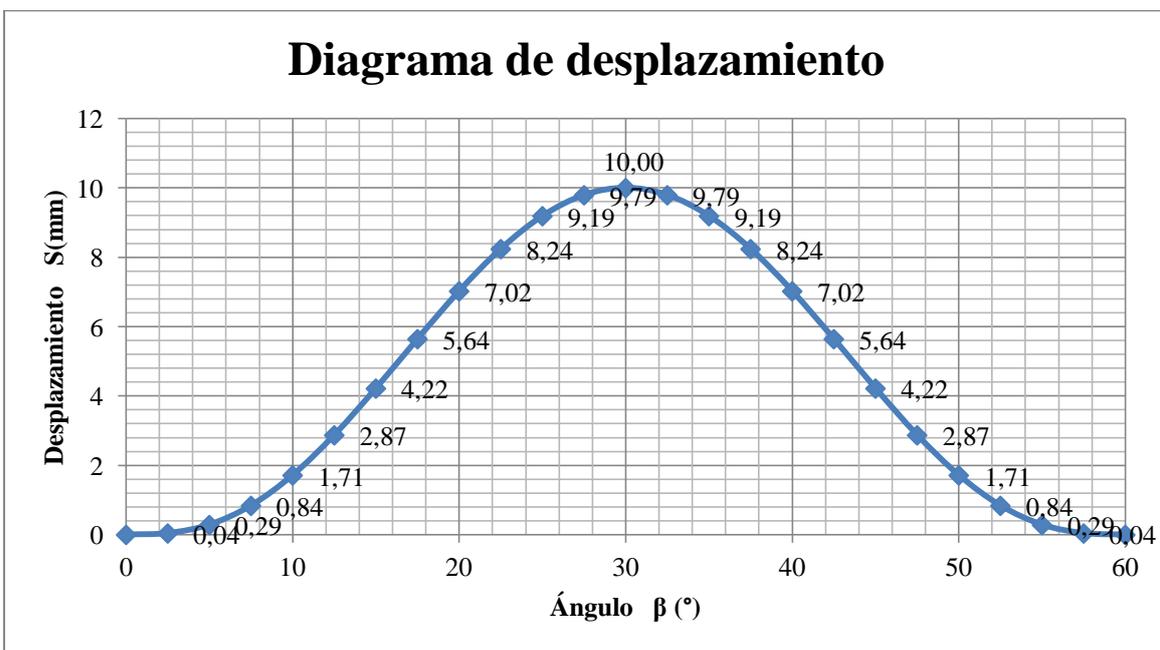


Diagrama de velocidad del seguidor.

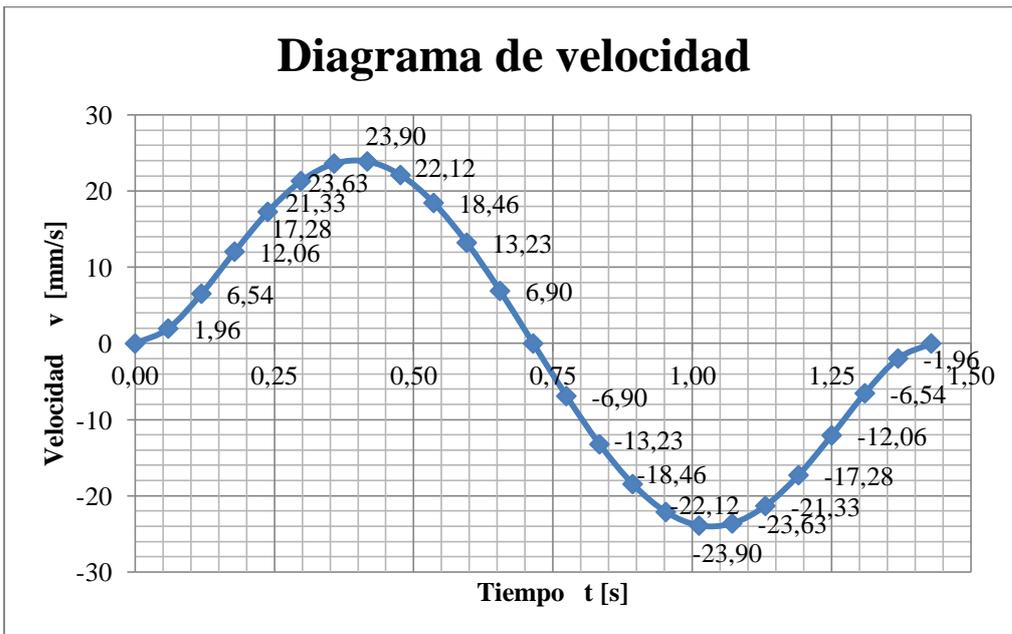
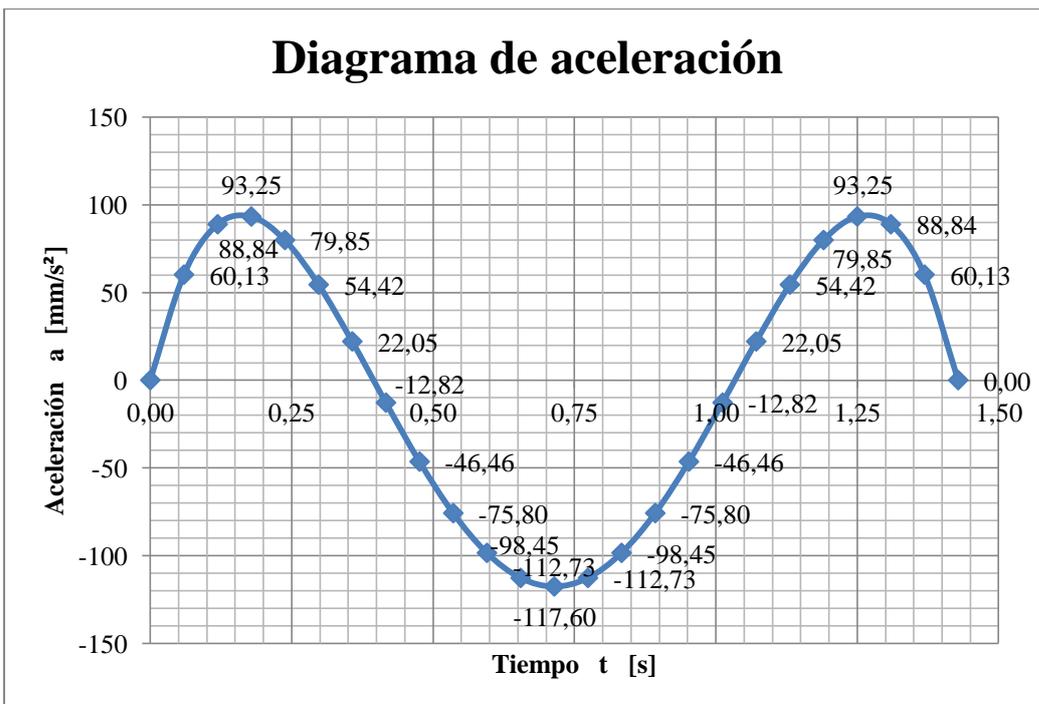


Diagrama de aceleración del seguidor.



LEVA 3.

Diagrama de desplazamiento del seguidor

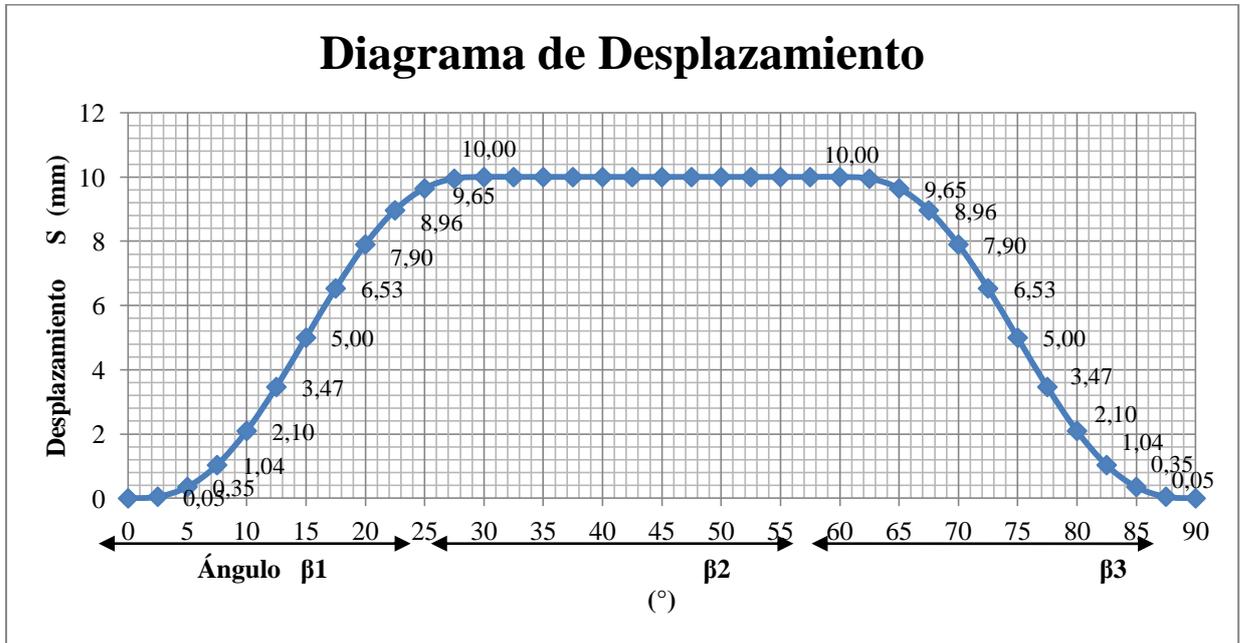


Diagrama de velocidad del seguidor.

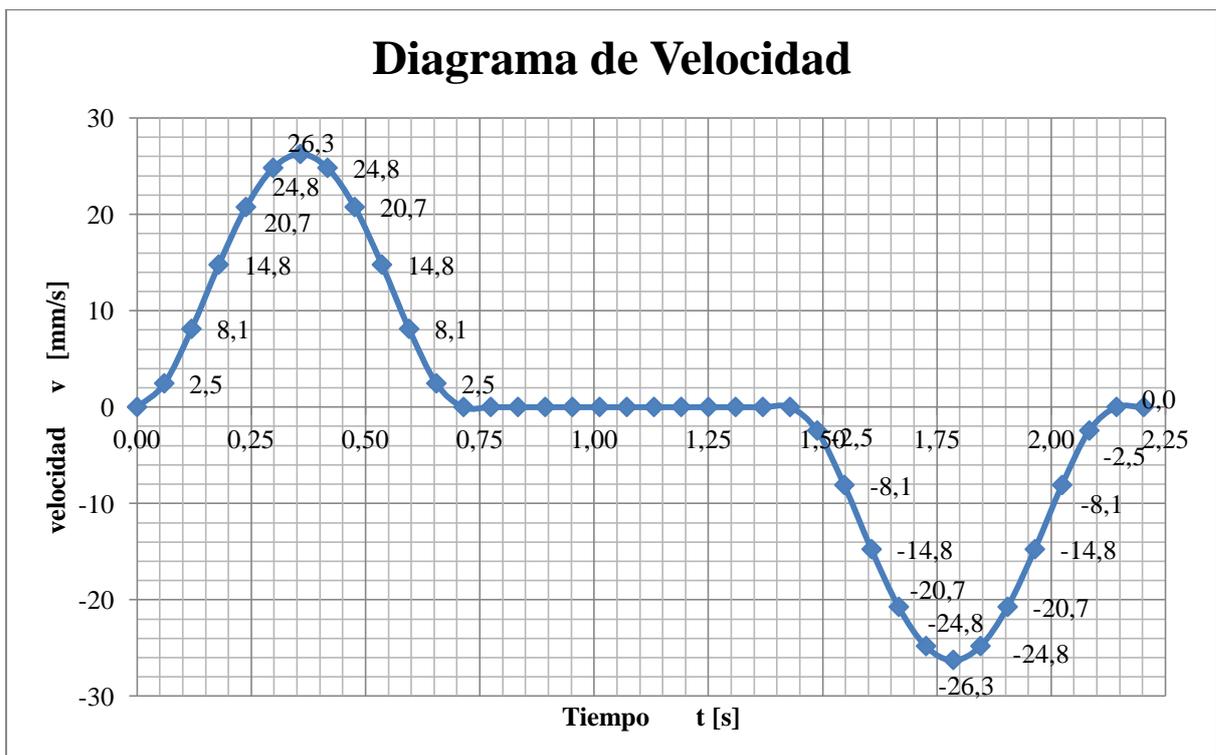
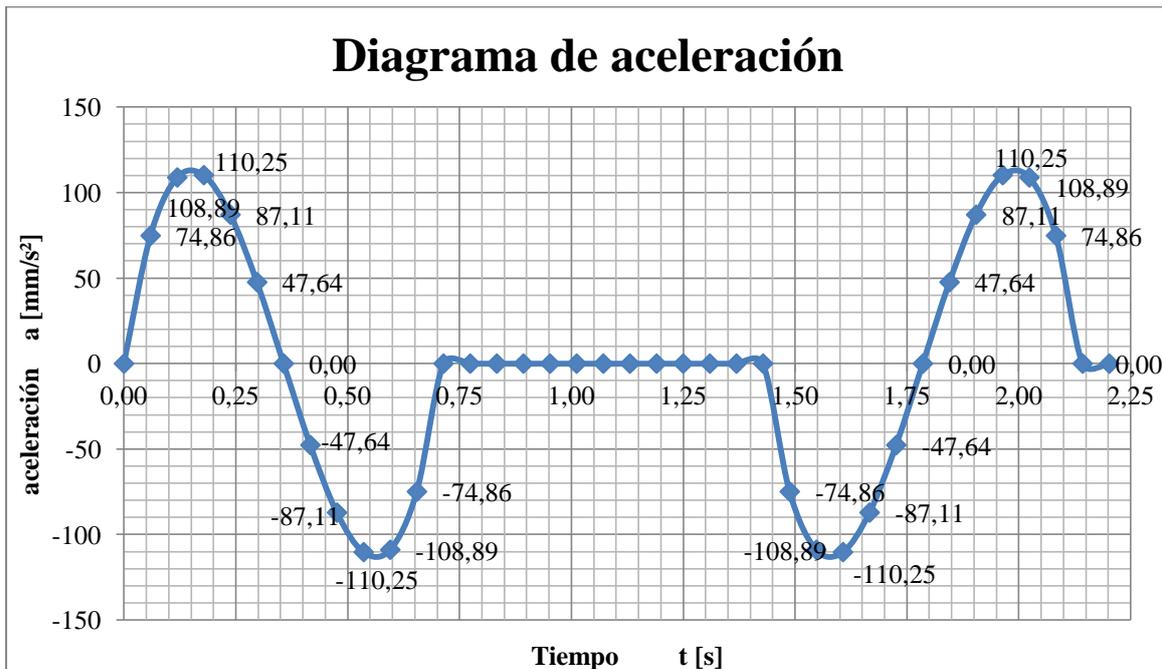


Diagrama de aceleración del seguidor.



ANEXO 3.

CATÁLOGO DE RESORTES.



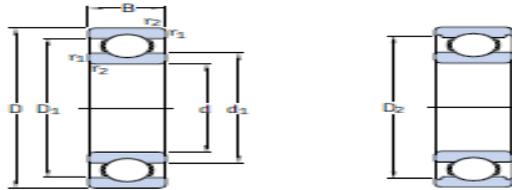
MUELLES TRACCIÓN				ALAMBRE DE ACERO FOSFATADO EN 10270 - 1 SH - PH						
D. Ext	Hilo	Largo Parcial	Largo Total	Código	Cód. Tarifa	Constante K DaN/mm	Carga 25% DaN	Largo	Carga Máx DaN	L.máx.
4,50	0,60	30	39	30321	TG	0,0655	0,639	48,75	1,958	68,88
4,50	0,60	38	47	30323	TH	0,0517	0,608	58,75	1,958	84,84
4,50	0,60	45	54	30325	TI	0,0437	0,590	67,50	1,958	98,81
4,50	0,60	50	59	30327	TJ	0,0393	0,580	73,75	1,958	108,79
4,50	0,60	55	64	30329	TJ	0,0358	0,572	80,00	1,958	118,77
4,50	0,60	500	500	30331	TS	-	-	-	-	-
4,50	0,70	6	15	30333	TE	0,7657	2,872	18,75	3,069	19,01
4,50	0,70	10	19	30335	TE	0,4594	2,182	23,75	3,069	25,68
4,50	0,70	15	24	30337	TF	0,3063	1,838	30,00	3,069	34,02
4,50	0,70	22	31	30339	TF	0,2088	1,618	38,75	3,069	45,70
4,50	0,70	26	35	30341	TG	0,1767	1,546	43,75	3,069	52,37
4,50	0,70	30	39	30343	TG	0,1531	1,493	48,75	3,069	59,04
4,50	0,70	38	47	30345	TG	0,1209	1,421	58,75	3,069	72,38
4,50	0,70	45	54	30347	TH	0,1021	1,378	67,50	3,069	84,06
4,50	0,70	50	59	30349	TI	0,0919	1,355	73,75	3,069	92,40
4,50	0,70	55	64	30351	TI	0,0835	1,337	80,00	3,069	100,74
4,50	0,70	500	500	30353	SS	-	-	-	-	-
4,50	0,80	6	15	30355	TE	1,6173	-	-	4,537	17,81
4,50	0,80	10	19	30357	TE	0,9704	-	-	4,537	23,68
4,50	0,80	15	24	30359	TE	0,6469	3,881	30,00	4,537	31,01
4,50	0,80	18	27	30361	TF	0,5391	3,639	33,75	4,537	35,42
4,50	0,80	22	31	30363	TF	0,4411	3,418	38,75	4,537	41,29
4,50	0,80	30	39	30365	TG	0,3235	3,154	48,75	4,537	53,03
4,50	0,80	38	47	30367	TG	0,2554	3,000	58,75	4,537	64,77
4,50	0,80	45	54	30369	TH	0,2156	2,911	67,50	4,537	75,04
4,50	0,80	50	59	30371	TH	0,1941	2,863	73,75	4,537	82,38
4,50	0,80	55	64	30373	TI	0,1764	2,823	80,00	4,537	89,72
4,50	0,80	60	69	30375	TI	0,1617	2,790	86,25	4,537	97,05
4,50	0,80	500	500	30377	SS	-	-	-	-	-
5,00	0,40	6	16	30379	TE	0,0263	0,105	20,00	0,542	36,62
5,00	0,40	10	20	30381	TF	0,0158	0,079	25,00	0,542	54,37
5,00	0,40	15	25	30383	TG	0,0105	0,066	31,25	0,542	76,55
5,00	0,40	22	32	30385	TG	0,0072	0,057	40,00	0,542	107,61
5,00	0,40	26	36	30387	TH	0,0061	0,055	45,00	0,542	125,36
5,00	0,40	30	40	30389	TI	0,0053	0,053	50,00	0,542	143,11
5,00	0,40	38	48	30391	TK	0,0042	0,050	60,00	0,542	178,60
5,00	0,40	500	500	30393	SS	-	-	-	-	-
5,00	0,50	6	16	30395	TE	0,0857	0,343	20,00	1,032	28,04
5,00	0,50	10	20	30397	TE	0,0514	0,257	25,00	1,032	40,07
5,00	0,50	15	25	30399	TF	0,0343	0,214	31,25	1,032	55,10
5,00	0,50	22	32	30401	TG	0,0234	0,187	40,00	1,032	76,15
5,00	0,50	26	36	30403	TG	0,0198	0,178	45,00	1,032	88,17
5,00	0,50	30	40	30405	TU	0,0171	0,171	50,00	1,032	100,20

ANEXO 4.

CATÁLOGO DE RODAMIENTOS.

RODAMIENTOS.

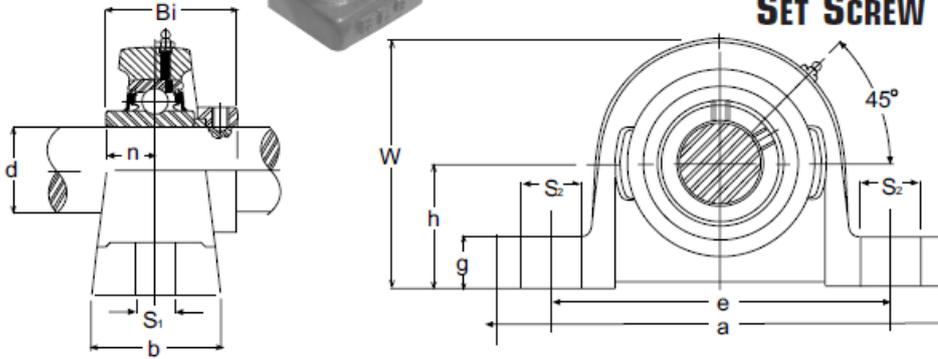
Rodamientos rígidos de una hilera de bolas
d 12 – 22 mm



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades Velocidad de referencia	Velocidad límite	Masa	Designación
d	D	B	dinámica C	estática C_0					
mm			kN		kN	rpm		kg	-
12	21	5	1,43	0,67	0,028	70 000	43 000	0,0063	61801
	24	6	2,25	0,98	0,043	57 000	40 000	0,011	61901
	28	8	5,4	2,36	0,10	60 000	38 000	0,022	*6001
	30	8	5,07	2,36	0,10	56 000	34 000	0,023	15101
	32	10	7,28	3,1	0,132	50 000	32 000	0,037	*6201
	37	12	10,1	4,15	0,176	45 000	28 000	0,060	*6301
15	24	5	1,56	0,8	0,034	60 000	38 000	0,0074	61802
	28	7	4,36	2,04	0,095	56 000	34 000	0,016	61902
	32	8	5,85	2,85	0,12	50 000	32 000	0,025	*16002
	35	9	5,85	2,85	0,12	50 000	32 000	0,030	*6002
	35	11	8,06	3,75	0,16	43 000	28 000	0,045	*6202
	42	13	11,9	5,4	0,228	38 000	24 000	0,082	*6302
17	26	5	1,68	0,93	0,039	56 000	34 000	0,0082	61803
	30	7	4,62	2,55	0,108	50 000	32 000	0,018	61903
	35	8	6,37	3,25	0,137	45 000	28 000	0,032	*16003
	35	10	6,37	3,25	0,137	45 000	28 000	0,039	*6003
	40	9	9,56	4,75	0,2	38 000	24 000	0,048	98203
	40	12	9,95	4,75	0,2	38 000	24 000	0,065	*6203
	40	12	11,4	5,4	0,228	38 000	24 000	0,064	6203 ETN9
	47	14	14,3	6,55	0,275	34 000	22 000	0,12	*6303
	62	17	22,9	10,8	0,455	28 000	18 000	0,27	6403
20	32	7	4,03	2,32	0,104	45 000	28 000	0,018	61804
	35	8	6,77	3,02	0,135	43 000	25 000	0,030	6204
	42	9	7,93	4,5	0,19	38 000	24 000	0,051	98204 Y
	42	12	9,95	5	0,212	38 000	24 000	0,069	*6004



**PILLOW BLOCK
SET SCREW LOCK**



Part Number	Shaft Diameter (d)		Dimensions (in.) or (mm)										Bolt Used		Weight Lbs.		
	(in.)	(mm)	h	a	e	b	S2	S1	g	W	Bi	n	(in.)	(mm)			
UCP 201		12															
UCP 202		15															
UCP 203		17															
UCP 201-08	1/2																
UCP 202-09	9/16																
UCP 202-10	5/8																
UCP 203-11	11/16																
UCP 204		20															
UCP 204-12	3/4																
UCP 205		25															
UCP 205-13	13/16																
UCP 205-14	7/8																
UCP 205-15	15/16																
UCP 205-16	1																

UCP 201

ANEXO 5.

ESPECIFICACIONES DEL MOTOR.

Motorreductor Con Hierro
CHP
Bosch

Las Ventajas:

Tamaño reducido al salir el eje de forma perpendicular
 Gran variedad de velocidades y par
 Precio atractivo

Productos asociados:

>Electrónica

First 1Q 60/10

First 4Q 50/5

> Alimentación

S-60-24

S-100F-24

S-150-24

DR- 60-24

12 W > 53 W

Versión	Relación de reducción	Número de etapas	Voltaje	Velocidad en carga en rpm	Par nominal en Nm	Corriente nominal en A	Tipo de reductor	Sentido de giro	Tipo de ciclo	Protección	Peso
12V/49rpm	55:1	1	12	49	2,7	6,1					
12V/135rpm	55:2	1	12	135	3	9,4					
24V/40rpm	55:1	1	24	40	2,9	2,7					
24V/40rpm	55:1	1	24	34	5	1					
24V/46rpm	55:1	1	24	46	2,5	1,9					
24V/66rpm	69:1	1	24	66	2,4	5,3					
24V/90rpm	52:2	1	24	90	4,5	3,5					
24V/94rpm	52:2	1	24	94	3	3,3					
24V/113rpm	52:2	1	24	113	1,6	3,3					
24V/122rpm	52:2	1	24	122	1,4	4					
24V/174rpm	52:2	1	24	174	1,3	4,5					
24V/177rpm	52:2	1	24	177	1,9	5,8					

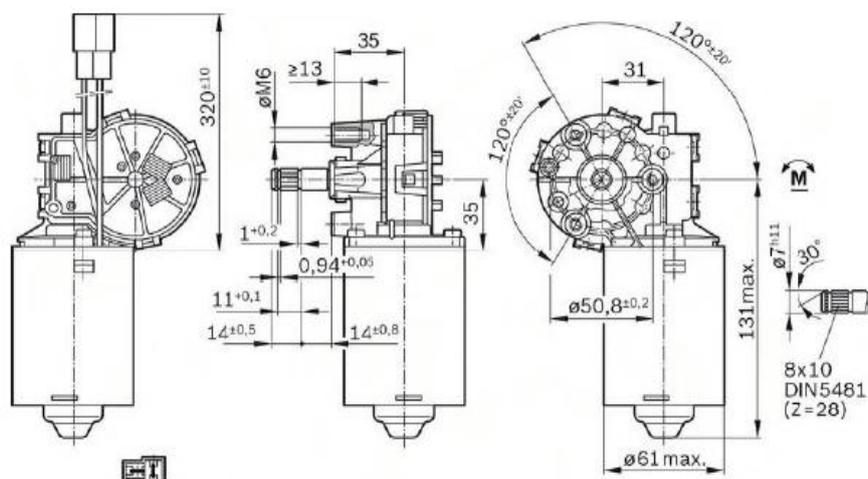
Sin fin corona

Bidireccional

S1

IP 23

1200 g

PLANO 3D (IGES)


*versión 24V/66rpm. Para planos específicos, curvas y esquema eléctrico de cada versión descargar en nuestra página web.

ANEXO 6.

MANUAL DE USUARIO Y MANTENIMIENTO.

**Manual de usuario y mantenimiento de la máquina plisadora
de tela para faldas cayambeñas.**

2016.

Edwin Ruiz.

Tabita Quilumbaquín.

**---- IMPORTANTE ----
LEA DETENIDAMENTE LAS
INSTRUCCIONES DE ESTE MANUAL
PARA PERMITIR LA OPERACIÓN
SEGURA DEL EQUIPO**

Objetivos.

- Conocer las partes de la máquina y su funcionamiento.
- Puesta en marcha de la máquina.
- Realizar el plan de mantenimiento adecuado de las partes de la máquina

CONTENIDO.

Manual de usuario y mantenimiento de la máquina plisadora de tela para faldas cayambeñas.	131
Objetivos.....	132
1. INTRODUCCIÓN.....	132
2. ADVERTENCIAS Y AVISOS DE SEGURIDAD.....	133
3. INFORMACIÓN DE LA MÁQUINA.....	135
3.1 Sistema mecánico.....	135
Dimensiones de la máquina.....	136
3.2 Sistema de control.....	136
4. PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA.....	138
Instalación.....	138
Encendido de la máquina.....	139
Parada.....	141
Configuración de los parámetros.....	142
5. PROBLEMAS Y SOLUCIONES.....	144
6. MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA.....	146
7. PLANOS DE MONTAJE Y ELECETRICOS DE LA MÁQUINA.....	146

1. INTRODUCCIÓN.

El adecuado uso del presente manual ayudara al correcto funcionamiento de la máquina, además del manual de usuario se presenta un detallado plan de mantenimiento que se enfocara en la prevención de fallas de la máquina.

Es vital que el usuario se familiarice con el presente manual, con el fin de reducir cualquier riesgo al momento de operar la máquina.

2. ADVERTENCIAS Y AVISOS DE SEGURIDAD.



ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD.

Antes de encender la máquina revise que la alimentación eléctrica este en buen estado.

La máquina debe ser ubicada en una zona nivelada.

La máquina fue diseñada exclusivamente para el plisado de tela denominado paño acrílico, por tal motivo el uso de otro tipo de tela pondría poner en peligro la seguridad del operario, además de causar daños en la máquina.

Mientras la máquina este en funcionamiento no colocar la mano en el lugar de la plancha, o en el de arrastre.

Nunca colocarse debajo de la máquina mientras el motor se encuentre en movimiento.

En caso de avería o funcionamiento incorrecto de la máquina, apáguele y desenchúfele de la alimentación eléctrica.

Un dispositivo eléctrico nunca debe dejarse desatendido cuando está conectado.

Desenchufar siempre la máquina de la toma de corriente inmediatamente después de utilizarla y antes de su limpieza.

Desconecte siempre la máquina de la toma corriente antes de proceder a hacer cualquier sustitución de algún componente ya se esté mecánico o eléctrico de la máquina.

El fabricante no se hace responsable por daños causado por uso indebido, incorrecto o irracional.



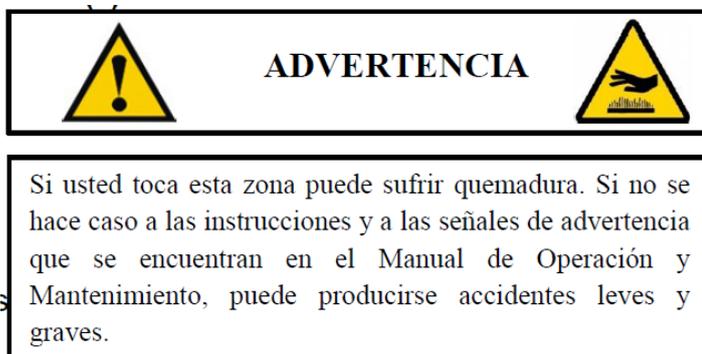
AVISOS DE SEGURIDAD.

En esta sección se detallan los distintos avisos de seguridad, además de la ubicación en la máquina.

En el caso de que las señales no se encuentren visibles, límpielas con un poco de agua. No usar demasiada agua por que podría despejar los avisos.

Aviso de seguridad 1.

Son dos ubicado en los extremos de la plancha.



Aviso de seguridad 2.

Son dos ubicados en los extremos del sistema de arrastre.



En esta zona usted puede sufrir corte o punzonamiento si introduce cualquier extremidad. Si no se hace caso a las instrucciones y a las señales de advertencia que se encuentran en el Manual de Operación y Mantenimiento, puede producirse accidentes leves y graves.

3. INFORMACIÓN DE LA MÁQUINA.

5.5 3.1 Sistema mecánico.



Figura 19: Vista general de la máquina.

5.6 Dimensiones de la máquina.

Parámetros.	Medidas.
Dimensiones [m].	1,5x0,9x1
Voltaje de operación [v].	110
Altura de la tela [cm].	80

5.7

5.8 3.2 Sistema de control.

Componentes del tablero de control de la máquina.

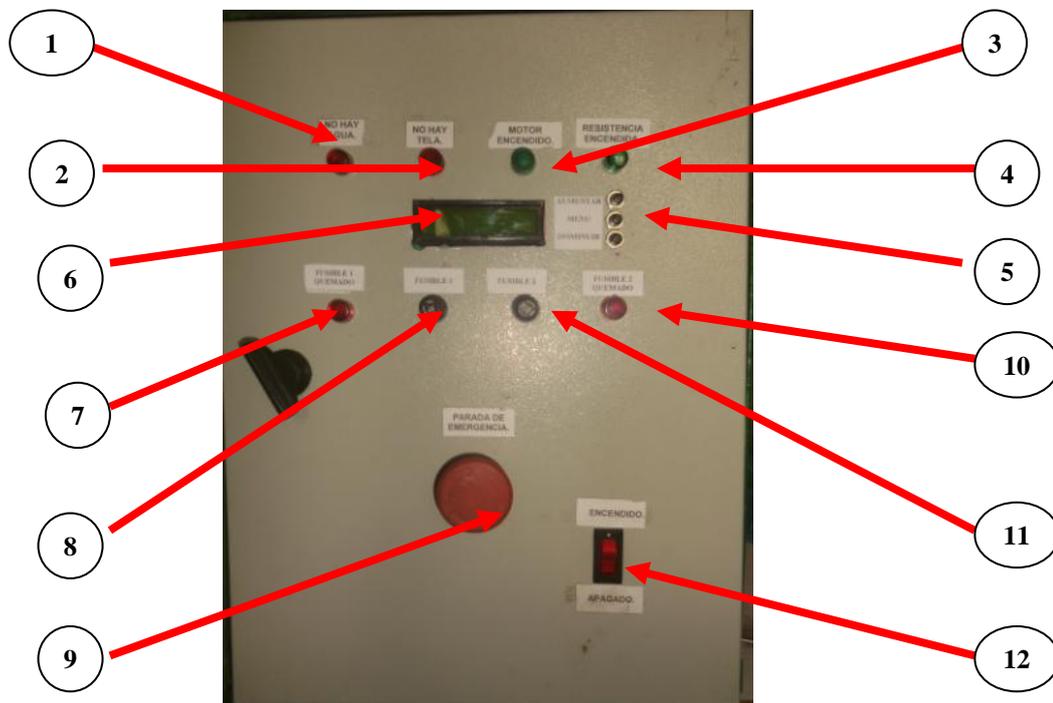


Figura 20: Tablero de control vista exterior.

(1) Luz piloto rojo. Indica la ausencia de agua.

(2) Luz piloto rojo. Indica la ausencia de tela.

- (3) Luz piloto verde. Indica el encendido del motor.
- (4) Luz piloto verde. Indica el encendido de las resistencias calefactoras.
- (5) Pulsadores para configuración de parámetros.
- (6) LCD, para visualización de parámetros.
- (7) Luz piloto rojo. Indica que el fusible 1 está quemado.
- (8) Porta fusible. Contiene al fusible 1, este fusible es de 3 Amperios.
- (9) Parada de emergencia. Detiene toda la máquina.
- (10) Luz piloto rojo. Indica que el fusible 2 está quemado.
- (11) Porta fusible. Contiene al fusible 2, este fusible es de 800 miliamperios.
- (12) Switch ON/OFF. Enciende o apaga la máquina.

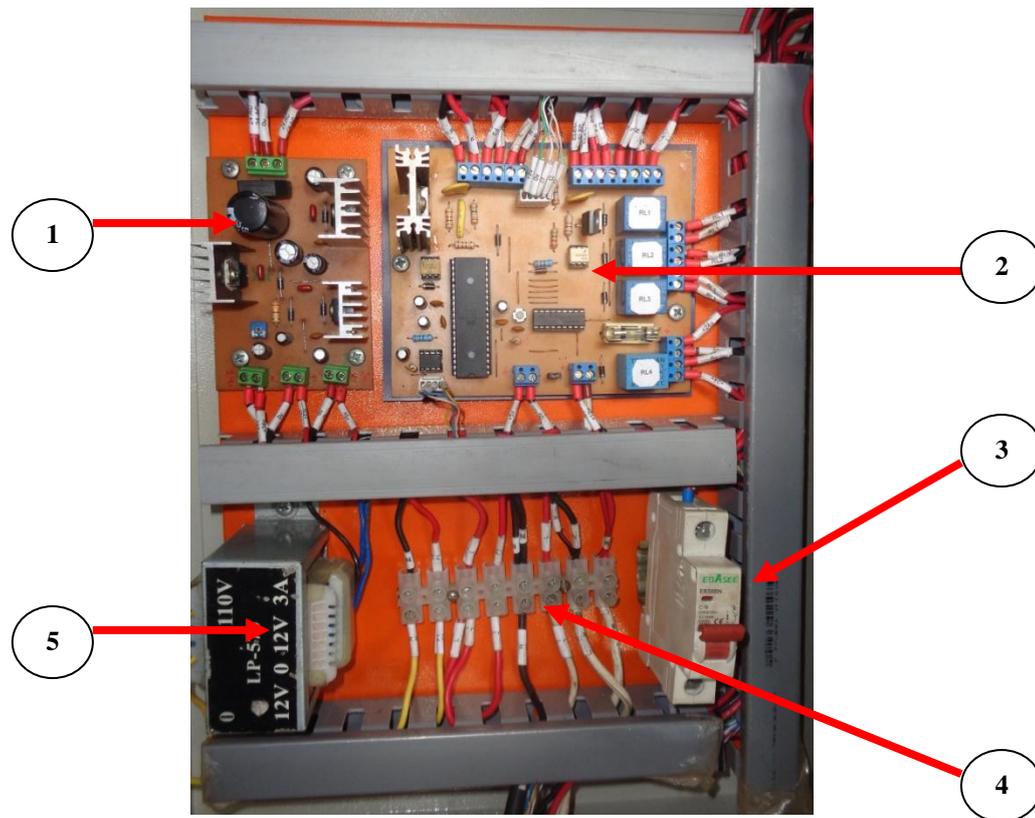


Figura 21: Tablero de control vista interior.

- (1) Fuente de alimentación. Suministra energía a la placa de control.
- (2) Placa de control. Controla todos los procesos de la máquina.
- (3) Braker. Protege a las resistencias calefactoras.
- (4) Borneras de conexión.
- (5) Transformador.

4. PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA.

5.9 Instalación.

- Fijar la estructura de la máquina en una superficie plana.
- Colocar los distintos elementos en sus posiciones y ajustarlos con los tornillos indicados.

- Ajustar los resortes con la precarga establecidas.
- Colocar los sensores en sus respectivos lugares.
- Colocar la caja de control en el lugar indicado.
- Observe si la plancha se mueve sin dificultades, de la misma manera observe que el sistema de arrastre no se encuentre atascado.

5.10 Encendido de la máquina.

- Conectar la máquina a su respectiva alimentación eléctrica.



Figura 22: Conexión a la red eléctrica.

- Enrolle la tela en la barra.



Figura 23: Tela enrollada.

- Asegúrese de que la tela pase por el detector de tela.



Figura 24: detector de tela.

Se recomienda que si la tela lleva adornos, se coloque esta parte pase por el detector de tela.

- Baje la palanca y asegure la posición del mismo con un tornillo.



Figura 25: Palanca para tela.

- Al bajar la palanca la plancha y el sistema de arrastre se elevaran, dando la posibilidad al usuario de acomodar la tela.
- Una vez acomodada la tela, quite el tornillo de seguro y alcé la palanca.
- Asegúrese que la tela se encuentre recta. Para lo cual utilice las quías que se encuentran marcadas en la mesa.



Figura 26: Guías para tela.

- Presione el interruptor de encendido.



Figura 27: Interruptor de encendido

- En el caso de que ningún visualizador enciende, revise el estado de la parada de emergencia, si el problema persiste desconectar la alimentación y revisar las conexiones del mismo.



Figura 28: Parada de emergencia.

- En caso de que no haya inconvenientes el sistema comenzara a funcionar luego de que la plancha haya alcanzado su temperatura de funcionamiento, esto puede tardar entre dos y tres minutos.

5.11 Parada.

Para el caso de una parada de emergencia presione EL PARO DE EMERGENCIA, y realice las reparaciones correspondientes, luego presione el interruptor de apagado de la máquina, espere unos segundos y vuelva a encender la máquina.

Para el caso de requerir una parada temporal del sistema, mueva el interruptor que se encuentra a lado del sistema de arrastre. Luego, para volver a arrancar el sistema solo desplace el interruptor a su posición inicial.



Figura 29: Interruptor para parada temporal.

5.12 Configuración de los parámetros.

Por defecto la máquina opera al inicio con una temperatura de 100 °C, un tiempo de plisado de cinco segundos y un tiempo de suministro de agua de cada cuatro minutos.

Para modificar estos valores, primero se debe activar la parada temporal de la máquina, una vez hecho esto siga los siguientes pasos que se detallan a continuación.

Al encender la máquina el primer mensaje que se visualiza es el siguiente:



Figura 30: Mensaje de presentación

Para acceder al parámetro de temperatura pulse el botón menú, una vez hecho esto se visualizará lo siguiente.



Figura 31: Visualización de la temperatura.

Para aumentar o disminuir el valor de la temperatura pulse los botones aumentar o

disminuir, el máximo valor de temperatura que se puede obtener es de 150 °C y el mínimo es de 100 °C, este rango garantiza que no existan daños en el proceso.

Para acceder al parámetro del motor pulse el botón menú una vez más, realizado esto se visualizará lo siguiente.

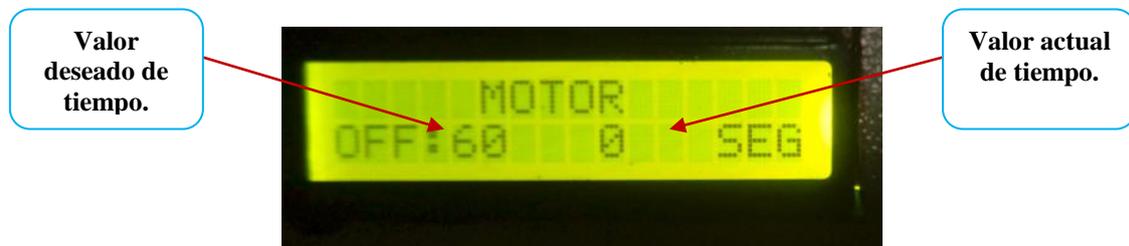


Figura 32: Visualización de tiempo del motor.

Para aumentar o disminuir el valor del tiempo en el que el motor permanecerá apagado pulse los botones aumentar o disminuir, el máximo tiempo que se puede obtener es de 60 segundos y el mínimo es de 0 segundos, este rango garantiza que se fije adecuadamente el pliegue

Para acceder al parámetro de la electroválvula pulse el botón menú una vez más, realizado esto se visualizará lo siguiente.



Figura 33: Visualización de tiempo de electroválvula.

Para aumentar o disminuir el valor del tiempo en el que se suministrara agua por medio de la electroválvula pulse los botones aumentar o disminuir, el máximo tiempo que se puede obtener es de 260 segundos y el mínimo es de 60 segundos, este rango garantiza que no exista exceso de agua, con lo cual se dificulte el proceso de plisado.

Una vez terminado de configurar los parámetros del proceso, puede pulsar el botón

menú hasta llegar a la imagen de presentación, o puede seguir presionando el botón hasta llegar al parámetro que se desea visualizar.

Por último desactive la parada temporal para que la máquina comience con el proceso.

5. PROBLEMAS Y SOLUCIONES.

Problema.	Causa.	Solución.
No enciende la máquina.	<p>Corte de suministro de luz eléctrica en todo o parte de las instalaciones.</p> <p>Parada de emergencia activada.</p> <p>Fusibles de protección quemados.</p>	<p>Revise que la máquina está conectada a la fuente de alimentación. En caso de que el cable este roto reemplácelo de inmediato.</p> <p>Revise que no esté activa la parada de emergencia, en tal caso desactívela girándola en la direcciona adecuado.</p> <p>Revise que los fusibles no se encuentran quemados, en tal caso reemplácelos por uno del mismo valor.</p>
No enciende el motor.	<p>Cables flojos o en mal estado.</p> <p>Fusible de protección del motor quemado.</p>	<p>Revise la conexión eléctrica del motor tanto dentro de la caja de control, como al exterior, en caso de que el cable este roto reemplácelo de inmediato.</p> <p>Revise que el fusible no está quemado, en el caso de que este quemado replácelo por uno del mismo valor</p>

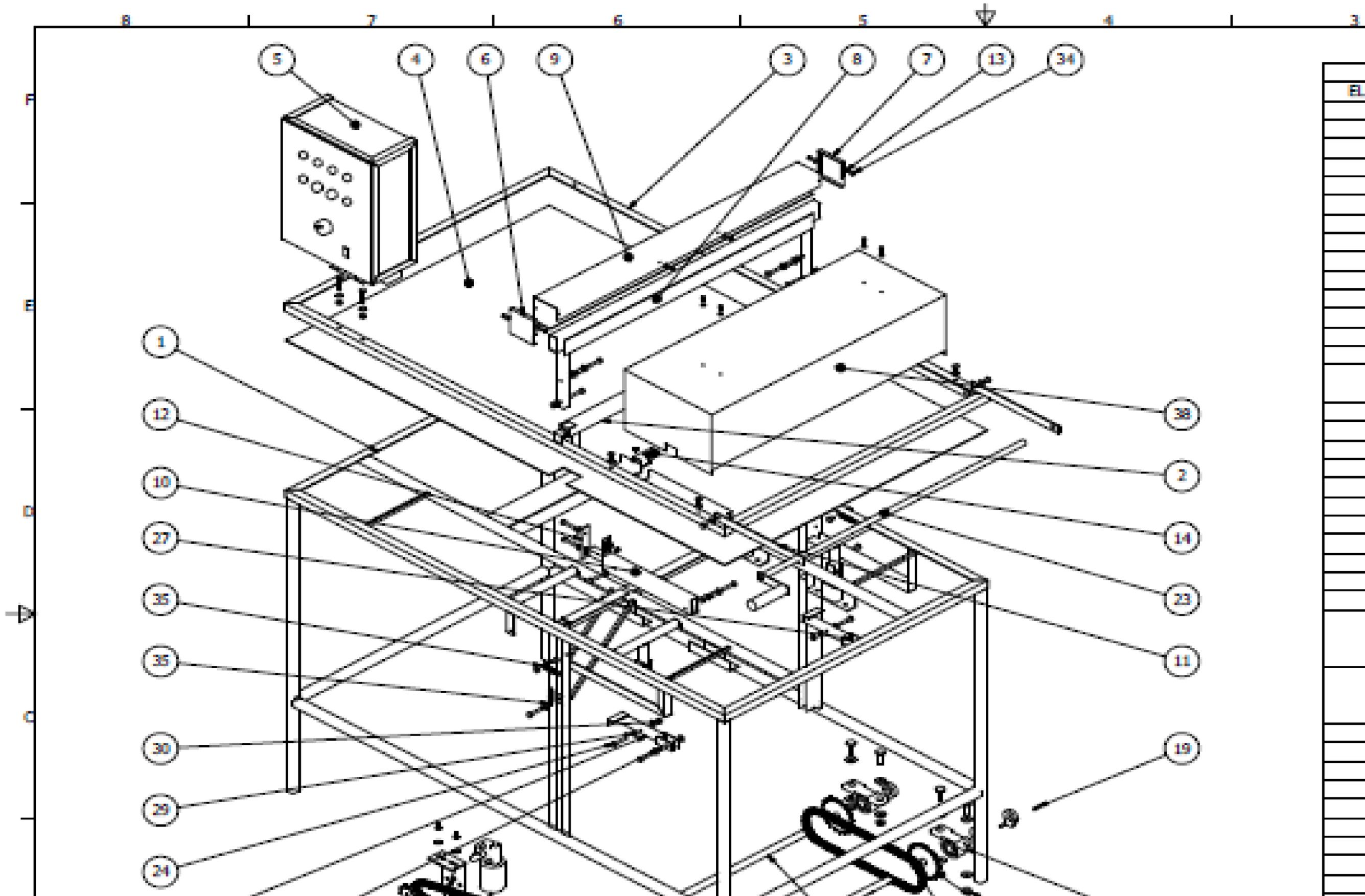
<p>No se mueve el sistema de plancha.</p>	<p>Sistema de transmisión mal armado.</p> <p>Falta de lubricación.</p> <p>Objeto extraño que interrumpe el normal movimiento de la plancha.</p>	<p>Revise si está colocado en su posición el seguidor de la leva.</p> <p>Revise si está colocado en su posición el resorte.</p> <p>Lubrique bien las partes que se encuentran en movimiento</p> <p>Revise que no exista ningún objeto extraño interrumpiendo el movimiento.</p>
<p>No se mueve el sistema de arrastre.</p>	<p>Sistema de transmisión mal armado.</p> <p>Falta de lubricación.</p> <p>Objeto extraño que interrumpe el normal movimiento de la plancha</p>	<p>Revise si está colocado en su posición el seguidor de la leva.</p> <p>Revise si está colocado en su posición el resorte.</p> <p>Lubrique bien las partes que se encuentran en movimiento</p> <p>Revise que no exista ningún objeto extraño interrumpiendo el movimiento.</p>
<p>No hay suministro de agua en la tela.</p>	<p>Conexión de los cables flojos o en mal estado.</p> <p>Llave de paso cerrada.</p> <p>No existe suministro de agua de la red pública de agua.</p>	<p>Revise que la electroválvula está conectada.</p> <p>Revise que la llave de regulación no se encuentre cerrada.</p>
<p>No se calienta la plancha.</p>	<p>Cables en mal estado.</p> <p>Break desactivado.</p>	<p>Revise las conexiones eléctricas de la plancha.</p> <p>Revise que el break dentro de la caja de control este activo.</p>

6. MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA.

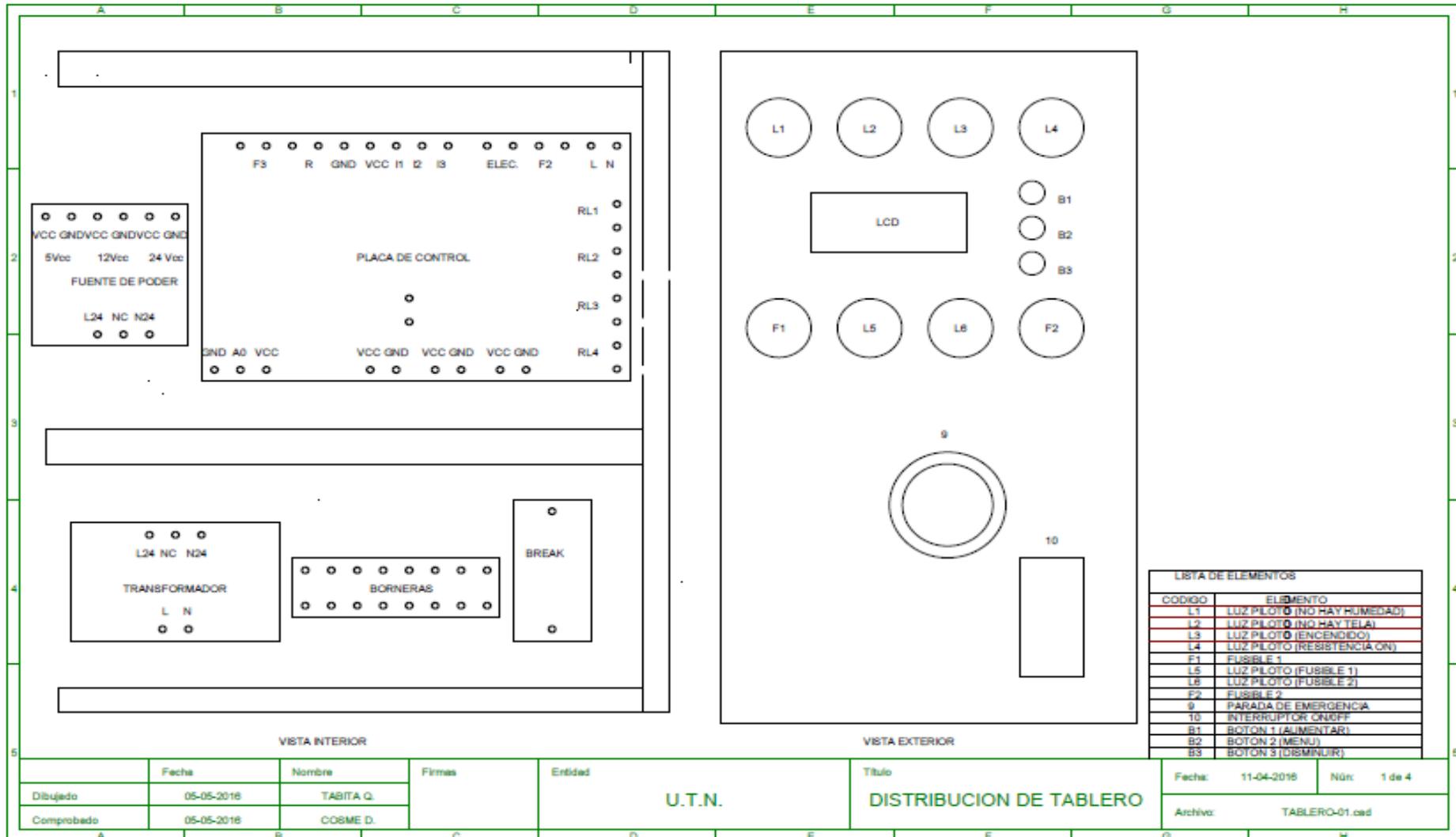
Para garantizar que los mecanismos de la máquina se conserven en buen estado y tengan un buen funcionamiento de la máquina, el usuario debe seguir el siguiente plan de mantenimiento preventivo.

Proceso.	Periodo.		
	Diario	Semanal.	Mensual.
Revisión del apriete de los pernos.	X		
Lubricación de las levas y sus respectivos seguidores.	X		
Revisión del buen estado de los cojinetes.		X	
Lubricación de los cojinetes. Lubricación de los cojinetes.			X
Revisión del buen estado de los pernos de sujeción de cojinetes.			X
Revisión de las cadenas.		X	
Lubricación de las cadenas.		X	
Lubricación del sistema de arrastre.	X		
Lubricación del sistema de plancha.	X		

7. PLANOS DE MONTAJE Y ELECETRICOS DE LA MÁQUINA.

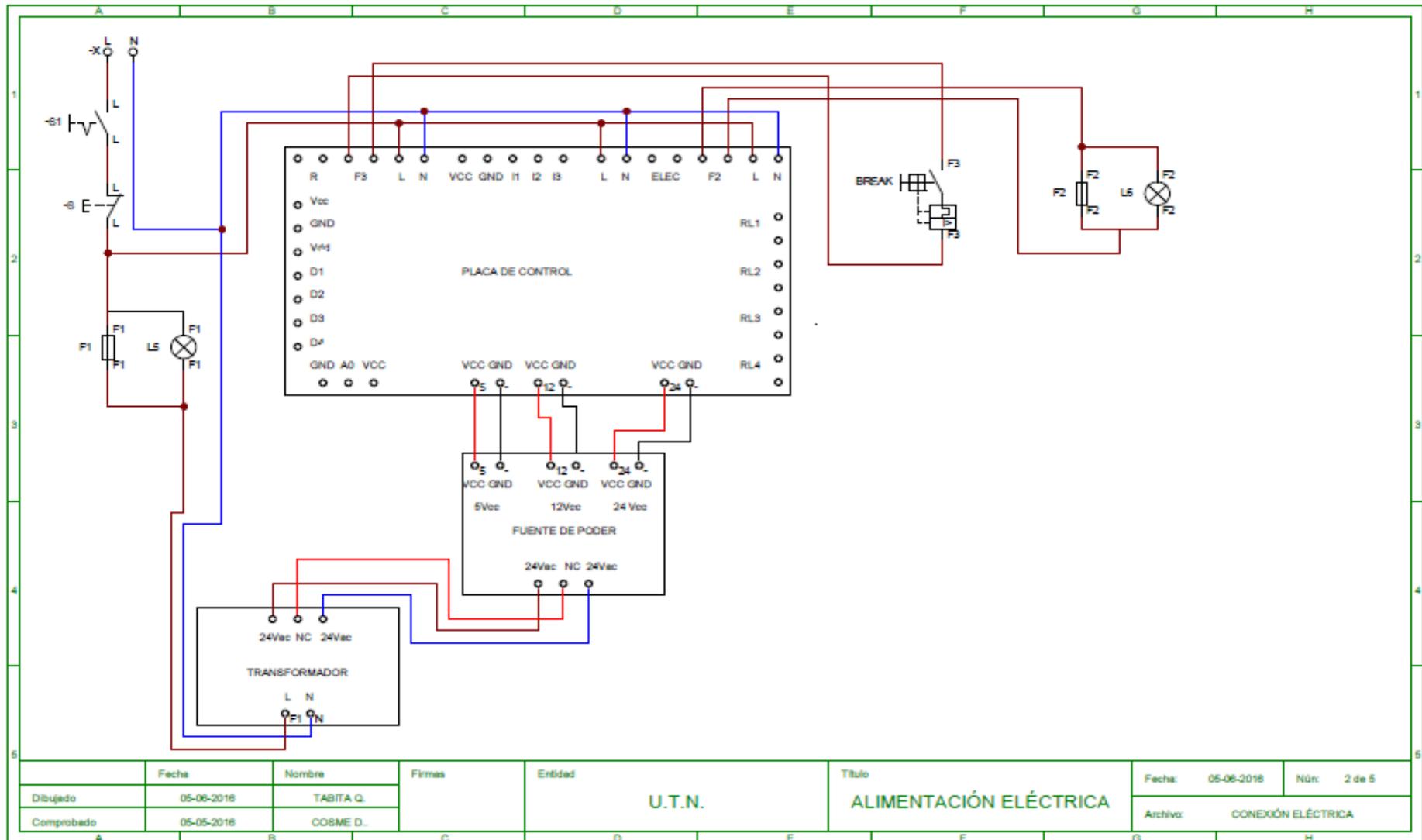


ELEM	QTY
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	1
20	1
21	1
22	1
23	1
24	1
25	1
26	1
27	1
28	1
29	1
30	1
31	1
32	1
33	1
34	1
35	1
36	1
37	1
38	1

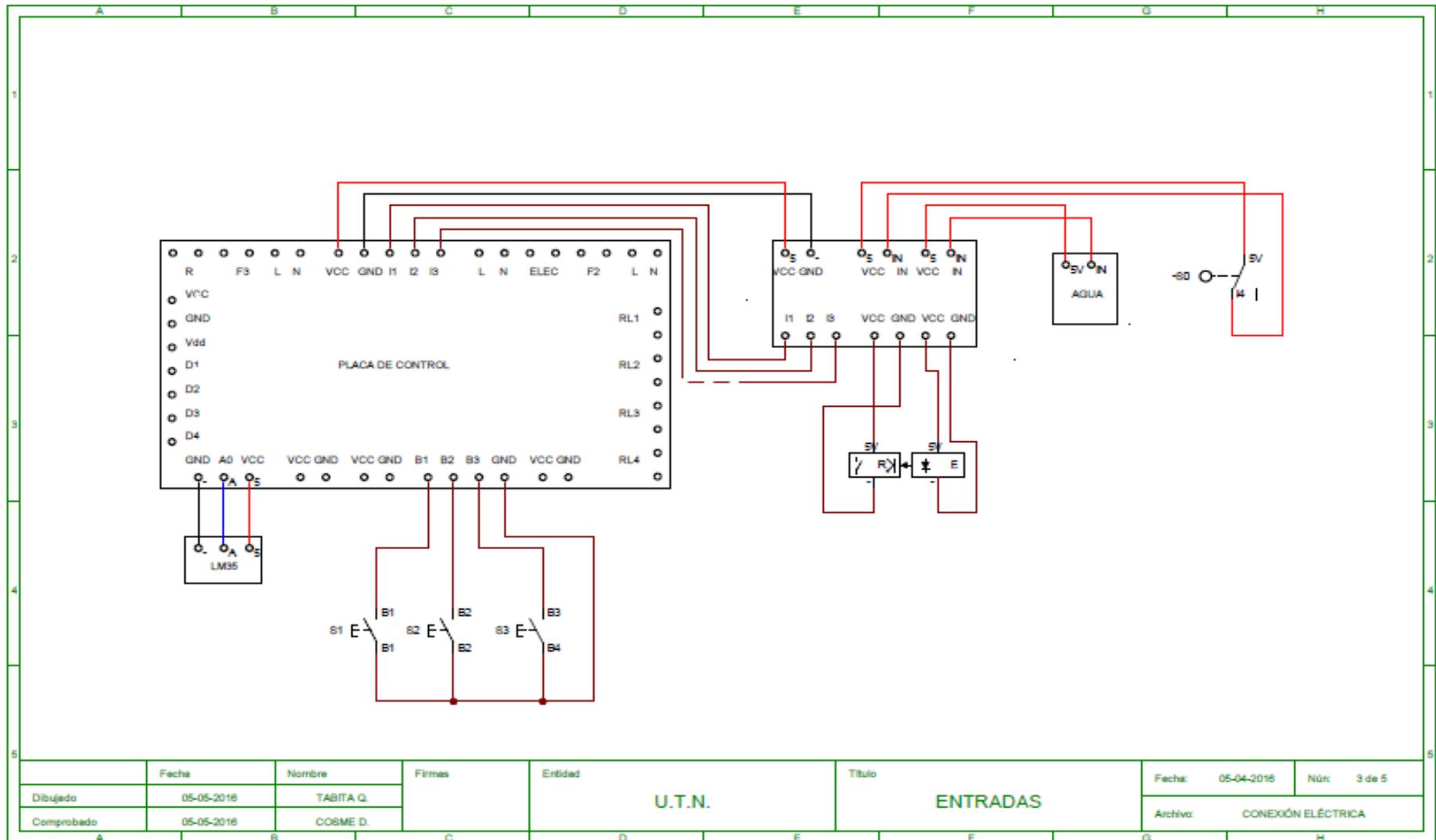


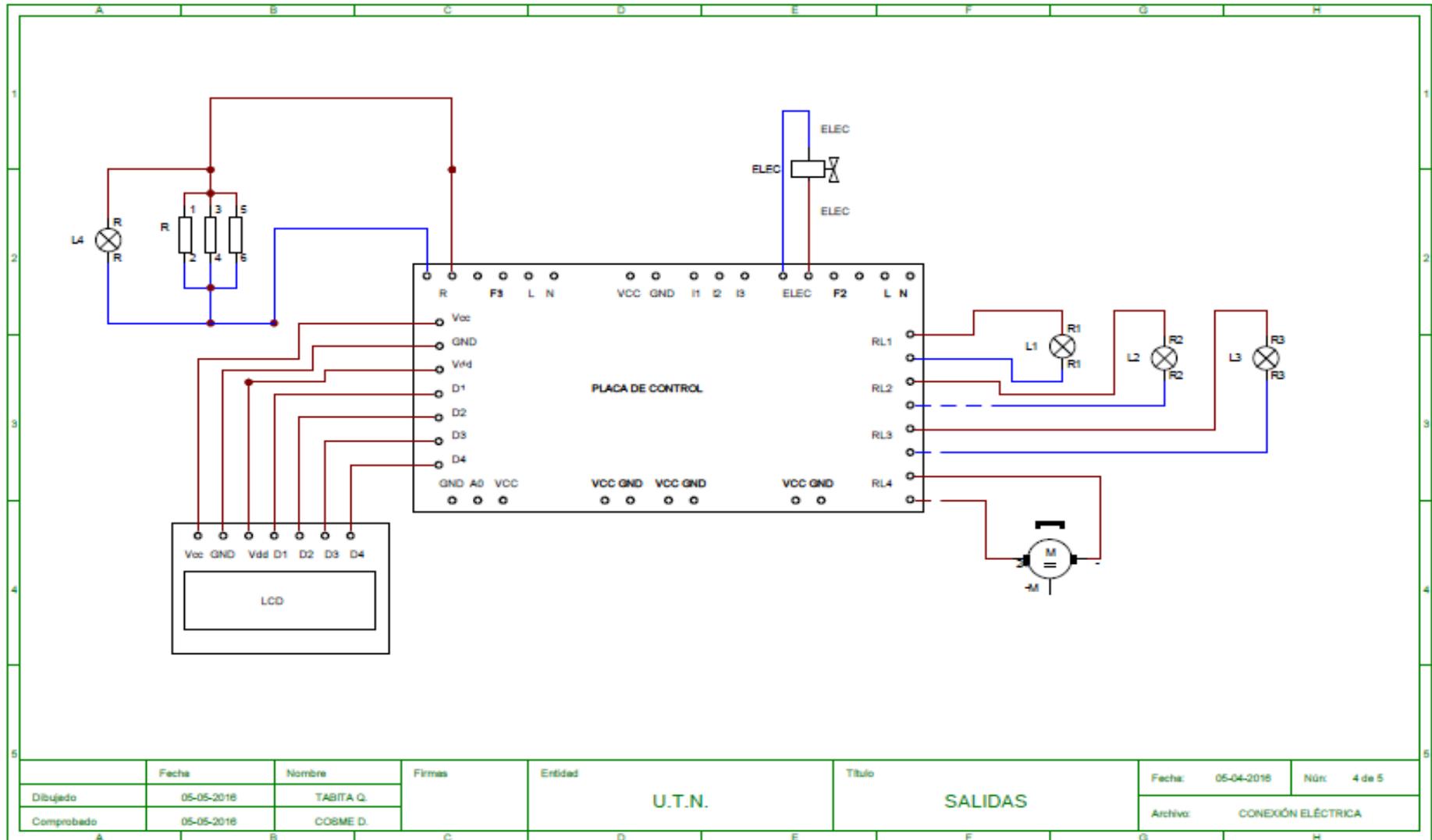
	Fecha	Nombre	Firmas	Entidad
Dibujado	05-05-2018	TABITA Q.		U.T.N.
Comprobado	05-05-2018	COSME D.		

Título	
DISTRIBUCION DE TABLERO	



	Fecha	Nombre	Firmas	Entidad	Título	Fecha:	Núm:
Dibujado	05-06-2018	TABITA Q.		U.T.N.	ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	05-06-2018	2 de 5
Comprobado	05-05-2018	COSME D.				Archivo:	CONEXIÓN ELÉCTRICA





	Fecha	Nombre	Firmas	Entidad	Título	Fecha:	05-04-2016	Núm:	4 de 5
	Dibujado	05-05-2016	TABITA Q.	U.T.N.	SALIDAS	Archivo:	CONEXIÓN ELÉCTRICA		
	Comprobado	05-05-2016	COSME D.						

ANEXO 7.

HOJAS DE SOLDADURA.

WPS		ESPECIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA									
Nombre de la Empresa: <u>TESIS</u>				Identificación No.: <u>1</u>							
Proceso(s) de soldadura: <u>SMAW</u>				Soporte del PQR No.: <u>1</u>							
TIPO: MANUAL <input checked="" type="checkbox"/> SEMIAUTOMÁTICO <input type="checkbox"/> AUTOMÁTICO <input type="checkbox"/>				Revisión: _____ Fecha: _____ Por: _____							
Soldador: <u>Edwin Ruiz (ER)</u>				Autorizado por: _____							
DISEÑO DE UNIÓN Tipo de Unión: <u>a tope</u> Tipo de soldadura: <u>Ranura en V</u> SIMPLE <input checked="" type="checkbox"/> DOBLE <input type="checkbox"/> Abertura de Raíz: <u>3.2 mm</u> Longitud de cara de Raíz: <u>3.2 mm</u> Ángulo de ranura: <u>60°</u> Radio (RJ): _____ Soporte: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> Material del soporte: _____ Limpieza de raíz: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Método: <u>esmeril</u>				POSICIÓN RANURA _____ FILETE <u>SF</u> PLANCHA <input type="checkbox"/> TUBERÍA <input checked="" type="checkbox"/>							
METALES BASE Grupo: <u>MB 1</u> <u>MB 2</u> Especificación del Acero: <u>ASTM A36</u> <u>ASTM A36</u> Grado: _____ Espesor de plancha: _____ Diámetro (tubería): <u>25x25</u> <u>25x25</u>				CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS MODO DE TRANSFERENCIA (GMAW): CORTO CIRCUITO <input type="checkbox"/> GLOBULAR <input type="checkbox"/> SPRAY <input type="checkbox"/> CORRIENTE: AC <input checked="" type="checkbox"/> DCEP <input type="checkbox"/> PULSO <input type="checkbox"/> DCEN <input type="checkbox"/>							
METAL DE APORTE Especificación AWS: <u>A 5.1</u> Clasificación AWS: <u>E 6011</u> Marca: <u>INDURA</u> Tamaño del electrodo: <u>3.2 mm</u>				TÉCNICA APORTACIÓN: RECTA <input type="checkbox"/> OSCILANTE <input checked="" type="checkbox"/> PASE: SIMPLE <input type="checkbox"/> MÚLTIPLE <input checked="" type="checkbox"/> Limpieza entre pases: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Método: <u>esmeril</u>							
PROTECCIÓN Fundente: <u>Revestimiento</u> Gas: _____ Composición: _____ Velocidad de flujo: _____ Tamaño de la boquilla: _____				PRECALENTAMIENTO Temperatura de precalentamiento: _____ Temperatura de interpase: _____							
				POSTCALENTAMIENTO Temperatura: _____ Tiempo: _____							
PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA											
Pase	Proceso	Progresión	Metales de Aporte		Corriente			Velocidad de avance (mm/min)	Velocidad de avance (mm/min)	Detalles de la Unión y Secuencia de soldadura	
			Clase	Diám. (mm)	Tipo y Polaridad	Amperaje (Amp)	Voltaje (Vol)				
1	SMAW	ASCEND	E6011	3.2	AC	105	17-19		84		
ELABORADO POR: _____					FECHA: _____						
APROBADO POR: _____					COMPAÑÍA: _____						

WPS		ESPECIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA																							
Nombre de la Empresa: <u>TESIS</u>			Identificación No.: <u>1</u>																						
Proceso(s) de soldadura: <u>SMAW</u>			Soporte del PQR No.: <u>1</u>																						
TIPO: MANUAL <input checked="" type="checkbox"/> SEMIAUTOMÁTICO <input type="checkbox"/> AUTOMÁTICO <input type="checkbox"/>			Revisión: _____ Fecha: _____ Por: _____																						
Soldador: <u>Edwin Ruiz (ER)</u>			Autorizado por: _____																						
DISEÑO DE UNIÓN Tipo de Unión: <u>a tope</u> Tipo de soldadura: <u>Ranura en V</u> SIMPLE <input checked="" type="checkbox"/> DOBLE <input type="checkbox"/> Abertura de Raíz: <u>3.2 mm</u> Longitud de cara de Raíz: <u>3.2 mm</u> Ángulo de ranura: <u>60°</u> Radio (RJ): _____ Soporte: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> Material del soporte: _____ Limpieza de raíz: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Método: <u>esmeril</u>				POSICIÓN RANURA _____ FILETE <u>4F</u> PLANCHA <input checked="" type="checkbox"/> TUBERÍA <input type="checkbox"/>																					
METALES BASE <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>MB 1</th> <th>MB 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grupo:</td> <td><u>1</u></td> <td><u>1</u></td> </tr> <tr> <td>Especificación del Acero:</td> <td><u>ASTM A36 GALVANIZADO</u></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grado:</td> <td><u>-</u></td> <td><u>-</u></td> </tr> <tr> <td>Espesor de plancha:</td> <td><u>-</u></td> <td><u>1 mm</u></td> </tr> <tr> <td>Diámetro (tubería):</td> <td><u>50x25</u></td> <td><u>-</u></td> </tr> </tbody> </table>					MB 1	MB 2	Grupo:	<u>1</u>	<u>1</u>	Especificación del Acero:	<u>ASTM A36 GALVANIZADO</u>		Grado:	<u>-</u>	<u>-</u>	Espesor de plancha:	<u>-</u>	<u>1 mm</u>	Diámetro (tubería):	<u>50x25</u>	<u>-</u>	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS MODO DE TRANSFERENCIA (GMAW): CORTO CIRCUITO <input type="checkbox"/> GLOBULAR <input type="checkbox"/> SPRAY <input type="checkbox"/> CORRIENTE: AC <input checked="" type="checkbox"/> DCEP <input type="checkbox"/> PULSO <input type="checkbox"/> DCEN <input type="checkbox"/>			
	MB 1	MB 2																							
Grupo:	<u>1</u>	<u>1</u>																							
Especificación del Acero:	<u>ASTM A36 GALVANIZADO</u>																								
Grado:	<u>-</u>	<u>-</u>																							
Espesor de plancha:	<u>-</u>	<u>1 mm</u>																							
Diámetro (tubería):	<u>50x25</u>	<u>-</u>																							
METAL DE APORTE Especificación AWS: <u>A 5.1</u> Clasificación AWS: <u>E 6013</u> Marca: <u>INDURA</u> Tamaño del electrodo: <u>3.2 mm</u>				TÉCNICA APORTACIÓN: RECTA <input type="checkbox"/> OSCILANTE <input checked="" type="checkbox"/> PASE: SIMPLE <input type="checkbox"/> MÚLTIPLE <input checked="" type="checkbox"/> Limpieza entre pases: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Método: <u>esmeril</u>																					
PROTECCIÓN Fundente: <u>Revestimiento</u> Gas: _____ Composición: _____ Velocidad de flujo: _____ Tamaño de la boquilla: _____				PRECALENTAMIENTO Temperatura de precalentamiento: _____ Temperatura de interpase: _____																					
				POSTCALENTAMIENTO Temperatura: _____ Tiempo: _____																					
PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA																									
Pase	Proceso	Progresión	Metales de Aporte		Corriente			Velocidad de avance (mm/min)	Detalles de la Unión y Secuencia de soldadura																
			Clase	Diám. (mm)	Tipo y Polaridad	Ampereje (Arg)	Voltaje (Vol)			Velocidad de alimentación del alambre (mm/min)															
1	SMAW	ASCEND	E 6013	3.2	AC	105	17-19	84																	
ELABORADO POR: _____					FECHA: _____																				
APROBADO POR: _____					COMPAÑÍA: _____																				

ANEXO 8.

PLANOS.