

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA



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

TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TENDEDORA DE TELA
AUTOMÁTICA”

AUTOR: Carlos Andrés Pérez Pilco

DIRECTOR: MSc. Fernando Vinicio Valencia Aguirre

IBARRA – ECUADOR

SEPTIEMBRE 2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de grado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TENDEDORA DE TELA AUTOMÁTICA”, fue desarrollado por el egresado Carlos Andrés Pérez Pilco, bajo mi supervisión, por lo cual certifico a la verdad

.....
MSc. Fernando Vinicio Valencia Aguirre

DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Pérez Pilco Carlos Andrés, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado calificación profesional; y certificar la verdad de las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

.....
Pérez Pilco Carlos Andrés

Cedula: 1003149679



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE NORTE

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art.144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100314967-9
APELLIDOS Y NOMBRES:	Pérez Pilco Carlos Andrés
DIRECCIÓN:	Bolívar y German Martínez(Atuntaqui)
EMAIL:	Andre__cap@hotmail.es
TELÉFONO FIJO Y MÓVIL:	0992885209
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TENEDORA DE TELA AUTOMÁTICA”
AUTOR:	Pérez Pilco Carlos Andrés
FECHA:	25-09-2019
SOLO PARA TRABAJO DE GRADO	
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Mecatrónica
ASESOR DIRECTOR:	MSc. Fernando Vinicio Valencia Aguirre

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 25 días del mes de septiembre del 2019.

EL AUTOR:

Pérez Pilco Carlos Andrés

C.C.: 100314967-9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHO DE AUTOR

Yo, Pérez Pilco Carlos Andrés, con cédula de identidad Nro. 100314967-9, 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 TENDEDORA DE TELA AUTOMÁTICA”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero 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 25 días del mes de septiembre de 2019.

Pérez Pilco Carlos Andrés

C.C.: 100314967-9



DEDICATORIA

Dedico este presente trabajo a mi abnegada familia, por su paciencia y dedicación, en especial a mi madre Judith Jacqueline P., que con mucho esfuerzo ha podido sobre llevarme por la senda del buen camino.

A mi padre Carlos David P. y hermano que supieron brindarme su apoyo incondicional, de la misma manera con enorme aprecio y mucho amor a mis difuntos Abuelos que supieron guiarme en el sendero del camino de la vida.

A mi amada mujer con todo mi cariño y amor Nuria Daniela Cisneros H, por ser la persona que cree en mí, brindándome siempre ese apoyo incondicional.

Pérez Pilco Carlos Andrés



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, salud, paciencia y la sabiduría para terminar mis proyectos emprendidos, colocando a personas idóneas en mi vida. En especial a mi madre y hermano que me ha estado apoyando diariamente para culminar con mis metas propuestas.

A mi padre que es mi gran apoyo en mis momentos de flaqueza, que me ha podido motivar a continuar hacia adelante.

A la Universidad Técnica Del Norte, a mis maestros que me han formado profesionalmente.

A mis compañeros de estudios que fueron parte de mi vida cotidiana, compartiendo alegrías y tristezas en las aulas de estudio.

Pérez Pilco Carlos Andrés

CONTENIDO

Capítulo I Generalidades.....	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Objetivo general.....	4
1.4 Objetivos específicos	4
1.5 Justificación	4
1.6 Alcance.....	5
1.7 Tendedora de tela.....	6
1.7.1 Tela poliéster o pique textil	6
1.7.2 Tela frece lycra	6
1.7.3 Tendido de tela.....	7
1.7.4 Mecanización tela.....	7
1.8 Requerimientos técnicos	7
1.8.1 Dimensión.....	7
1.8.2 Mantenimiento	8
Capítulo II Metodología	10
2.1 Introducción.....	10
2.2 Especificaciones técnicas para el diseño de la máquina tendedora de tela	10
2.2.1 Fuente de energía	10
2.2.2 Capacidad	10
2.2.3 Tiempo de proceso	2
2.2.4 Operación.....	2
2.2.5 Tamaño de la máquina	2

2.2.6 Materiales para utilizar	2
2.2.7 Seguridad	2
2.2.8 Ergonomía	2
2.2.9 Facilidad de operación.....	3
2.2.10 Mantenimiento	3
2.2.11 Costo de la máquina	3
2.3 Observaciones de máquinas actuales	3
2.3.1 Observación del modelo de la máquina uno.....	3
2.3.2 Observación del modelo de la máquina dos	5
2.3.4 Observación del modelo de la máquina tres.....	6
2.4 Análisis de las máquinas actuales	8
2.4.1 Método de movimiento.....	8
2.4.2 Método de sujeción de la tela.	2
2.4.3 Método de corte.	2
2.4.4 Resumen análisis.....	3
2.5 Elementos que constituyen la tendedora.	3
2.5.1 Sistema de control.....	3
Capítulo III Diseño del sistema	14
3.1 Introducción.....	14
3.2 Estructura de la máquina	14
3.2.1 Cálculo de esfuerzos en los elementos de la estructura	2
3.2.2 Cálculo de reacciones y momentos en el rodillo	3
3.2.3 Carga y momento de soporte lateral.....	6

3.3	Análisis de la estructura mediante solidworks	11
3.4	Diseño del Sistema Mecánico	13
3.4.1	Cálculo de la potencia del motor	13
3.4.2	Sistema de transmisión de potencia por bandas.....	15
3.5	Control Y Respuesta	26
3.5.1	Condiciones de funcionamiento y señales de control	26
3.5.2	Conteo de órdenes de corte.....	27
3.5.3	Inversión de giro de motor.....	27
3.5.4	Paro de la máquina	27
3.5.5	Selección del elemento de control.....	27
3.5.6	Conexión del logo	28
3.5.7	Programación del sistema de control	28
3.5.8	Programación Diagrama Ladder	29
	Capítulo IV Implementación y análisis de los resultados.....	31
4.1	Montaje físico de los sistemas de la máquina	31
4.2	Instalación del sistema electrónico de control.....	31
4.3	Montaje y sincronización de actuadores	32
4.4	Pruebas y ajustes	32
4.5	Tabulación y análisis de resultados	33
4.5.1	Rpm optimas del tendido.....	33
4.5.2	Pruebas realizadas en base a la calidad de la tela	34
4.5.3	Pruebas realizadas en base a la máquina tendedora automática de tela	35
4.5.4	Instalación del sistema electrónico de control	36

4.5.5 Comparación del tiempo entre el proceso del tendido de tela manual y utilizando la máquina.....	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
CONCLUSIONES	40
RECOMENDACIONES.....	41
BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXOS DE TABLAS Y FIGURAS	44
ANEXOS DE MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	60
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	60
PLANOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS.....	72

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Tela tendida (Fuente: Confecciones B&C, Atuntaqui)	3
Fig. 2. Matriz sobre la tela tendida (Fuente: Confecciones).....	3
Fig. 3. Mesa de trabajo (Fuente: Confecciones B&C)	8
Fig. 4. Máquina 1 (Fuente: cosmotex.net/es/máquina)	4
Fig. 5. Máquina 2 (Fuente: cosmotex.net/es/máquina)	6
Fig. 6. Máquina 3 (Fuente: cosmotex.net/es/máquina)	7
Fig. 7. Plc logo (Fuente: http://www.siemenslogo.htm)	4
Fig. 8. Estructura del HMI logo (Fuente: Manual de producto logo de siemens)	10
Fig. 9. Formas de onda variador de frecuencia (Fuente: Hackworth y hackworth, 2004).....	12
Fig. 10. Variador de frecuencia siemens (Fuente: catalogo siemens).....	13
Fig. 11. Estructura de la máquina	14

Fig. 12. Viga lateral.....	2
Fig. 13. Soporte tela	3
Fig. 14. Diagrama de cortes y momentos de rodillos.....	4
Fig. 15. Representación de peso en la estructura.....	6
Fig. 16. Fuerza que interviene en la estructura.....	6
Fig. 17. Diagrama de fuerzas estructural lateral	7
Fig. 18. Distribución de fuerzas.....	8
Fig. 19. Distribución de fuerzas.....	9
Fig. 20. Diagrama de cortes y momentos de la estructura	9
Fig. 21. Diagrama estático de la estructura	11
Fig. 22. Factor de seguridad de la estructura.....	12
Fig. 23. Curva de convergencia	12
Fig. 24. Eje rueda	19
Fig. 25. Diagrama de cargas	21
Fig. 26. Diagrama cortante	21
Fig. 27. Diagrama momento	21
Fig. 28. Diagrama de cargas	24
Fig. 29. Diagrama de cortes.....	25
Fig. 30. Diagrama de momento flector	25
Fig. 31. Diagrama de flujo.....	29
Fig. 32. Relación entre calidad y producción en base a los rpm	33
Fig. 33. Rpm óptimo a las que se puede trabajar.....	34
Fig. 34. Prueba realizada en base a la calidad de la tela	35

Fig. 35. Prueba realizada en base a la máquina tendedora automática de tela	36
Fig. 36. Relación entre manualmente y con la máquina	38

INDICE DE TABLAS

TABLA I. TIPOS DE TELA	8
TABLA II. ESPECIFICACIONES PARA CORTE DE TELA	9
TABLA III. ANÁLISIS DEL MÉTODO DE MOVIMIENTO	8
TABLA IV. ANÁLISIS DEL MÉTODO DE SUJECCIÓN DE LA TELA	2
TABLA V. ANÁLISIS DEL MÉTODO DE CORTE	2
TABLA VI. RESUMEN DEL ANÁLISIS	3
TABLA VII. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL LOGO 12/24 RC	5
TABLA VIII. ESPECIFICACIONES DE ENTRADAS	8
TABLA IX. ESPECIFICACIONES DE SALIDA	9
TABLA X. SALIDAS Y ENTRADAS.....	28
TABLA XI. PRUEBAS REALIZADAS CON LA MÁQUINA.....	37

RESUMEN

El presente proyecto de titulación aborda la construcción de una máquina de tendido de tela automática para talleres textiles artesanales de la ciudad de Atuntaqui, en la actualidad la producción textil de los talleres artesanales se halla en aumento.

Un punto importante dentro de la producción textil, es el área de corte donde realizan el tendido de tela manualmente sobre una mesa, el cual les permite tener cierta longitud según las necesidades que desean trabajar.

Existen máquinas tendedoras de tela orientadas a la gran industria textil, sin embargo, la inversión en una de estas máquinas en la pequeña industria no se justifica a corto plazo lo que significa pérdidas considerables, por lo que se hace necesario que las universidades elaboren una propuesta para resolver la necesidad de la pequeña industria, obtenida la información necesaria se realiza la construcción de la máquina para la optimización del proceso en la industria artesanal que permita la disminución del tiempo de fabricación y el aumento de producción.

ABSTRACT

This degree project addresses the construction of an automatic fabric laying machine for artisanal textile workshops in the city of Atuntaqui, currently the textile production of artisanal workshops is on the increase.

An important point in textile production is the cutting area where the fabric is manually laid on a table, which allows them to have a certain length according to the needs they want to work.

There are cloth-tending machines aimed at the large textile industry, however, the investment in one of these machines in the small industry is not justified in the short term, which means considerable losses, so it is necessary for universities to develop a proposal To solve the need of the small industry, obtained the necessary information, the construction of the machine is carried out for the optimization of the process in the artisanal industry that allows the reduction of the manufacturing time and the increase of production.

PRESENTACIÓN

En el presente proyecto se construyó una máquina automática para mejorar el tiempo de tendido de tela para los talleres textiles artesanales de la ciudad de Atuntaqui.

El diseño del proyecto se tomó de referencia en máquinas actuales que están en el mercado de procedencia americana y europea.

Uno de los principales objetivos planteados fue que la construcción de la máquina tenga un costo menor que las existentes, y que sus aplicaciones estuvieran dirigidas a solucionar los problemas de los talleres textiles artesanales, esto se pudo lograr debido a que la mayoría de los elementos fueron comprados en el mercado nacional.

Una vez que se tuvo claro el funcionamiento de la máquina y después de haber analizado y seleccionado las alternativas más convenientes, se procedió a construir la máquina según el diseño establecido.

Los diferentes componentes de la máquina diseñados y evaluados con la ayuda de programas de Ingeniería, sirvieron para comprobar resultados y para la realización de planos de la misma.

Capítulo I

Generalidades

1.1 Introducción

La mecatrónica ofrece la oportunidad de ver los problemas desde una perspectiva diferente, donde los ingenieros mecánicos no se limitan a considerar un problema sólo en términos de principios mecánicos sino también en función de una gama de tecnologías, surge de la combinación de distintas ramas de la ingeniería entre las que destacan: la mecánica de precisión, la electrónica, la informática, los sistemas de control. [1]. Su principal propósito es el análisis y diseño de productos procesados con un buen sistema mecánico de suma utilidad en todas las áreas productivas de la empresa, pero para que sea realmente eficaz es necesario tener un adecuado sistema de control con ello se lograra una máquina altamente eficiente la cual será capaz de controlar los movimientos programados. Este proyecto pretende mejorar el proceso de tendido de tela manualmente como se lo viene realizando en las pequeñas y medianas industrias textiles especialmente en la ciudad de Atuntaqui, una de las tareas que se toma más tiempo en realizar es el tendido en forma manual esto es doblando la tela a una cierta medida para realizar su corte dependiendo del modelo que se quiere cortar.

Atuntaqui se le considera como la ciudad más grande en Industria Textil que brinda trabajo al 80% de la población que tiene operando a más de 450 empresas. La mayoría son pequeños y medianos talleres, que tienen entre cinco y 50 operarios. [2].

La Expo feria Atuntaqui evento organizado por la cámara de comercio de Antonio Ante a través de su comisión expo feria con el aporte del gobierno municipal, que han hecho de esta exposición la gran vitrina que muestra el potencial Industrial textil, artesanal, agropecuario y gastronómico con el que cuenta el cantón, durante cinco días (entre febrero y marzo) se encuentran en la expo-

Atuntaqui el mayor número de productores textiles del cantón, comercializando prendas de vestir para toda la familia, en modelos exclusivos, alta calidad y bajo precio, durante el evento se presenta pasarela y artistas al cual complementan también las áreas de cultura, gastronómica, agropecuaria y tecnológica, que en forma conjunta hacen que la expo feria Atuntaqui sea considerada la mejor del norte del país y una de las más representativas a nivel nacional, por la gran concurrencia de visitantes nacionales y extranjeros que genera. [3]

1.2 Planteamiento del problema

En el mundo globalizado que vivimos hoy en día es muy importante hablar de producción a gran escala, situación que muchos países se han dominado tal es el caso Estados Unidos, entre otros que para poder producir a este nivel es muy importante considerar la tecnología con la que cuentan las empresas de estos países.

Nuestro país busca crecer y poco a poco introducirse en este mercado, por ello muchas industrias nacionales han adoptado tecnología extranjera para lograr este propósito, entre los sectores industriales que han visto el beneficio de la tecnología también se encuentra el sector textil, empresas como, empresas Pinto S.A. Indutexma y otras, cuentan con tecnología en sus diversas áreas productivas, que les permite tener una mayor producción, por ello es indispensable que la mayor parte de procesos sean de forma mecánica para mejorar su producción se requiere mejoras considerables con el tiempo, normalmente tender manualmente unas veinticinco capas para realizar la producción de pantalón frece lycra se demora más de sesenta minutos y con la máquina que se pretende tener un 50% de ahorro. En la actualidad los talleres artesanales trabajan manualmente, para este proceso se necesitan de dos operarios que toman los extremos de la tela y empiezan a tender sobre la mesa, se muestra en la **Fig. 1**



Fig. 1. Tela tendida (Fuente: Confecciones B&C, Atuntaqui)

Se tiende capas hasta tener la cantidad de cincuenta una sobre otra que después se ubica el papel impreso con la matriz en el cual esta con sus respectivos trazos de confección para el corte **Fig. 2**

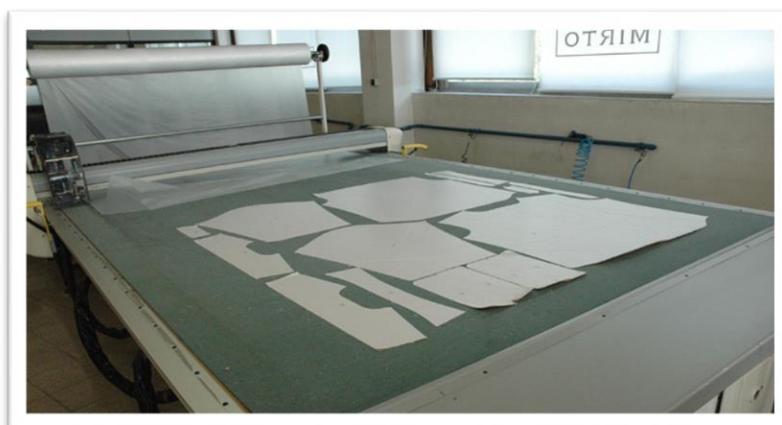


Fig. 2. Matriz sobre la tela tendida (Fuente: Confecciones)

Una vez hecho todo este proceso se envía al área de maquilado donde se empieza a la confección de las prendas de vestir, aquí el proceso tiene a demorarse por qué se hace manualmente el tendido ya que es el primer proceso de producción, con el proyecto planteado se trata de mejorar el área de corte y así empezar a industrializar los pequeños talleres artesanales, la máquina va tener las respectivas seguridades con fin de no tener problemas posteriormente y acortar tiempos en el tendido y así aprovechar al otro operario en otra función dentro de la misma microempresa, al

realizar inversión en maquinaria la cantidad de producción se impulsará tanto a nivel productivo como económico esto ayuda a satisfacer las necesidades de la industria textil en el Ecuador.

1.3 Objetivo general

Realizar el proceso de tendido de tela en la industria artesanal empleando un sistema de control orientado a la disminución de tiempo y al aumento de producción.

1.4 Objetivos específicos

- Establecer los requisitos que debe cumplir el sistema para resolver el problema propuesto.
- Construir e implementar una arquitectura mecánica dispuesta para el auto movimiento de tendido de tela para mayor producción.
- Hacer pruebas de trabajo del sistema del tendido.
- Realizar el manual de usuario y el manual de mantenimiento de la máquina.

1.5 Justificación

Las tendedoras de tela industriales existentes para este tipo de trabajo son de importación y de varias funciones y modelos por lo cual se hace muy costoso adquirir por su precio, esto hace que los pequeños talleres artesanales no las puedan adquirir, ya que una máquina de ese tipo se encuentra entre el valor de cuarenta y cinco y sesenta y cinco mil dólares americanos. [4], por este motivo se va a realizar una máquina que cumpla la misma función pero con un valor muy accesible a la actual y así que puedan los talleres artesanales de la ciudad de Atuntaqui adquirirla para optimizar uno de los procesos que se utilizan en la confección de ropa, con un sistema de control se pretende mejorar la producción del tendido y cada uno de los aspectos antes mencionados, con el sistema manual se utiliza dos operarios para el trabajo del tendido ahora se va a utilizar solo un operario el que tendrá la tarea de operar la máquina , mientras tanto que la otra persona se encarga de ayudar en otra área de trabajo en la microempresa, este proyecto garantiza una producción más

contaste y tener siempre en percha el producto que se va a comercializar de la pequeña industria textil de la ciudad.

En Atuntaqui se tiene alrededor de 450 industrias textiles que necesitan de equipo como herramientas para su crecimiento.

1.6 Alcance

Este proyecto pretende mejorar el proceso de tendido de tela que se lo realiza manualmente en los talleres artesanales, actualmente con este proceso manual, tender tres docenas se hace en cuatro horas, con el proyecto planteado que es la máquina tendedora de tela se quiere optimizar el tiempo de tendido a un cincuenta por ciento la misma cantidad, el producto pantalón frece lycra según normas técnicas de producción con el tendido manual tiene a perder de un tres a cinco por ciento de tela en cada tendido y con la máquina este margen de pérdida de tela se quiere mejorar en cada tendido y así a los medianos productores evitaren esta pérdida de materia prima, se realizó un estudio de cada taller artesanal que existe en Atuntaqui y se concluyó que todos utilizan una mesa estándar que tiene de medidas dos metros de ancho por seis metros de largo con esta investigación de campo se construirá sobre la mesa unas rieles que se acoplan a la mesa de corte, se tiene previsto diseñar un carrito que se mueva sobre la mesa en sentido horizontal con un eje que se encarga de transmitir el movimiento de traslación de toda la máquina.

La tendedora de tela va estar sobre la mesa de corte el cual se va emplear un sistema para el ingreso de datos y tener en cuenta las capas de tela que se va a tender, y sobre la superficie de la mesa el carrito que traslada el rollo de tela va a contar con cuatro ruedas de goma, con rodillos, cojinetes, poleas, chumaceras, motores, variador de frecuencia, finales de carrera, el sistema de control para la tendedora de tela es especial para rollos de 1.60 m hasta 1.80 m de ancho, diámetro del rollo de 0.6 m y peso máximo del rollo de 22 kg, se necesita una cuchilla para el corte de la

tela con una hendidura para poder cortar y no tener perdida de tela altura del tendido, cara arriba máximo de 0.27 m.

Para el desarrollo del proyecto de la máquina tendedora de tela, se toma en cuenta máquinas actuales que reflejan las características y ventajas de integrar en los procesos automatizados en la industria textil, para ello se recopila información general referente a otras máquinas existentes en el mercado tanto nacional como internacional de estas se estudió las mejores alternativas para crear el prototipo final.

El diseño y construcción de la máquina tendedora de tela a más de permitir a la industria textil automatizar una parte del taller que es el departamento de corte genera beneficios económicos futuros, debido al aumento en la producción y disminución de tiempo en el cual estamos implementado tiempo beneficio, también se realiza en base a las necesidades de los pequeños talleres artesanales de la ciudad de Atuntaqui.

1.7 Tendedora de tela

1.7.1 Tela poliéster o pique textil

Es una tela bastante liviana de fácil lavado que no se encoge ni se estira, tiene la facilidad de ser mezclado con otros tipos de hilo tales como el nylon, algodón, viscosa o rayón para dar origen a tejidos de mayor calidad.

1.7.2 Tela frece lycra

Es una fibra sintética que pertenece a la clasificación genérica de “elastano”. Nunca se usa sola, sino que se mezcla con otras fibras para obtener tejidos con una elasticidad única y que no se deforman. La fibra lycra hace que las prendas resulten cómodas que se sientan bien, conserven su forma, duren mucho y permitan moverse con toda libertad a quien las lleva.

Todo esto se consigue gracias a las propiedades excepcionales de esta fibra, que se puede estirar hasta siete veces su longitud y luego recupera su tamaño inicial al dejar de tensarla.

1.7.3 Tendido de tela

El tendido se hace colocando la tela a lo largo de la mesa, y cuando se llega al extremo de ésta se corta el tejido, y se gira el rollo sujetado por la varilla que lo soporta, para iniciar nuevamente el tendido desde ese extremo.

Con este sistema el derecho o revés de la tela siempre quedan en el mismo sentido, hacia arriba o hacia abajo, pero es preferible tender con el derecho de la tela hacia arriba, con el fin de poder controlar los defectos que se puedan presentar.

Este sistema permite disminuir los tiempos del tendido, pero tiene el inconveniente de que las columnas del tejido quedan con diferentes direcciones entre capa y capa.

1.7.4 Mecanización tela

Tendido de tela con maquinaria consiste en utilizar una persona para el trabajo en el cual será el operario que se encargue de ingresar los datos a la máquina para el respectivo tendido.

1.8 Requerimientos técnicos

1.8.1 Dimensión

Como se explicó anteriormente se hizo una investigación de campo el cual se concluyó que la mesa de trabajo para la tendedora de tela tiene como dimensiones: de largo 6 metros y de ancho 2 metros, de alto 0.90 metros por tal razón la máquina debe estar entre las siguientes dimensiones como máximo **Fig. 3**

Largo 6 m.

Ancho 2 m.

Altura 0.90m.



Fig. 3. Mesa de trabajo (Fuente: Confecciones B&C)

La máquina tendedora de tela podrá tender rollos de tela poliéster y frece lycra con un ancho de 1.60 m hasta 1.80 m.

TABLA I. TIPOS DE TELA

Tipos de tela	Dimensiones largo y diámetro (m)	Peso (kg)
Polyester	1 x 0.25	20
Frece lycra	1.5 x 0.24	22

1.8.2 Mantenimiento

Se debe establecer un adecuado plan de mantenimiento en el cual tiene que ser lo más sencillo de ejecutar para así garantizar la fiabilidad de la máquina en funcionamiento antes de que pueda producirse un accidente o avería por algún deterioro, que use grasas que se encuentren fácil en el mercado y no manchen la tela, que sea ergonómica, que no genere mucho ruido para que no tengo a futuro problemas el operario que se encargue de manejar.

1.8.3 Resumen de requerimiento

TABLA II. ESPECIFICACIONES PARA CORTE DE TELA

Personal involucrado en el manejo de la máquina	1 persona para el control del equipo, 1 persona para ubicar el rollo.
Altura máxima de tendido	0.27m
Peso máximo de la tela cargada	Como mínimo 18kg y máximo de 22kg
Materia prima diaria	Un rollo de tela
Tipo de tela a tender	Poliéster y frece lycra
Margen de error	+/- 0.03 m a +/-0.05 m
Espesor de tela	0.001 – 0.001 m

Capítulo II

Metodología

2.1 Introducción

Un aspecto importante son los parámetros bases en los que el diseñador se debe guiar para el desarrollo teórico y práctico del presente proyecto, entre ellos a partir de factores tales como la forma, características de la norma, costo y accesibilidad en el mercado local.

2.2 Especificaciones técnicas para el diseño de la máquina tendedora de tela

Las especificaciones técnicas para diseñar la máquina tendedora de tela son las siguientes:

1. Fuente de energía
2. Capacidad
3. Tiempo de proceso
4. Operación
5. Tamaño de la máquina
6. Materiales a utilizar
7. Seguridad
8. Ergonómica
9. Facilidad de operación
10. Mantenimiento
11. Costo de la máquina

2.2.1 Fuente de energía

La máquina va a funcionar mediante energía eléctrica a 110/220V, ya que ésta es la principal fuente de energía que existe en el norte del país, zona a la cual está destinada a utilizarse esta máquina.

2.2.2 Capacidad

La máquina debe tener la capacidad de tender 50 capas de tela en tiempo aproximado de 10 minutos.

2.2.3 Tiempo de proceso

Es el tiempo que la máquina toma para tender la tela una sobre otra de manera continua hasta obtener capas de tendido libre, sin arrugas y sin pérdida del 0.03 m al 0.05 m de tela.

2.2.4 Operación

El operario va realizar el ingreso de los datos cuantos tendidos desea que realice la máquina y también quien se encargue de pulsar el botón de emergencia por algún inconveniente que ocurra en la misma.

2.2.5 Tamaño de la máquina

Va tener un tamaño apropiado de manera que puede ser instalada en cualquier lugar y su peso es adecuado para que su traslado sea fácil, su medida será de alto 0.75 m, de ancho 2 m, y de largo 0.80 m.

2.2.6 Materiales para utilizar

Los materiales serán en su mayoría de asís 1020, donde se ubica el rollo de tela será de lona y el rodillo que este en contacto directo con la tela es tubo cubierto de esponja.

2.2.7 Seguridad

Es importante garantizar la seguridad física del operario por lo que las zonas riesgosas que puedan causar daños están fuera del alcance de cualquier extremidad del ser humano, con protecciones y además habrá un botón de parado de emergencia, el mismo que detiene totalmente el funcionamiento de la máquina, si algún problema se suscita en el proceso del tendido.

2.2.8 Ergonomía

La salud y bienestar es un aspecto fundamental que el trabajador necesita al momento de operar la máquina, por esa razón la misma va ser diseñada con las medidas antes expuestas en el capítulo

uno, en el cual el operario va tener una postura adecuada y posteriormente no tenga problemas físicos y por ende no sea abrumador.

2.2.9 Facilidad de operación

La máquina se diseñó para que cualquier persona o neófito pueda utilizar sin ningún problema además va a tener un manual de usuario el cual contiene información suficiente para que cualquier duda sea correctamente respondida.

2.2.10 Mantenimiento

De acuerdo al uso que se le dé a la máquina, ésta debe tener un mantenimiento semestral, el cual se indica cómo hacer en el manual de mantenimiento, para mantener en buen estado y funcionamiento de la maquina tendedora de tela.

2.2.11 Costo de la máquina

El costo de la máquina debe estar al alcance de los pequeños talleres artesanales de Atuntaqui el cual puedan adquirir no debe costar no más de 7 mil dólares, ya que es un precio favorable teniendo en cuenta que en la actualidad las máquinas actuales cuestan desde 45.000 a 65000 dólares americanos.

2.3 Observaciones de máquinas actuales

Durante el diseño y construcción del proyecto se plantearon tres modelos de los cuales aportaran ideas para la construcción del proyecto final a continuación se muestran las máquinas.

2.3.1 Observación del modelo de la máquina uno

Es una máquina donde presenta la parte de la estructura en su mayoría de material aluminio, requiere que un operario este permanentemente en control de la máquina, para ello a un costado existe un espacio específico para el usuario, la parte donde va ubicado el rollo de tela tiene unas bandas de plástico que se unen a los diez rodillos que la máquina dispone, en la sección de corte

lo compone una cuchilla que está adaptado un motor que se forma al final de la máquina la cual se encarga de cortar, esta máquina tiene sensores de precisión en los extremos para que su movimiento sobre la mesa sea precisa **Fig. 4**

2.3.1.1 Características técnicas

1. Anchos útiles de trabajo: 1.80, 2.00 y 2.20 m
2. Altura del tendido impar: 0.22 m
3. Altura tendido zigzag: 0.14 m
4. Altura libre arriba de la mesa de tendido: 0.33 m
5. Diámetro máximo del rollo: 0.60 m
6. Peso máximo del rollo: 100 kg
7. Peso de la tendedora 400 kg
8. Panel de control derecho o izquierdo
9. Tensión 230/400 v – Monofásico/Trifásico – 60 Hz – 7hp



Fig. 4. Máquina 1 (Fuente: cosmotex.net/es/máquina)

2.3.2 Observación del modelo de la máquina dos

Es una máquina que tiene una mayor fricción entre los componentes del sistema de avance debido a que su funcionamiento es con cadenas lo que la hace ruidosa por lo cual este sistema no se elige por el motivo que en la actualidad es poco utilizable, el tipo de construcción es muy flemático ya que las placas deben cortarse en forma de circunferencia los extremos y en formas rectangulares entre el centro de la placa, esto se hace con el fin de eliminar peso en la máquina ya que las placas son de acero el corte de la placa se debe realizar con una cortadora especial, puede ser la cortadora CNC o la cortadora TCI, esta máquina cortadora permite cortar la placa de 0.009 m, en nuestro país la empresa DIPAC posee la cortadora pero el costo es elevado y el tiempo de entrega es largo ya que esta empresa tiene una gran cantidad de pedidos **Fig. 5**

2.3.2.1 Características técnicas

1. Útil de la máquina: 2.40 a 3.50 m
2. Peso del rollo: 300 kg Rollo
3. Diámetro del rollo: 0.55m.
4. Altura del extendido con cortes en los extremos (max): 0.24m
5. Altura del tendido con zigzag con pinzas: 0.17m.
6. Tensión eléctrica: 1x220V 3x380V- 10hp
7. Cortadora automática y programable.
8. Software de control de la producción.
9. Extendido sin tensión con el software de almacenamiento de tensiones.
10. Enhebrado y rebobinado automático del tejido.
11. Orillado electrónico del tejido.
12. Subida de la cortadora automática mediante sensor y programador.

13. Chequeo automático de la máquina cuando se pone en marcha.
14. PLC y pantalla digital táctil con parámetros gráficos intuitivos.
15. Sensores de seguridad para los operarios con stop de emergencia.
16. Capacidad de extender cualquier tipo de tejido: tejido de punto tejido plano.
17. Aparato inversor de tejido para poder extender el mismo rollo cara arriba o cara abajo.



Fig. 5. Máquina 2 (Fuente: cosmotex.net/es/máquina)

2.3.4 Observación del modelo de la máquina tres

Es una máquina que en la parte de la estructura se basa su transmisión en base a poleas y llantas lo que le hace más suave y preciso el movimiento, la parte de la estructura de elevación posee un tornillo sin fin con motor al final esto le permite tener precisión al momento de subir y bajar donde se ubica el rollo de tela, es un sistema mucho más económico.

La parte de la estructura del sistema que sujeta la tela se da por un eje colocado sobre rodamientos que esto le hace muy fácil de operar, el sistema de corte tiene una guía de aluminio incluido un carrito adaptado la cuchilla que se activa mediante unos sensores al momento de detectar la tela **Fig. 6**

2.3.4.1 Características técnicas

1. Útil de la máquina: 120 cm Rollo o Tejido Relajado
2. Peso del rollo (max): 125 kg Rollo o Tejido Relajado
3. Diámetro del rollo: 60cm.
4. Altura del extendido con cortes en los extremos (max): 24cm.
5. Altura del extendido con zig zag con pinzas: 19cm.
6. Tensión eléctrica: 1x220V 3x380V.
7. Cortadora automática y programable.
8. Software de control de la producción.
9. Fácil carga de los rollos.
10. Orillado Mediante calandras.
11. Subida de la cortadora automática mediante sensor y programador.
12. Chequeo automático de la máquina cuando se pone en marcha.
13. Capacidad de extender tejido tubular en rollo o relajado.
14. Capacidad de extender dos marcadas a la vez.



Fig. 6. Máquina 3 (Fuente: cosmotex.net/es/máquina)

2.4 Análisis de las máquinas actuales

El análisis de las máquinas actuales permite conservar los componentes que mejor se desempeñan en cada prototipo juntando los mejores para obtener un modelo que represente la factibilidad necesaria para su construcción, para la selección del prototipo final se procede a realizar un análisis de los diversos sistemas que tiene la máquina en base a los estudios anteriormente y se califica a cada componente y característica que tiene el sistema como:

1. Automatización
2. Durabilidad
3. Funcionalidad
4. Nivel de ruido
5. Costo

Cada uno de los parámetros mencionados anteriormente se somete a una evaluación, para lo que se establece un rango de calificación desde 0 hasta 10, donde 0 es la calificación inferior y diez como calificación satisfactoria a continuación se presenta el análisis a realizarse:

2.4.1 Método de movimiento.

TABLA III. ANÁLISIS DEL MÉTODO DE MOVIMIENTO

Método de movimiento de las máquinas propuestas			
Características	M1	M2	M3
Automatización	10	10	10
Durabilidad	2	3	3
Funcionalidad	4	6	5
Nivel de ruido	3	1	7
Costo	5	5	10
Total %	24%	25%	35%

En el siguiente cuadro se observa que al realizar los análisis de los siguientes ítems se tiene como resultado que el sistema de movimiento de la máquina tres es la más recomendada con respecto a las otras, por la cual se toma en cuenta para el avance del proyecto.

2.4.2 Método de sujeción de la tela.

TABLA IV. ANÁLISIS DEL MÉTODO DE SUJECIÓN DE LA TELA

Método de sujeción tela de las máquinas propuestas			
Características	M1	M2	M3
Automatización	8	10	9
Durabilidad	3	5	5
Funcionalidad	6	3	4
Nivel de ruido	1	7	3
Costo	5	10	5
Total %	23%	35%	26%

En el siguiente cuadro se observa que al realizar los análisis de los siguientes ítems se tiene como resultado que el sistema de sujetar la tela de la máquina dos es la que mejor resultado da con respecto a las otras, por la cual se toma en cuenta para el avance del proyecto.

2.4.3 Método de corte.

TABLA V. ANÁLISIS DEL MÉTODO DE CORTE

Método de corte de las máquinas propuestas			
Características	M1	M2	M3
Automatización	10	7	8
Durabilidad	4	3	2
Funcionalidad	3	2	3
Si es ruidoso o no	3	0	1
Costo	10	3	2
Total %	30%	15%	16%

En el tercer cuadro se observa que al realizar los análisis de los siguientes ítems se tiene como resultado que el sistema de corte de la máquina uno es la que mejor resultado da con respecto a las otras por la cual se toma en cuenta para el avance del proyecto.

2.4.4 Resumen análisis

TABLA VI. RESUMEN DEL ANÁLISIS

Resumen del análisis				
Métodos de las maquinas propuestas	PM1	PM2	PM3	PR
Método de movimiento por bandas	24%	25%	35%	PM3
Método sujeción tela por rodillo	23%	35%	26%	PM2
Método de corte disco circular	30%	15%	16%	PM1
Total %	35%	35%	30%	100%

Una vez que se analizó las diferentes tres máquinas, se procede a seleccionar el prototipo final de acuerdo con las necesidades de la pequeña industria textil de Atuntaqui para ello se realiza un análisis detallado de los cuadros mencionados de lo cual se toma en cuenta los siguientes métodos:

1. Método de movimiento por bandas de la máquina tres.
2. Método de sujeción tela por rodillo de la máquina dos.
3. Método de corte disco circular de la máquina uno.

Para el Prototipo final se toma en cuenta las mejores partes de las máquinas analizadas que son indispensables para el funcionamiento y se escogió los métodos que más se ajustan a la necesidad de los productores.

2.5 Elementos que constituyen la tendedora.

2.5.1 Sistema de control

Las acciones externas al sistema se dividen en dos grupos, variables de control que se pueden manipular, y perturbaciones sobre las que no es posible ningún tipo de control, un sistema dinámico puede definirse conceptualmente como un ente que recibe unas acciones externas o

variables de entrada, y cuya respuesta a estas acciones externas son las denominadas variables de salida. [5]

El sistema de control es el encargado de recibir la señal y en coordinación con el subsistema de respuesta es el encargado de iniciar el ciclo del tendido de la tela el proceso inicia cuando el operador coloca el rollo de tela en la máquina y posteriormente el operario en el HMI ingresa los datos para que empiece el proceso.

2.5.1.2 PLC.

Es un equipo comúnmente utilizado en maquinarias industriales de fabricación de plástico, en máquinas de embalajes entre otras en fin, son posibles de encontrar en todas aquellas que necesitan controlar procesos secuenciales, se puede ingresar un programa en su disco de almacenamiento, y con un microprocesador integrado, corre el programa, se tiene que saber que hay infinidad de tipos de plc, los cuales tienen diferentes propiedades, que ayudan a facilitar ciertas tareas para las cuales se los diseñan.

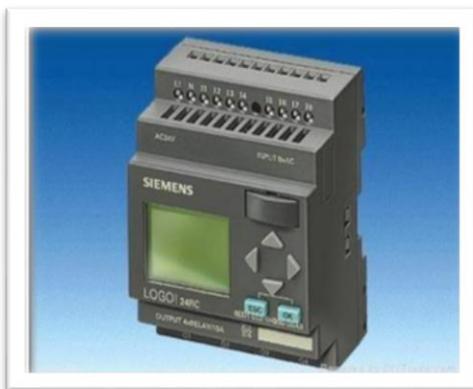


Fig. 7. Plc logo (Fuente: <http://www.siemenslogo.htm>)

Su tamaño pequeño, compacto y su bajo costo ofrece una gran potencia de procesamiento lo posicionan como el controlador ideal para reemplazar automatismos efectuados con aparatos o productos convencionales como temporizadores electrónicos, relés encapsulados, cableado rígido

y otros, obteniendo beneficios múltiples como por ejemplo la reducción de componentes, notable disminución del tamaño del gabinete, flexibilidad para futuras modificaciones o adaptaciones, calidad y seguridad del producto. [6]

2.5.1.2.1 Logo.

Es un controlador lógico programable, es un módulo universal creado por Siemens en el año de 1997 que incorpora.

- Controles
- Ciertas funciones básicas usuales en la práctica
- Determinadas entradas y salidas según el tipo del equipo
- Fuente de alimentación
- Interface para módulos de programa y cable de PC
- Interface para visualizador de textos (HMI) opcional
- Reloj temporizador
- Marcas digitales y analógicas
- Unidad de operación y visualización

2.5.1.2.2 Modelo seleccionado y características

El modelo seleccionado para esta aplicación es el logo 12/24RC a continuación se detallan sus características.

TABLA VII. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL LOGO 12/24 RC

Características	Logo 12/24V DC
Tensión de alimentación	12/24 V DC
Rango admisible	10,8 a 28,8 V DC
Protección contra inversión de polaridad	Sí

Consumo de corriente: 12 V DC	60 a 175 mA
24 V DC	40 a 100 mA
Reloj en tiempo real	Sí
Precisión del reloj en tiempo real	Típ. ± 2 s / día
Temperatura ambiente	0 a 55 C
Entradas digitales	8
Entradas analógicas	4
Salidas digitales	4
Tipo de salida	Relé
Aislamiento galvánico	Sí
Corriente permanente	Máx. 10 A por relé
Corriente de cierre	Máx. 30 A
Protección contra corto circuito	Requiere protección externa
Tensión de entrada L+: Señal 0 Señal1	< 5V DC > 8,5 V DC
Dimensiones (ancho x alto x prof)	72 x 90 x 55 mm

Fuente: Manual de producto logo de siemens

2.5.1.2.3 Plc allen bradley

El sistema de controlador lógico programable micro logix 1400 Boletín 1766 se basan en características fundamentales: ethernet/ip, edición en línea y un panel incorporado, estos controladores ofrecen mayor conteo de e/s, contador de alta velocidad más rápido, salida de tren de impulsos, capacidades de red con características mejoradas y luz de retroiluminación en el panel los controladores sin puntos de e/s analógicas incorporados proporcionan 32 puntos de E/S digitales, mientras que las versiones analógicas ofrecen 32 puntos de E/S digitales y 6 puntos de E/S analógicas puede ampliar todas las versiones con hasta siete módulos de expansión de E/S 1762 [7]

2.5.1.2.4 Características allen bradley

- El puerto ethernet proporciona capacidad de servidor web y de correo electrónico, así como soporte del protocolo DNP3.
- La lcd incorporada con luz de retroiluminación permite ver el estado del controlador y de las E/S, incorporada proporciona una interface simple para mensajes, monitoreo de bits/números enteros y manejo.
- Amplía las capacidades de la aplicación con el soporte para un máximo de siete módulos de E/S de expansión micro logix 1762 con 256 E/S discretas, hasta seis contadores de alta velocidad de 100 kHz incorporados (solo en controladores con entradas de cc).
- Dos puertos serie con soporte de los protocolos df1, dh-485, modbus rtu, dn3 y ascii 10 KB de palabras en la memoria de programas del usuario con 10 kb de palabras en la memoria de datos del usuario hasta 128 KB para registro de datos y 64 kb para recetas. [8]

2.5.1.2.5 Características Micro logix 1100

- Incluye un puerto ethernet/IP de 10/100 mbps incorporado para mensajería entre dispositivos similares.
- Proporciona una memoria de 8 kb (4 kb de programas de usuario con 4 kb de datos de usuario).
- Permite el acceso, el monitoreo y la programación desde cualquier conexión ethernet, admite la edición en línea
- Proporciona un servidor web incorporado que permite configurar los datos del controlador para que aparezcan como una página web
- Contiene un puerto combinado RS-232/RS-485 aislado para comunicación en serie y conectada en red

- Permite monitorear y modificar los datos del controlador a través de una pantalla LCD incorporada
- Compatible con módulos de E/S de expansión micro logix 1762 (hasta cuatro módulos por controlador)
- Admite un máximo de 144 puntos de E/S digitales [9]
- Viendo las necesidades que se va a utilizar en el proyecto se realizó una búsqueda de diferentes PLC con sus diferentes características para hacer una evaluación de la cual sería más conveniente utilizar y hemos concluido que para este proyecto se necesita como entradas ocho y de salidas cuatro digitales y por diferente tipo de precio y más económico y especificaciones utilizaremos el de la serie siemens ya q se tiene conocimientos en la programación ya q se estudió en las respectivas aulas.

TABLA VIII. ESPECIFICACIONES DE ENTRADAS

Especificaciones de entrada		
Descripción	Especificaciones	
Tipo	100/120VCA	24VCC
Rango de voltaje	79 a 132VCA mín 47 a 63 Hz	15 a 30 VCC
Voltaje de activación	79VCA mín 47VCA max	15VCC mín 24VCC nominal 26.4VCC máx 55°C (131°F) 30.0VCC máx 30°C (86°F)
Voltaje de desactivación	20 VCA	5VCC
Corriente de activación	5.0mA mín 79VCA 47Hz 12.0mA nominal 120vca 60Hz 16.0mA máx 132 VCA 63 Hz	2.5mA mín 15VCC 8.0mA nominal 24 VCC 12.0mA máx 30 VCC
Corriente de Desactivación	2.5mA máx	1.5mA máx
Impedancia nominal	12kohms 50Hz 10kohms 60hz	3kohms

Corriente de entrada máxima al momento del arranque	250 mA máx	No se aplica
---	------------	--------------

Fuente: Manual del Plc Allen Bradley

TABLA IX. ESPECIFICACIONES DE SALIDA

Especificaciones de salida			
Descripción	Especificaciones		
Tipo	Relé	Mosfet	Triac
Voltaje	5 a 264VCA 5 a 125 VCC	20.4 a 26.4 VCC	85 a 264 VCA
Corriente de carga máxima	Consulte la tabla de capacidades nom, de contactos de relé	1.0A por punto 55°C(131°F) 1.5 poe punto 30°C(86°F)	0.5A por punto
Corriente de carga minima	10.0mA	1mA	10mA
Corriente por controlador	1440VA	3A para L16BBB 6A para L32BBB	1440VA
Corriente por común	8.0A	3A para L16BBB 6A para L32BBB	2.5 A
Corriente máx de fuga por estado desactivado	0mA	1mA	2mA 132VCA 4,5mA 254VCA
Respuesta de desactivado a activado	10 ms máx	0.1ms	8.8ms 60Hz 10.6ms 50Hz
Respuesta de activado a desactivado	10 ms máx	1ms	11.0ms
Corriente de sobretensión por punto	No aplicable	3ª durante 10ms	10ª durante 25ms

Fuente: Manual del Plc Allen Bradley

2.5.1.3. HMI interfaz hombre máquina

La interfaz hombre máquina o HMI por sus siglas en inglés tiene como objetivo la interacción entre un humano y una máquina, es un dispositivo que permite la operación y el control de la máquina, y la retroalimentación de la misma que ayuda al operador en la toma de decisiones operativas, las interfaces de usuario proporcionan un medio de entrada, lo que permite a los usuarios manipular un sistema de salida permitiendo indicar los efectos de la manipulación de los usuarios.

Para la interfaz HMI se utilizó el logo *td* es un dispositivo adicional que permite visualizar y controlar los datos del sistema, incorpora cuatro teclas de función programables, también dispone de cuatro teclas de cursor una tecla *esc* y una tecla *ok*, el controlador utiliza el protocolo de comunicación *rs-485*. [10] **Fig. 8**

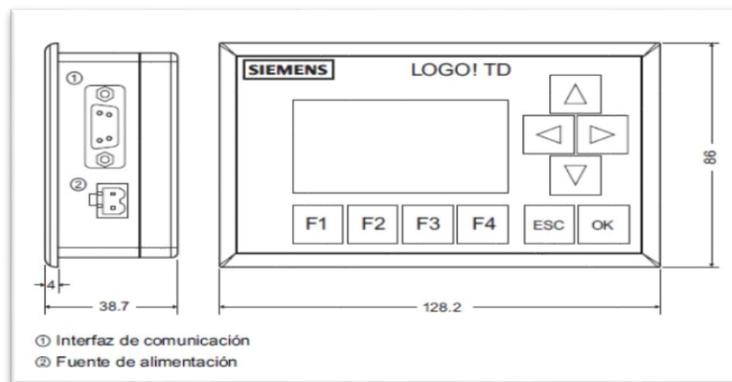


Fig. 8. Estructura del HMI logo (Fuente: Manual de producto logo de siemens)

Entre las características generales se puede mencionar las siguientes:

- Fuente de alimentación externa con 12/24 V DC.
- Protocolo de comunicación RS – 485 con el controlador logo
- Tiene 6 botones estándar del módulo básico de logo más 4 teclas de función como entradas adicionales.

- Display retro iluminado de 4 líneas y de 32 caracteres por línea.
- Retroiluminación automática de la pantalla ante determinados mensajes/gráficos.
- Sencilla funcionalidad de gráfico de barras.
- Dimensiones de 128,2 x 86 x 38,7

2.5.1.4 Comunicaciones

Los primeros PLC sólo se comunicaban con el terminal de programación para las tareas de programación y verificación de programas. con el tiempo los terminales de programación se han ido sustituyendo por ordenadores tipo PC que permiten más facilidad de programación y control del autómeta, al hablar de redes locales nos referimos, no obstante, a las comunicaciones entre diferentes PLC, dispositivos de automatización industrial y en algunos casos con ordenadores se llega a redes más sofisticadas en las cuales el autómeta participa en una red de comunicaciones informáticas.

2.5.1.5 Variador de frecuencia.

Los variadores de frecuencia, pueden variar la velocidad de un motor de inducción AC y producir torque constante en todo el rango de velocidad, los variadores de frecuencia están diseñados para compensar fluctuaciones electromagnéticas en el estator mediante la reducción de voltaje cuando se varía la frecuencia.

Internamente se componen por circuitos moduladores de ancho de pulso capaces de producir cualquier frecuencia a cualquier voltaje dentro de los límites físicos de los componentes, generando señales pwm12, las cuales al estar conectadas a un motor que es una carga inductiva suavizan los pulsos produciéndose así una señal muy parecida a una senoide **Fig. 9**

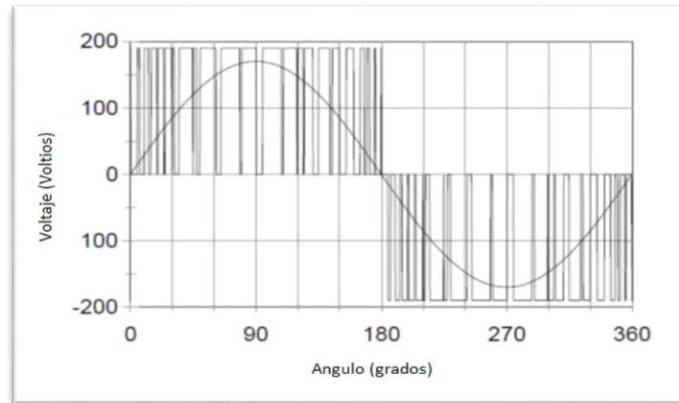


Fig. 9. Formas de onda variador de frecuencia (Fuente: Hackworth y hackworth 2004)

La mayoría de los variadores de frecuencia también proporcionan una gran cantidad de características que hacen el sistema versátil y proporcionan una protección para el motor que está siendo controlado, estos incluyen características tales como control de sobre corrientes, disparo automático de sobrecarga ajustable, la rampa de velocidad, la configuración de rampa, rotación de control de dirección y de frenado, algunos variadores de frecuencia tienen la capacidad de operar de una línea monofásica mientras que proporciona tres fases de alimentación al motor, para la selección de un variador de frecuencia, por lo general sólo requiere conocer la tensión de la línea, voltaje nominal entrada y potencia del motor **Fig. 10**

Entre las características generales se puede mencionar las siguientes:

- Tensión de Alimentación monofásica: 200-240 V
- Control Escalar (V/F) y Vectorial (VFW)
- Capacidad de Sobrecarga: 150% de la corriente durante 60 seg.
- Temperatura Ambiente: -10 hasta 50 °c (14 hasta 122 °F)
- Grado de protección IP20
- HMI incorporada (Indica hasta 2 parámetros al mismo tiempo)
- Software plc disponible como estándar en el producto

- Módulos Plug-in: I/Os, USB, Bluetooth®, Infrarrojo y redes de comunicación fieldbus
- Protocolos de comunicación: modbus RTU (RS-485)
- WLP y Superdrive G2 - Software libre



Fig. 10. Variador de frecuencia siemens (Fuente: catalogo siemens)

Capítulo III

Diseño del sistema

3.1 Introducción

Está conformado por diferentes partes y sistemas los cuales son analizados a continuación:

- Estructura de la máquina
- Motor
- Bandas
- Poleas
- Eje
- Rodamiento
- Chumacera

3.2 Estructura de la máquina

Para el análisis y cálculo de las diferentes partes de la estructura de la máquina se la divide en:

Fig.

1. Zona donde va el rollo de tela
2. Zona contenedora del motor
3. Base de la máquina

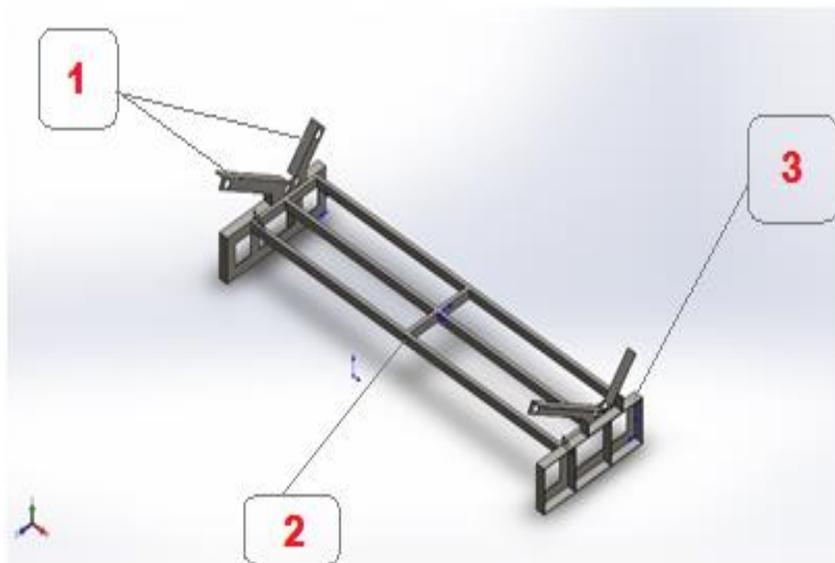


Fig. 11. Estructura de la máquina

3.2.1 Cálculo de esfuerzos en los elementos de la estructura

Los siguientes cálculos van a se desarrolla por el método de esfuerzos máximos, el cual se llama así porque relaciona las pendientes y las deflexiones desconocidas con la carga aplicada sobre la estructura [11] *figura 12*

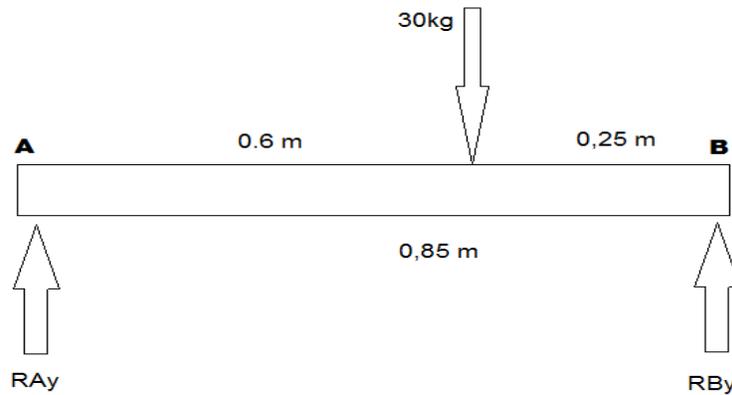


Fig. 12. Viga lateral

$$\sum MB = 0$$

$$RBy(0,85m) - 30(0,60m) = 0$$

$$RBy = \frac{18}{0,85} = 21,17 \text{ kg}$$

$$\sum Ay = 0$$

$$RAy + RBy - 30 = 0$$

$$Ray = 30 - 21,17$$

$$Ray = 8,82 \text{ kg}$$

Para realizar el cálculo se toma el peso máximo de 30kg, el cual se divide para los rodillos en contacto y tomando en cuenta que es un peso uniforme, se encuentra el peso que soporta el rodillo

figura 13

$$Prodillo = \frac{30 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}}{8}$$

por carga uniforme.

$$Prodillo = 36.75 \text{ N}$$

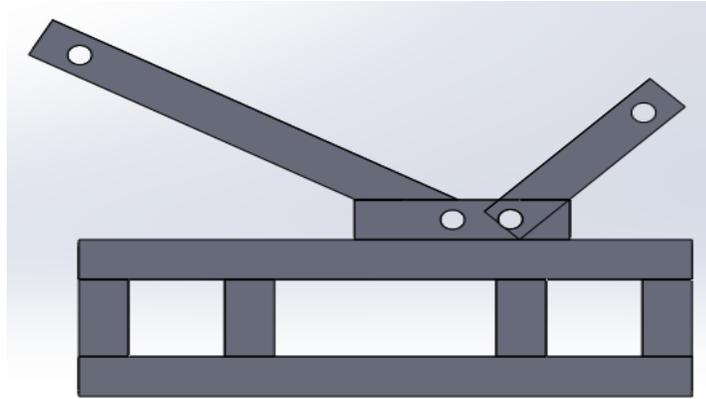


Fig. 13. Soporte tela

3.2.2 Cálculo de reacciones y momentos en el rodillo

3.2.2.1 Cálculos de las reacciones

$$\sum f_y = 0 = 36.75 \frac{\text{N}}{\text{m}} \times (1\text{m}) - R_{rd} + R_{rd'}$$

$$R_{rd} = R_{rd'}$$

$$\sum f_y = 0 = 36.75 - 2R_{rd} \quad R_A = R_{A'} = 18.38$$

3.2.2.2 Cortantes

$$V = R_A = 18.38 \text{ N}$$

3.2.2.3 Momentos flectores

$$M_1 = 18.38 \times 0.055 = 1.01 \text{ Nm}$$

$$M_2 = \frac{1}{2} \times 18.38(0.5) = 4.59 \text{ Nm}$$

$$M_t = 5.6 \text{ Nm}$$

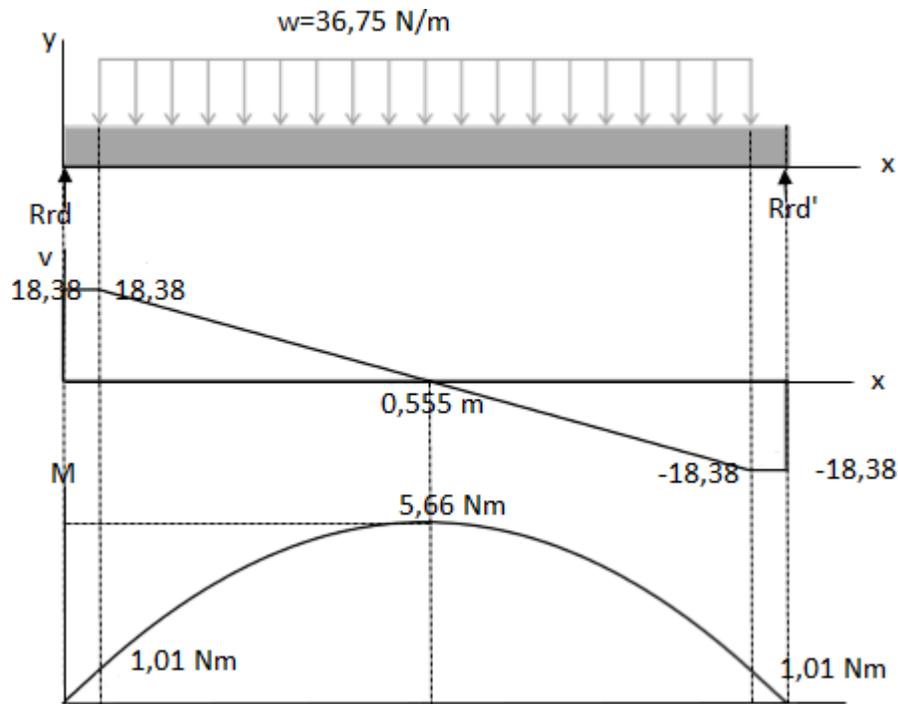


Fig. 14. Diagrama de cortes y momentos de rodillos

3.2.2.4 Factor de seguridad

$$\sigma_{\max} = M_{\max} * \frac{C}{I}$$

Donde $I = \pi \frac{(D^4 - d^4)}{64}$ Barra circular

$$= \pi \frac{(31,71^4 - 30,65^4) \text{ mm}}{64} = 6561,77 \text{ mm}^4$$

$$C = \frac{D}{2} = 31,71 / 2$$

$$= 15,875 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\max} = 5,6 \text{ N} * 15,875 \text{ mm} * 10^3 \text{ mm} = 13,55 \text{ N/mm}^2$$

con $S_y = 228 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ (ASTM - A500)

Esfuerzo constante, según shigley la fórmula del esfuerzo constante máximo para una viga con pared delgada es:

$$T_{XY} = \frac{2V}{A} \quad \text{Donde:}$$

V = Fuerza cortante

A = área de la selección transversal. $A = \pi (D^2 - d^2)/4$

$$A = \pi (31,75^2 - 30,65^2)/4 = 53,91 \text{ mm}^2$$

Remplazando:

$$\begin{aligned} T_{XY} &= \frac{2 * 18,38N}{53,91\text{mm}^2} \\ &= 0,68 \frac{N}{\text{mm}^2} \end{aligned}$$

3.2.2.5 Teoría de von misses

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau^2} \quad ; \quad \sigma_{xy} = 0$$

$$\sigma_i = (\sigma_x^2 + 3\tau^2)^{1/2}$$

$$\sigma_i = (13,55^2 + 3 * 0,68^2)^{1/2}$$

$$\sigma_i = 13,60 \left(\frac{N}{\text{mm}^2} \right)$$

Entonces:

$$\sigma_i = \frac{S_y}{f_s}$$

$$f_s = \frac{228}{13,6}$$

$$= 16,76$$

Una vez que se realiza los cálculos se puede estar seguro que el rodillo establecido de tubo redondo estructural de $1\frac{1}{4}$ pulgadas soporta la carga máxima.

3.2.3 Carga y momento de soporte lateral

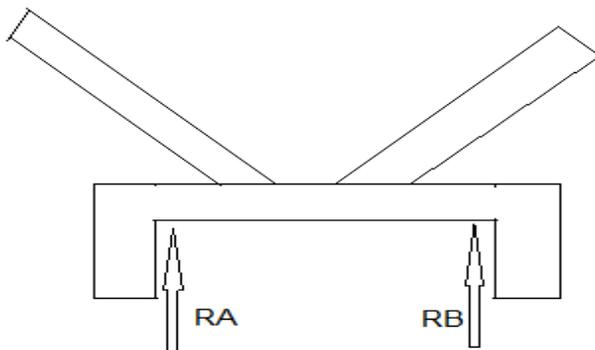


Fig. 15. Representación de peso en la estructura

Cada rodillo pesa alrededor de 1 kg cada uno, en total para soportar la tela son 4 rodillos así que el peso total de los rodillos es 4 kg, la tela tiene un peso máximo de 30kg **Fig. 15**

$$P \text{ total} = \text{Peso rodillo} + \text{Peso tela}$$

$$P \text{ total} = 4\text{kg} + 30\text{kg}$$

$$P \text{ total} = 34\text{kg}$$

Como es una carga uniforme el peso será dividido por los cuatro soportes.

$$R_a = R_b = \frac{34\text{kg}}{4\text{kg}} = 8,5 \text{ Kg} = 83.3 \text{ N}$$

Una vez que se tiene las reacciones procedemos a calcular las fuerzas de la estructura restante

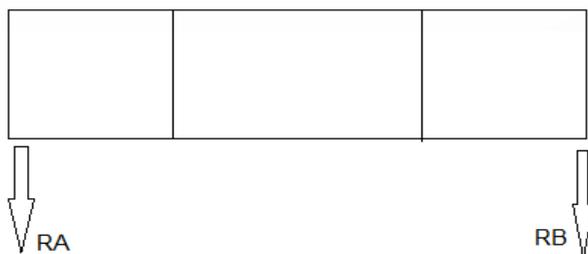


Fig. 16. Fuerza que interviene en la estructura

En un análisis estructural de cualquier estructura altamente indeterminada para ese caso incluso una estructura estáticamente determinada, se puede simplificar siempre que aquellas estructuras sean simétricas y que soportan cargas simétricas o anti simétricas en un sentido general, una

estructura puede ser clasificada como simétrica siempre que la mitad de ésta desarrolle la misma carga interna y deflexiones que las de su imagen reflejada espejo respecto a su eje central.

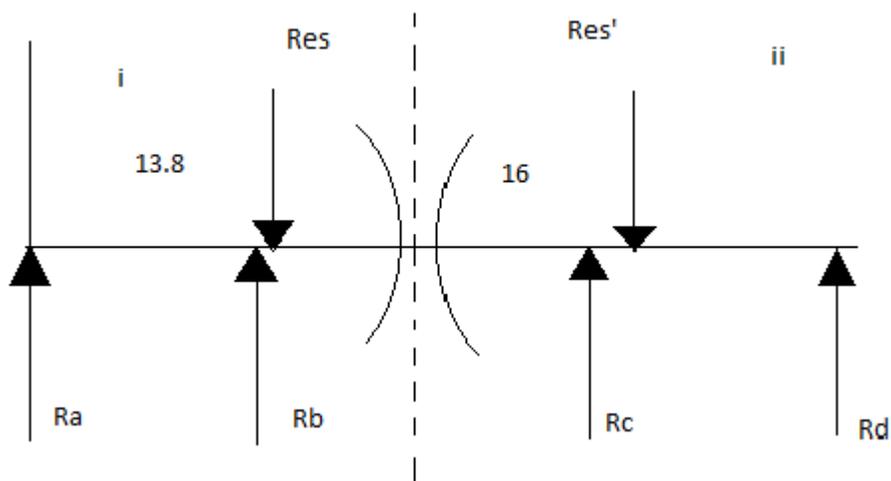


Fig. 17. Diagrama de fuerzas estructural lateral

Como se muestra en la figura 3.6, las reacciones R_B y R_C tienen una mínima distancia con la fuerza aplicada, por tal motivo se puede dividir en dos partes para su estudio.

3.2.3.1 Cálculo de reacciones en i.

$$\sum F_y = 0$$

$$R_A + R_B = R_{es}$$

$$R_A + R_B = 83,3 \text{ N}$$

$$\sum M_{RA} = 0$$

$$13,43 * R_B = 13,8 * R_{es}$$

$$13,43 * R_B = 13,8 * 83,3$$

Remplazando se tiene:

$$R_A = 83,3 - 100,7 = -17,4$$

Como es negativa la dirección de R_A es contraria a la que se supuso, quedando de esta manera.



3.2.3.2 Calculo de reacción en ii

$$\sum F_y = 0$$

$$R_C + R_D = R_{es}'$$

$$R_C + R_D = 83,3 \text{ N}$$

$$\sum M_{RA} = 0$$

$$13,43 * R_C = 10,49 * R_{es}$$

$$13,43 * R_B = 10,49 * 83,3$$

$$R_C = 65 \text{ N}$$

Remplazando se tiene:

$$R_D = 83,3 - 65 = 18,3 \text{ N}$$

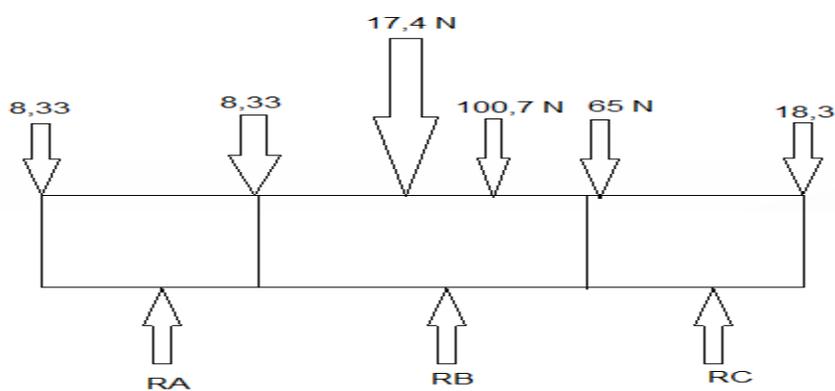


Fig. 18. Distribución de fuerzas



Fig. 19. Distribución de fuerzas

3.2.3.3 Reacción en los soportes:

$$R_A = 8,33 + 17,4 = 25,75 \text{ N}$$

$$R_B = 18,3 + 65 = 83,3 \text{ N}$$

$$R_C = 18,3 + 25,73 - 8,33 - 8,33 + 65 - 100,7 - 17,4 - 18,3 = 44,03 \text{ N}$$

En la **figura 20** se puede observar el cortante y momento máximo $V = 112,23$

$$M_{\max} = 18,20$$

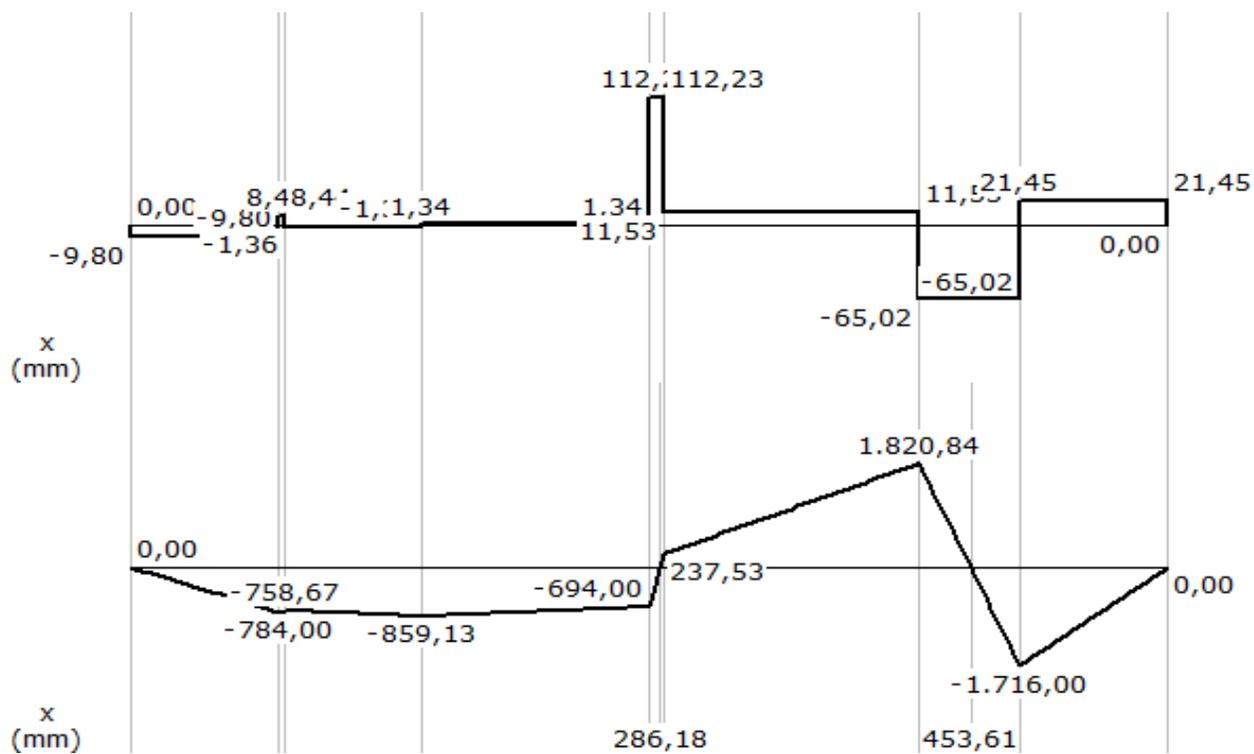


Fig. 20. Diagrama de cortes y momentos de la estructura

3.2.3.4 Factor de seguridad

$$\sigma_{\max} = M_{\max} * \frac{C}{I}$$

$$I = 10900 \text{ mm}^2 \quad (\text{En tablas tubo rectangular})$$

$$C = \frac{H}{2} = \frac{40}{2} = 20$$

$$\sigma_{\max} = \frac{184,084 \text{ Ncm} * 20 \text{ mm} * 10 \text{ mm}}{10900 \text{ mm}^4} = 3,34 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Con:

$$S_y = 269 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (\text{ASTM - A500})$$

Esfuerzo cortante:

$$T_{XY} = \frac{2V}{A}$$

Donde:

V = fuerza cortante.

Q = primer momento con respecto al eje central el área de la sección transversal. I = momento de inercia.

b = espesor del perfil donde se calcula el esfuerzo.

$$Q = 2b (H-b) (a-b)$$

$$Q = 2 * 1,5 (40-1,5)(20-1,5)$$

$$Q = 2136,75 \text{ mm}^3$$

Reemplazando se tiene:

$$\tau_{xy} = 112,234 \text{ N} * 2136,75 \text{ mm}^3 = 14,67 \text{ N/mm}^2$$

$$10900 \text{ mm}^4 * 1,5 \text{ mm}$$

3.2.3.5 Teoría de Von Mises

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma^2 - \sigma\sigma + \sigma^2 + 3t^2} ; \sigma = 0$$

$$\sigma_i = (\sigma^2 + 3\tau^2)^{1/2}$$

$$\sigma_i = (3.342 + 3*14.672)^{1/2}$$

$$\sigma_i = 25.63 \text{ (N / mm}^2\text{)}$$

$$\text{Entonces: } \sigma_i = \frac{Sy}{fs}$$

$$fs = 269/25.63 = 10.50$$

Que afirmado que el elemento escogido para la construcción de la estructura soportara con facilidad la carga máxima.

3.3 Análisis de la estructura mediante solidworks

Por medio de este software se puede analizar el comportamiento de la estructura mediante la colocación de fuerzas a las que van a hacer sometidas.

En la siguiente figura observa la carga uniforme y su desplazamiento estático

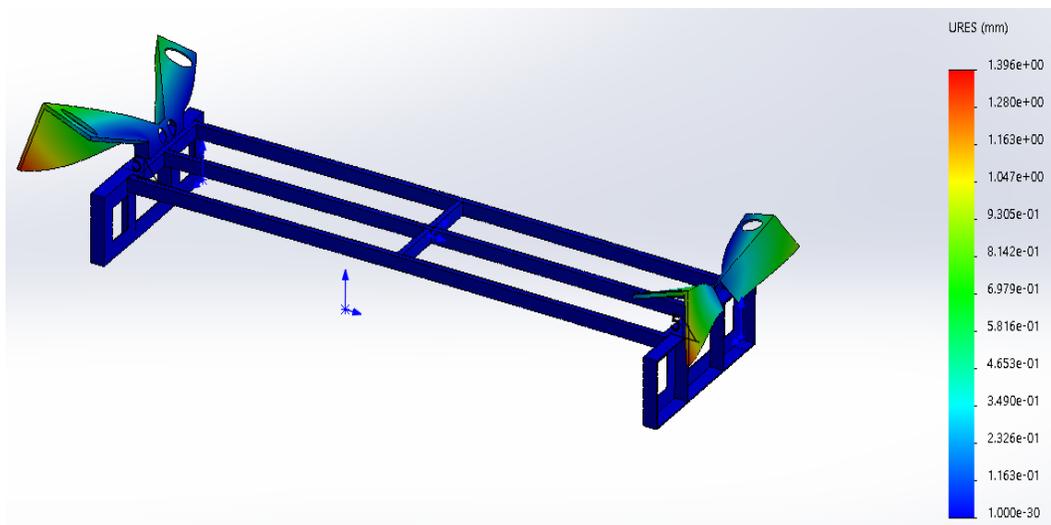


Fig. 21. Diagrama estático de la estructura

En la **Fig.21** se observa que el desplazamiento máximo que podría ocurrir en la estructura en condiciones extremas es de 1.720 mm por lo tanto ya que estos valores son casi nulos se concluye que el diseño es seguro y soporta cargas sin ningún problema.

A continuación, se muestra el análisis del factor de seguridad

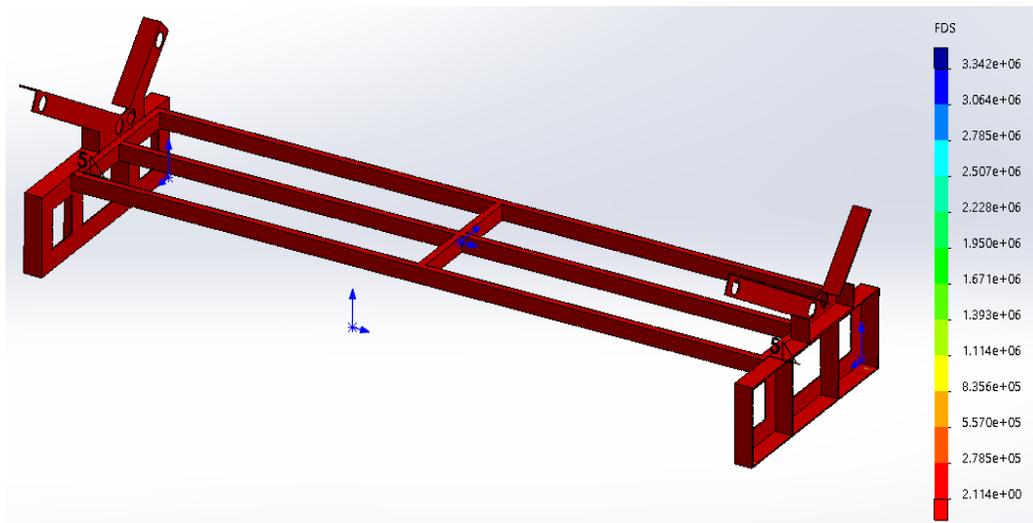


Fig. 22. Factor de seguridad de la estructura

Se observa en la **Fig. 22** que el factor de seguridad mínimo es de 2.1 así que podrá resistir las cargas fácilmente y la máquina tendrá mucha estabilidad.

Curva de convergencia, con respecto al valor calculado.

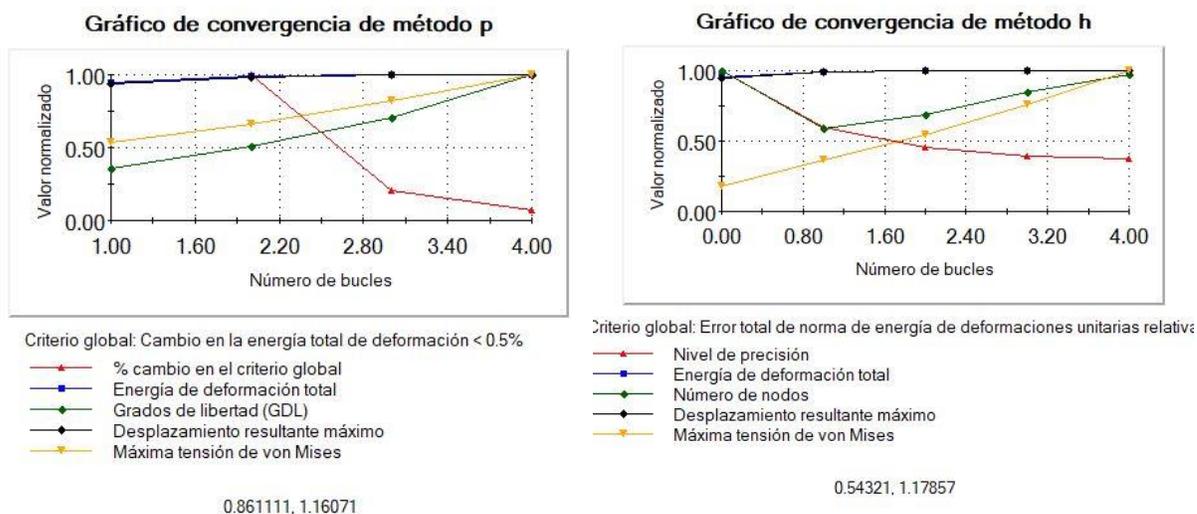


Fig. 23. Curva de convergencia

3.4 Diseño del Sistema Mecánico

Una vez realizado el análisis estático de la estructura y comprobado en el programa solidworks se procede a diseñar los demás elementos el cual conforman parte de la máquina tendedora de tela.

3.4.1 Cálculo de la potencia del motor

Para calcular la potencia del motor es necesario determinar la cantidad de inercia que debe vencer para que este produzca el momento adecuado y por ende el eje y el peso de la tela, logrando así el correcto funcionamiento del sistema de avance.

3.4.1.1 La potencia del motor viene dada por:

$$\text{Pot} = M \cdot w \quad (\text{Ec1.1})$$

Donde:

$$M = \text{Momento} \quad (\text{Ec1.2})$$

$w =$ velocidad angular de eje

Para calcular M se utiliza la siguiente ecuación:

$$M = \Sigma I \cdot n \quad (\text{Ec1.3})$$

Donde:

$\Sigma I =$ la suma total de Inercia de todos los elementos del sistema

$$\Sigma I = I_{\text{eje}} + I_{\text{tela}} + I_{\text{polea}} + I_{\text{platina posterior base}} \quad (\text{Ec1.4})$$

$n =$ aceleración angular

Para determinar la aceleración angular se utiliza la siguiente:

$$\text{Ecuación: } n = w / t \quad (\text{Ec1.5})$$

donde $t = 1,5 \text{ s}$ y es el tiempo que necesita un motor para estabilizarse.

$$\begin{aligned} n &= (241,49 \text{ rad/s}) / 1,5 \text{ s} \\ &= 160,99 \text{ rad/s}^2 \end{aligned}$$

Se calcula la inercia de la I platina basé, porque es en es donde va estar ubicado el sistema de movimiento.

Antes de calcular la inercia de los cuatro elementos primero calcularemos el valor de sus respectivas masas.

$$m_{\text{meje}} = \pi * r^2 * L * \rho_{\text{acero AISI 1018}} \quad (\text{Ec1.6})$$

$$m_{\text{meje}} = \pi * (0,015875\text{m})^2 * 2,26\text{m} * (7800 \text{ Kg/m}^3)$$

$$m_{\text{meje}} = 13,96 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{tela}} = 22\text{Kg}$$

$$m_{\text{polea}} = \pi * r^2 * L * \rho_{\text{aluminio}}$$

$$m_{\text{polea}} = \pi * (0,0381\text{m})^2 * 0,02\text{m} * (2636 \text{ Kg/m}^3)$$

$$m_{\text{polea}} = 0,24\text{Kg}$$

$$m_{\text{platinabase}} = L * A * E * \rho_{\text{acero ASTM A36}} \quad (\text{Ec1.7})$$

donde:

L=largo;

A= ancho;

E= espesor

$$m_{\text{platinabase}} = 2,26\text{m} * 0,1\text{m} * 0,006\text{m} * 7850\text{Kg/m}^3$$

$$m_{\text{platinabase}} = 10,64\text{Kg}$$

3.4.1.2 Calculo de los momentos de inercia:

$$I_{\text{meje}} = (m_{\text{meje}} * r^2) / 2 \quad (\text{Ec1.8})$$

$$I_{\text{meje}} = (13,96\text{Kg} * (0,015875\text{m})^2) / 2$$

$$I_{\text{meje}} = 0.00176 \text{ Kg*m}^2$$

$$I_{\text{tela}} = (m_{\text{tela}} * r^2) / 2 = (22\text{Kg} * (0,0381\text{m})^2) / 2$$

$$= 0.0015 \text{ Kg}\cdot\text{m}^2$$

$$I_{\text{polea}} = (m_{\text{polea}} \cdot r^2) / 2 = (0,24 \text{ Kg} \cdot (0,0381\text{m})^2) / 2$$

$$I_{\text{polea}} = 0,00017 \text{ Kg}\cdot\text{m}^2$$

$$I_{\text{platina posterior base del molde}} = (m_{\text{platina posterior del molde}} \cdot A^2) / 12 \quad (\text{Ec1.9})$$

$$I_{\text{platina posterior del molde}} = (10,64\text{Kg}\cdot(0,1\text{m})^2) / 12$$

$$I_{\text{platina}} = 0,0088 \text{ Kg}\cdot\text{m}^2$$

Reemplazando valores en la Ec1.4 se tiene

$$\Sigma I = 0.01223 \text{ Kg}\cdot\text{m}^2$$

Reemplazando valores en la Ec1.3 se tiene

$$M = 1,9689 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Reemplazando valores en la Ec1.1 se tiene

$$\text{Pot} = 1,9689\text{N}\cdot\text{m} (241,49\text{rad/s}) = 475.46 \text{ W} = 0,64\text{Hp}$$

Para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema mecánico de traslación se selecciona un motor trifásico de 1 Hp de catálogo. Este motor puede operar con voltaje de 220 Voltios [12]

3.4.2 Sistema de transmisión de potencia por bandas.

Las bandas están entre los principales tipos de elementos flexibles para transmisión de potencia, en general se aplican las transmisiones por banda cuando las velocidades de rotación son relativamente altas. Un tipo de banda muy usado en transmisiones de potencia es el accionamiento con bandas en V. La forma en V hace que la banda se acúñe firmemente en la ranura, lo que incrementa la fricción y permite la transmisión de grandes pares torsionales sin que exista deslizamiento.

En nuestro caso particular utilizaremos la transmisión de potencia por bandas por lo descrito anteriormente. En esta sección se diseña la longitud de la banda y el diámetro de las poleas en base a las características del motor.

3.4.2.1 Características del motor

Potencia= 1Hp

Velocidad= 1730 rpm = n1

$P_d = \text{potencia de diseño} = f * P_m$ (Ec. 1.20)

donde:

f = factor de servicio de sobrecarga =1

$p_m = \text{potencia del motor} = 1\text{Hp}$ por lo tanto:

$P_d = 1\text{Hp}$ [13]. [14]

3.4.2.2 Características de la velocidad

Velocidad= 2307 rpm=n2

3.4.2.3 Determinación de las dimensiones de las poleas

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1730}{2307} = 0.753 \quad (\text{Ec 1.21})$$

D1= diámetro de la polea motriz = polea mayor

D2= diámetro de la polea conducida = polea menor

Si D2= 3in, entonces:

En resumen, las dimensiones de las poleas son las siguientes:

D1= 4in y D2= 3in.

$$D_1 = \frac{D_2}{0,75} = 4in$$

Una vez que se conoce las especificaciones del motor y se selecciona los diámetros de las poleas, procedemos a seleccionar la banda que se acople a nuestro diseño. La banda escogida es una de sección A tal como se muestra en la Tabla A: Secciones de bandas en V estándar del Anexo1.

Para continuar con el diseño se debe tomar un valor arbitrario de C pero que cumpla con el siguiente enunciado:

El intervalo de distancias nominales entre centros debe ser

$$D_2 < C < 3(D_1 + D_2) \quad (\text{Ec1.22})$$

C= Distancia entre los centros de las poleas, (si se reduce C la calidad de transmisión de potencia aumenta.)

$$3\text{in} < C < 3(4\text{in} + 3\text{in})$$

$3\text{in} < C < 21\text{in}$ o $C < 533.4\text{mm}$ por tanto vamos asignarle a C un valor de 10in (254mm) para de esta manera poder calcular la longitud de la banda.

3.4.2.4 Cálculo de la longitud de la banda

La longitud de la banda se obtiene de resolver la siguiente ecuación tomada del libro de Norton R. página 270:

$$L = 2C + 1.57(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 + D_1)^2}{4C} \quad (\text{Ec1.23})$$

Reemplazando valores se tiene:

$$L = 2(254\text{mm}) + 1.57(101.6\text{mm} + 76.2\text{mm}) + \frac{(101.6\text{mm} + 76.2\text{mm})^2}{4(254\text{mm})}$$

$$L = 787.171\text{mm}$$

$$= 30,99\text{ in}$$

De la tabla B: Circunferencias interiores de bandas en V estándar (Anexo 2) seleccionamos provisionalmente la circunferencia que más se aproxime al valor que obtuvimos, por lo tanto, se selecciona una banda en V A31.

Al valor de la longitud de la banda se debe sumar 1.3 que es la dimensión de conversión de la banda Tabla C (Anexo 3) para obtener la longitud de paso de la misma:

$$L_p = L + 1.3$$

$$= 31\text{in} + 1.3\text{in}$$

$$= 32.3\text{in} \quad (\text{Ec1.24})$$

Luego de este análisis, la selección final para la transmisión de potencia es una banda en V A33.

3.4.2.5 Cálculo de la velocidad de la banda

La relación de velocidades de las poleas motriz y conducida es inversamente proporcional a la relación de los diámetros de paso, esto es consecuencia de la observación de que allí no existe deslizamiento (bajo cargas normales). Así la velocidad lineal de la línea de paso en ambas poleas es igual a la velocidad de la banda V_b . Entonces:

$$V_b = \frac{\pi D_1 n_1}{12} \text{ (pies/min)} \quad (\text{Ec1.25})$$

Reemplazando valores tenemos:

$$V_b = 0.2718 \cdot 4 \cdot 1730$$

$$= 1811.65 \text{ pies/min}$$

$$= 9.20 \text{ m/s}$$

3.4.2.6 Cálculo de la diferencia de fuerzas en el lado tenso y flojo en la geometría de la transmisión por bandas

$$F_b = \text{Fuerza generada por la banda} \quad (\text{Ec1.26})$$

$$P_d = (F_1 - F_2)V_b$$

Dónde:

$$P_d = \text{Potencia de diseño} = 1\text{Hp}$$

$$= 746 \text{ w}$$

$$(F_1 - F_2) = \frac{P_d}{V_b} = \frac{746}{9.20} = 81.08 \text{ N}$$

Para fines de diseño se supone que $F_1/F_2=3$ para un Angulo de contacto de 180° entonces se

$$3F_2 = F_2 + 81.08 \quad (\text{Ec1.27})$$

$$3F_2 - F_2 = 81.08$$

$$F_2 = \frac{81.08}{2}$$

$$F_2 = 40.54 \text{ N}$$

$$F_1 = 81.08 \text{ N} + 40.54 \text{ N}$$

$$F_1 = 121.62 \text{ N}$$

tiene que:

Por lo tanto, la fuerza que ejerce la banda sobre el eje es:

$$(F_1 + F_2) = 121.62 \text{ N} + 40.54 \text{ N} \quad (\text{Ec1.28})$$

$$= 162.16 \text{ N} = F_b$$

3.4.2.7 Diseño del eje de soporte de la rueda.

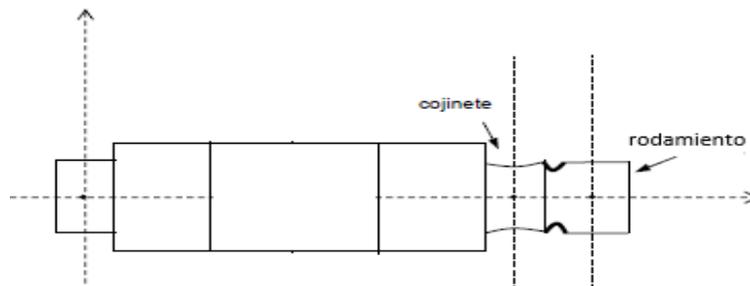


Fig. 24. Eje rueda

Cálculo del diámetro del eje aplicando la siguiente fórmula:

$$d = \left[\frac{32n}{\pi S_y} (M^2 + T^2)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (\text{Ec1.29})$$

[15]

$n = 1,8$ factor de seguridad tabla

$S_y = 66 \text{ kpsi}$ (fluencia) Acero A - 36

$S_e = 20 \text{ kpsi}$ (fatiga)

M: momento flexionaste

T: momento torsor

W: rpm = 55rpm

$$T = \frac{63.000H}{W} \quad (\text{Ec1.30})$$

$$H = \frac{F.V}{33.000} \quad (\text{Ec1.31})$$

Velocidad de la máquina requerimiento 0.5 (m/s)

$$98,4 \frac{\text{pie}}{\text{min}}$$

$$\begin{aligned} \sum M_0 = 0 \quad 2 * 30 + 5 * 84 &= 4R_B \\ 60 + 420 &= 4R_B \Rightarrow R_B = 120 \text{ (LB)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_0 = 0 \quad 4R_o + 1,84 &= 2 * 30 \\ 4R_o &= 60 - 84 \Rightarrow R_o \cong 6 \text{ (lb)} \end{aligned}$$

$$M_A = 2 * 6 = 12 \text{ (lb pul)}$$

$$M_B = 6 * 4 + 30 * 2 = 24 + 60 = 84 \text{ (lb pul)}$$

Reemplazo en la (Ec1.29)

$$d = \left[\frac{32 * 1,8}{3.14.16 * 66 * 10^3} (84^2 + 286,4^2)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d = (2,78 * 10^{-4} * 298,5)^{\frac{1}{3}}$$

$$d = (0,0829)^{\frac{1}{3}}$$

$$d = 0,436 \text{ (pulg)}$$

d= diámetro recomendado es de 0,5 in recomendado.

Al tomar en cuenta en este diseño la fatiga del eje se tiene:

$$d = \left(\frac{32Mn}{\pi S_e} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$d = \left(\frac{32 * 84 * 1,8}{3,14 * 20 * 10^3} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$d = (0,077)^{\frac{1}{3}}$$

$$d = 0,425 \text{ pulg}$$

Por eso al seleccionar un eje de 0.5 in se cubre los esfuerzos de torsión, flexión y fatiga.

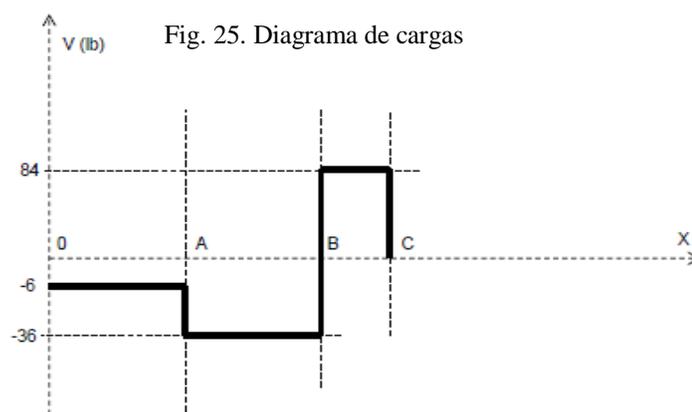
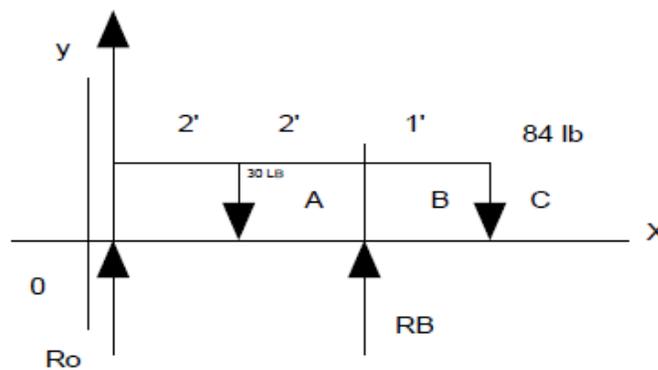


Fig. 26. Diagrama cortante

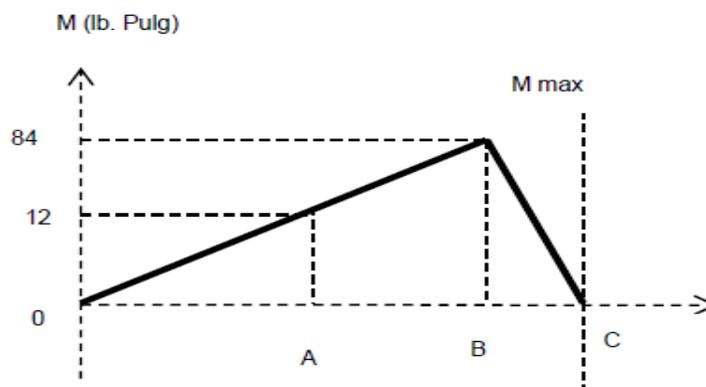


Fig. 27. Diagrama momento

3.4.2.8 Selección de las chumaceras o cojinetes

La selección del diámetro del agujero del rodamiento viene condicionado por el valor del eje a utilizarse es decir, el diámetro del eje seleccionado influye directamente en la selección del rodamiento, el diámetro de nuestro eje es de 1in y por ende necesitamos un rodamiento que se acople al mismo, debido a que nuestro eje generará una fuerza centrífuga es necesario que los rodamientos se encuentren montados en algo para evitar posibles accidentes, por esto se selecciona una chumacera con nomenclatura UCP 207-20, lo que significa que es una chumacera con rodamiento de bolas, para ejes de 1in de diámetro. Se selecciona esta chumacera porque ésta es capaz de soportar cargas radiales, hemos hecho la selección de la chumacera basados únicamente en aspectos geométricos, como lo es el diámetro del eje y el diámetro del orificio del rodamiento montado.

Por ello es necesario hacer cálculos que verifiquen que el rodamiento montado seleccionado va a soportar las cargas que se le aplicaran al mismo, en el diseño de rodamientos es importante determinar cuan será su vida útil, ya que ese dato nos proporciona información valiosa para su respectivo mantenimiento. Las ecuaciones, así como los valores de algunas variables que se utilizarán para calcular la vida útil de nuestros rodamientos montados son tomadas de información y tablas de la Norma DIN ISO 281.

3.4.2.8.1 Cálculo de la vida útil (Lh) de los rodamientos montados

Para conocer el valor de Lh de los rodamientos es indispensable obtener el valor de la fórmula reducida de vida.

$$f_l = (C / Pr) * f_n \quad (Ec1.32)$$

donde:

fL = Factor de esfuerzos dinámicos

C= Capacidad de carga dinámica [KN]

P_r = Carga dinámica equivalente radial [KN]

f_n = Factor de velocidad

El factor de velocidad se puede obtener de tablas (ANEXO 4) conociendo el valor de la velocidad de giro del eje. En nuestro caso es de 2307rpm, de las tablas se obtiene que el f_n tiene un valor de 0,243.

El valor de C es un valor establecido también por norma DIN ISO 281 en tablas para diferentes rodamientos. Para el rodamiento con nuestra nomenclatura el valor de C es de 25.5 [KN].

El valor de P_r se obtiene de la siguiente ecuación:

$$P_r = F_r \quad (\text{Ec1.33})$$

Donde

F_r , es el valor de la carga radial a soportar. [KN]

La carga que debe soportar es la fuerza centrífuga que generarán las tres excéntricas y sumado también el peso del molde, el material y el sistema de vibración (130 Kg ó 13,26N).

$$F_r = 3F_{cm1} + 13,26N \quad (\text{Ec1.34})$$

$$F_r = 3 \cdot 969,5 \text{ N} + 13,26 \text{ N} = 2921,76 \text{ N} = 2,92 \text{ KN}$$

Reemplazando valores en Ec1.32 se tiene que

$$f_L = (25,5/2,92) \cdot (0,243) = 2,12$$

Con el valor de f_L se puede obtener el valor de L_h de tablas (ANEXO 5)

Al realizar la interpolación de los datos de la tabla se obtuvo que para un valor de $f_L = 2,12$; le corresponde un valor de $L_h = 4733$ Horas.

3.4.2.8.2 Cálculo del eje donde va la tela

$$M_T = 20 + 5 = 25 \text{ KG}$$

$$W_{TOTAL} = 25 \cdot 10 = 250 \text{ N}$$

$$W_T = 250N \left| \frac{1kg}{9,8N} \right| \frac{2,2lb}{kg} = 56lb$$

3.4.2.8.3 Diagrama de cargas

$$L = 200|mm| \frac{1pulg}{25,4kg} = 78,7pul$$

3.4.2.8.4 Diagrama de fuerza cortante

$$M_{MAX} = 39,35 * 28 = 1102pulg$$

3.4.2.8.5 Diagrama de momento flector

Diseño shigley tabla A- 14, módulo de sección (Área Circular)

$$\frac{I}{C} = \frac{Td^3}{32} = \frac{3,14 * (0,75)^3}{32} = 0,041pulg^3$$

$$d = \frac{3}{4} = 0,75pulg$$

$$T_{max} = \frac{M_{max}}{\left(\frac{I}{C}\right)} = \frac{1102lbpulg}{0,041 pulg^3} = 265.878 \frac{lb}{pulg^3}$$

$$T_{max} = 26,88kpsi$$

$$T_{adm} = 36psi \quad (\text{Acero A36})$$

$$\frac{T_{max}}{T_{adm}} = 0,75 = 75\% \text{ relación}$$

$$f_s = 1,34 \text{ Factor de seguridad}$$

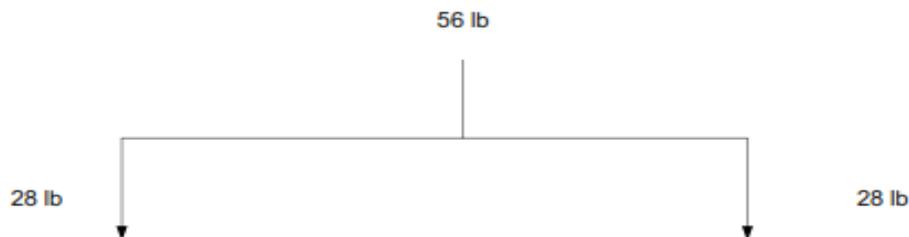


Fig. 28. Diagrama de cargas

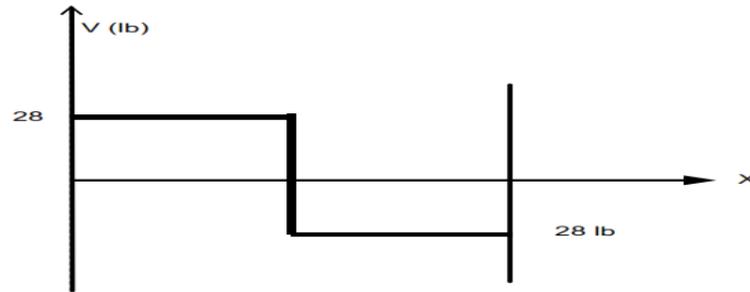


Fig. 29. Diagrama de cortes

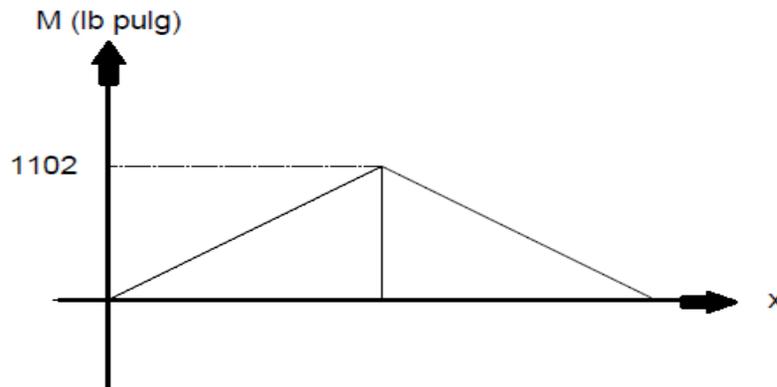


Fig. 30. Diagrama de momento flector

3.4.2.8.6 Diseño del motor para el accionamiento de la cuchilla de corte

Para el sistema de corte se necesita un tipo de motor que funcione a alta velocidad angular.

$$W_f = 3450$$

$$W_f = \frac{3450 \text{ rev}}{\text{min}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} = 361 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$r = 7,6 = 0,076 \text{ m}$$

$$I = \frac{1}{2} m r^2 = \frac{1}{2} (0,05) (0,076)^2 = 1,44 * 10^{-4}$$

Movimiento circular uniforme vectorial (MCUV)

$$W_f^2 = W_0^2 + 2 \omega \Delta\theta$$

$$\omega = \frac{W_f^2}{2\Delta\theta} = \frac{(361)^2}{2(50)} = \frac{10.321}{100} = 1303 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$\Delta\theta = 20rev \cdot \left| \frac{2\pi rad}{rev} \right| \approx 50$$

$$\omega = 1303 \left(\frac{rad}{s} \right)$$

$$T = I\omega$$

$$T = 1,87 * 10^{-1} \text{ (N.m)} = 0,187 \text{ (N.m)}$$

$$H = T.W$$

$$H = 0,87 * 361 = 67,51W \left| \frac{1hp}{746w} \right|$$

$$H = 0,091 \cong 0,1 \text{ hp}$$

Conclusión:

Se selecciona un motor de 0,1 (HP) que gira a una velocidad de 3,450 rpm se realizó las siguientes consideraciones:

La cuchilla parte del reposo $\theta_0 = 0$

Alcanza la velocidad angular del trabajo luego de 8 revoluciones.

La base de la cuchilla pesa 50g = 0,05kg

Se consideró a la cuchilla como un disco por esto. $I = \frac{1}{2} mr^2$

3.5 Control Y Respuesta

En el control y respuesta es como la máquina se va a comportar en el momento que le ingresen los datos dependiendo de las necesidades de tendido que van a trabajar.

3.5.1 Condiciones de funcionamiento y señales de control

Para implementar el sistema de tendido se hace necesario conocer las condiciones de funcionamiento y señales de control que se implementaran para obtener la información necesaria para cumplir los requerimientos de trabajo. Estas señales son las siguientes.

1. Conteo de órdenes de corte
2. Inversión de giro de motor
3. Paro de la maquina

3.5.2 Conteo de órdenes de corte

Este conteo debe trabajar de tal manera que cuando la tendedora ha obtenido las órdenes de corte previamente seleccionada se detenga el carro de tendido y de un mensaje de aviso.

3.5.3 Inversión de giro de motor

Cada vez que el carro llegue a la longitud deseada del tendido previamente establecida se envía una señal para invertir el desplazamiento del carro de tendido y sigue el mismo proceso de extremo a extremo.

3.5.4 Paro de la máquina

El carro de tendido debe disponer de un paro auxiliar de tal manera que el operario pueda detectar algún fallo antes de acabar el conteo y fin del proceso. Si fuera el caso la máquina se detiene y hace una pausa en el conteo dando un aviso.

3.5.5 Selección del elemento de control

Como ya se analizó, se necesitan las siguientes señales que corresponden a entradas de tipo digital: ingreso de órdenes de corte, inicio del proceso, clear para borrar, señal de inversión de giro y paro auxiliar.

Por tanto, se necesita 8 entradas de datos y 4 salidas de control. Por todo lo anterior y debido a que se trata de una máquina para industria, se utiliza como elemento de control un PLC que dada sus características de dimensiones reducidas, facilidad de montaje, rápida utilización y modificación de los programas de control para cambios en el proceso, es el elemento de control

indicado para esta aplicación debido a la personalización y disponibilidad inmediata en el mercado se ha seleccionado una unidad de la gama logo.

Estos controladores lógicos programables son del tipo que dispone de una CPU 230rc con alimentación nominal de voltaje de 115 a 240 vac. Tiene 8 entradas digitales y 4 Salidas digitales de relé, y tiene un puerto de comunicaciones RS485.

TABLA X. SALIDAS Y ENTRADAS

Entradas		Salidas	
I01	Ingreso de unidades	Q0.1	Ingresos datos
I0.2	Ingreso de decenas	Q0.2	Botón encendido
I0.3	Giro izquierda	Q0.3	Botón tela
I0.4	Giro derecha	Q0.4	Botón paro
I0.5	Inicio		
I0.6	Borrar		
I0.7	Número de capas		

3.5.6 Conexión del logo

Se debe tomar en cuenta la siguiente precaución: si se intenta montar o cablear el plc y/o los equipos conectados a los mismos estando conectada la alimentación, puede producirse un choque eléctrico o fallos en los equipos. Si antes del montaje o desmontaje no se ha desconectado por completo la alimentación eléctrica del plc y de los equipos conectados a la misma, ello podría causar heridas graves al personal, y/o daños materiales.

3.5.7 Programación del sistema de control

Se realiza un diagrama de flujo en el cual va a especificar generalmente como está estructurado la lógica del programa con el que la maquina va a trabajar **Fig. 31**

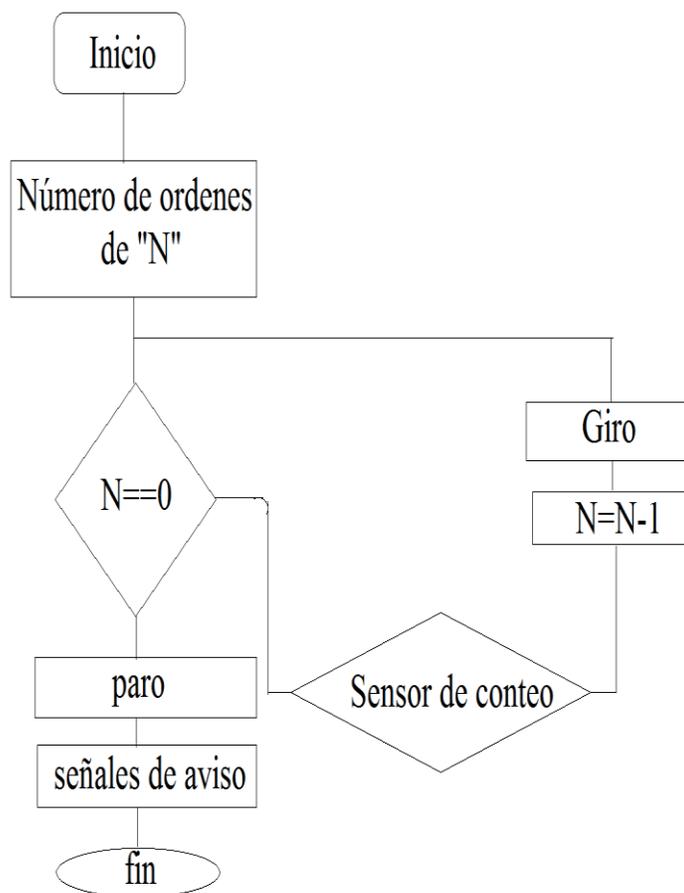


Fig. 31. Diagrama de flujo

3.5.8 Programación Diagrama Ladder

Existen distintos tipos de lenguaje de programación de un PLC, quizás el más común sea la programación tipo escalera o ladder. Los diagramas de escalera son esquemas de uso común para representar la lógica de control de sistemas industriales. Se le llama diagrama "escalera" porque se asemejan a una escalera, con dos rieles verticales (de alimentación) y "escalones" (líneas horizontales), en las que hay circuitos de control que definen la lógica a través de funciones. De esta manera Las principales características del lenguaje ladder son:

- Instrucciones de entrada se introducen a la izquierda
- Instrucciones de salida se situarán en el derecho.

- Los carriles de alimentación son las líneas de suministro de energía L1 y L2 para los circuitos de corriente alterna y 24 V y tierra para los circuitos de CC
- La mayoría de los PLC permiten más de una salida por cada renglón (Run).
- El procesador (o "controlador") explora peldaños de la escalera de arriba a abajo y de izquierda a derecha.

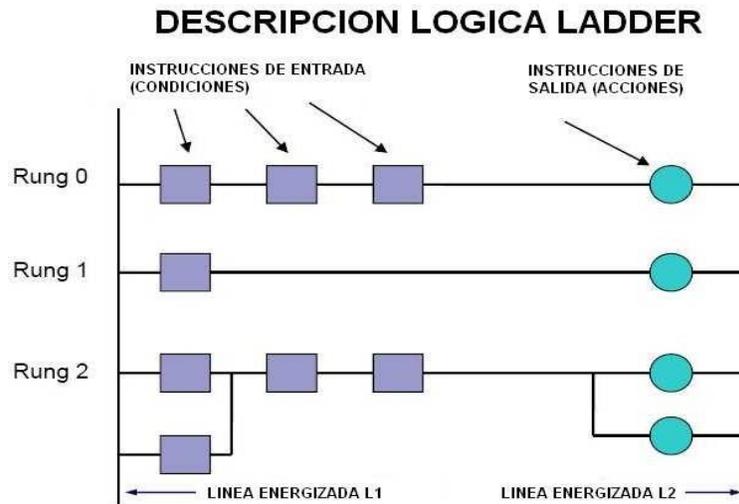


Figura 32: Descripción lógica

En el anexo dos se encuentra el programa que se realizó para que todo el sistema automático de la máquina tendedora automática de tela funcione y cumpla los requisitos planteados.

Capítulo IV

Implementación y análisis de los resultados

4.1 Montaje físico de los sistemas de la máquina

El montaje de los diferentes sistemas de la máquina se lo realiza de la siguiente manera:

- Se ajustan las chumaceras en sus respectivos lugares, mediante pernos.
- Se monta la cubierta del ventilador que va al motor.
- Se monta el sistema de sujeción sobre las chumaceras, se colocan y ajustan los pernos.
- Se monta la polea en el sistema de transmisión.
- Se monta la guía de la cortadora.
- Se monta la lona en los rodillos.
- Se monta la base del sistema de freno.
- Se monta el motor a la zona contenedora del motor.
- Se monta las tapas de los motores.

Véase el Anexo de Fotografías para más información sobre el proceso del montaje físico de los sistemas de la máquina.

4.2 Instalación del sistema electrónico de control

Para instalar el sistema electrónico de control se realizaron los siguientes pasos:

- Se monta las fuentes de voltaje.
- Se monta el circuito de control.
- Se monta los finales de carrea
- Se montan los motores.
- Se monta el variador de frecuencia.
- Se realiza el cableado electrónico fuente - sensor - circuito de control.

4.3 Montaje y sincronización de actuadores

Para realizar el montaje de los actuadores y sincronizarlos se realizan los siguientes pasos:

- Se monta el motor eléctrico en el sistema de templado de la banda, se colocan y ajustan los pernos respectivos.
- Se monta la polea al motor eléctrico.
- Se coloca la banda en V alrededor de las ocho poleas.
- Se tiempla la banda mediante el sistema de templado de la banda.
- Se realiza el cableado eléctrico motores, plc, variador de frecuencia

4.4 Pruebas y ajustes

En las pruebas que se realizó se determina los siguientes factores que necesitan ser ajustados:

- Variando los rpm del motor se observó que de 200 a 800 rpm no existe la velocidad necesaria para el tendido de la tela; de 800 a 900 rpm se genera una velocidad adecuada para que haya un tendido libre de arrugas y la producción es óptima; de 900 a 1200 rpm se genera una velocidad excesiva para que el tendido sea preciso.
- Se determinó que el rango óptimo está entre 850 y 975 rpm para que el proceso de tendido sea eficiente y este en el rango de +-3% de pérdida de tela.
- Se determinó que es necesario colocar un rodillo con esponja para q apriete la tela al momento de cortar.
- En el rodillo se observó que la tela pasa libre sin ninguna obstrucción para el siguiente tendido sobre la otra capa de tela, dando por conclusión que el diámetro del agujero entre el rodillo y el gancho está cumpliendo con lo requerido.

4.5 Tabulación y análisis de resultados

A continuación, se va a realizar la tabulación de los resultados obtenidos, es decir la implementación de los datos arrojados en gráficas que nos indiquen cómo quedaron finalmente los resultados

4.5.1 Rpm optimas del tendido

Para determinar los rpm óptimos del tendido se realiza un análisis entre la producción de la máquina y al tiempo del tendido manual y automático, se tabula de la siguiente manera:

- Excelente calidad y producción: 99%
- Buena calidad y producción: 80%
- Mala calidad y producción: 50%

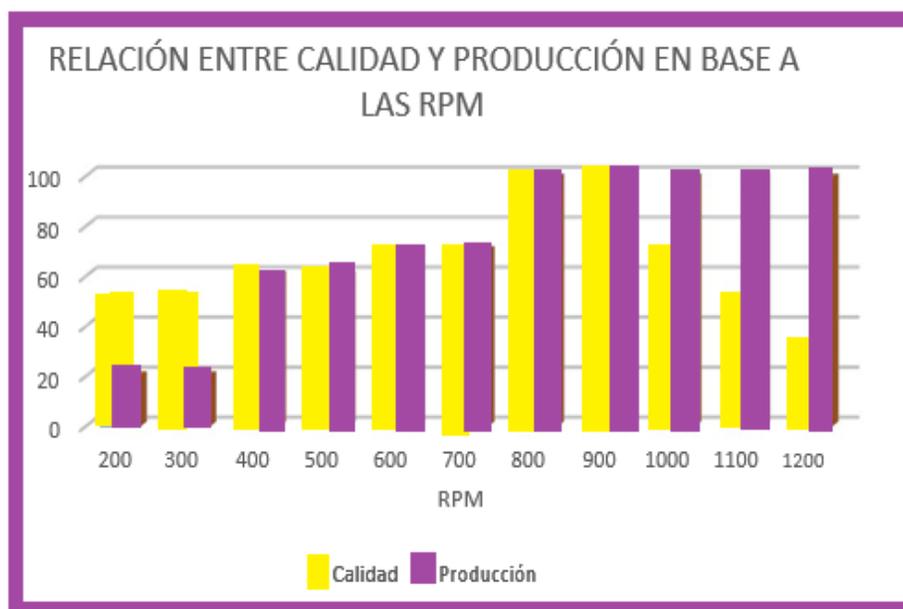


Fig. 32. Relación entre calidad y producción en base a los rpm

En la **Fig. 32** se puede apreciar que existe una mala calidad en el rango de 200 a 300 rpm a 50% del porcentaje óptimo, existe una buena calidad en el rango de 400 a 700 y a 1000 rpm a 20% del

porcentaje óptimo y existe una excelente calidad en el rango de 800 a 900 rpm a porcentaje óptimo del 99%.

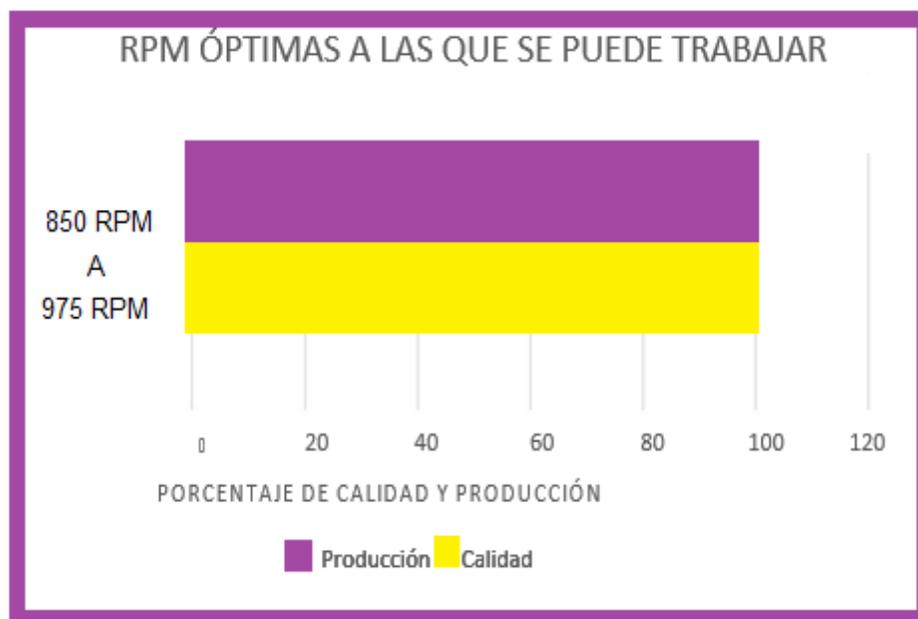


Fig. 33. Rpm óptimo a las que se puede trabajar

En cuanto a la producción se puede apreciar en la **Fig. 33**, que existe una mala producción en el rango de 200 a 300 rpm y de 1000 a 1200 rpm a 50% del porcentaje óptimo, existe una buena producción en el rango de 300 a 700 rpm a 20% del porcentaje óptimo y existe una excelente producción en el rango de 800 a 1200 rpm a porcentaje óptimo del 99%

Por lo tanto, se tiene un rango de trabajo óptimo de 800 a 900 rpm, siendo la velocidad escogida 850 a 975 rpm que se encuentra dentro del rango establecido.

4.5.2 Pruebas realizadas en base a la calidad de la tela

Para realizar estas pruebas se utilizaron cantidades de un rollo de tela polyester, las cuales han sido ingresadas en el sistema de donde va ubicado el rollo, se ha variado la velocidad utilizando un variador de frecuencia, de las cuales hemos obtenido los siguientes resultados sobre su calidad

Fig. 35

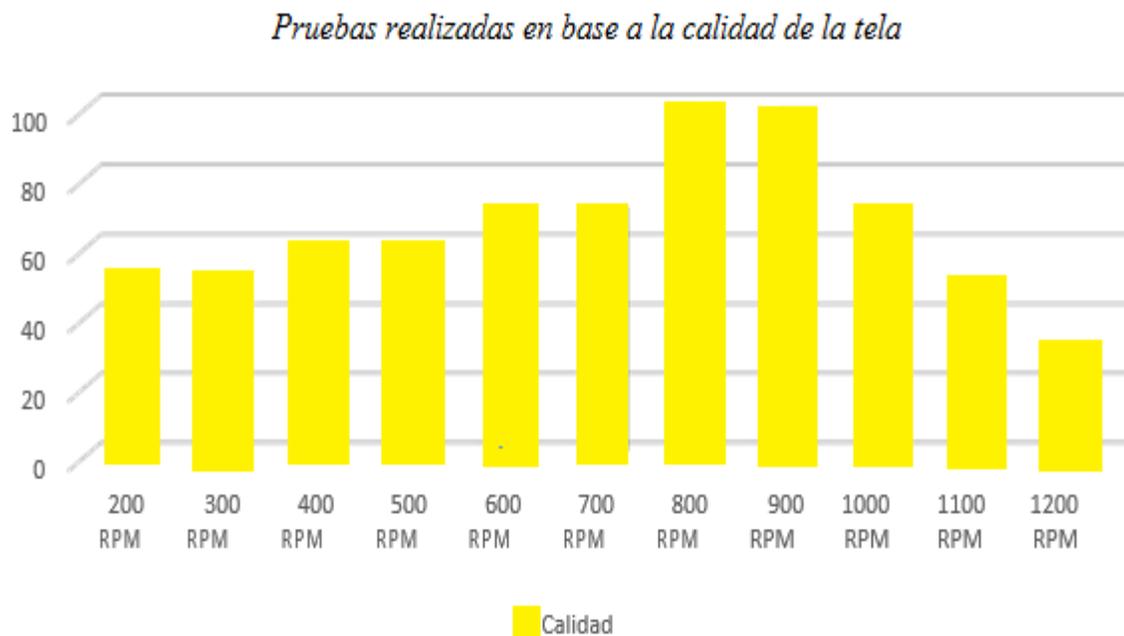


Fig. 34. Prueba realizada en base a la calidad de la tela

Con los datos obtenidos en la **Fig.34**, se analiza que desde las 200 hasta 700 rpm, la tela que se obtiene está media tendida, lo que nos indica que hay que realizar ajustes en la velocidad.

Desde las 800 hasta los 900 rpm, la tela se encuentra bien tendida y además no presenta arrugas en el tendido.

A partir de los 1000 rpm la tela se encuentra bien tendida, lo cual es un indicador de que la excesiva velocidad no permite tener un tendido impecable.

4.5.3 Pruebas realizadas en base a la máquina tendedora automática de tela

Para las pruebas de la producción de la máquina tendedora de tela, conociendo que en el rango de 600 a 1200 rpm la máquina tiene una producción alta, se han utilizado cantidades de un rollo de tela para determinar la velocidad óptima a la cual la producción es máxima y se obtienen los siguientes resultados

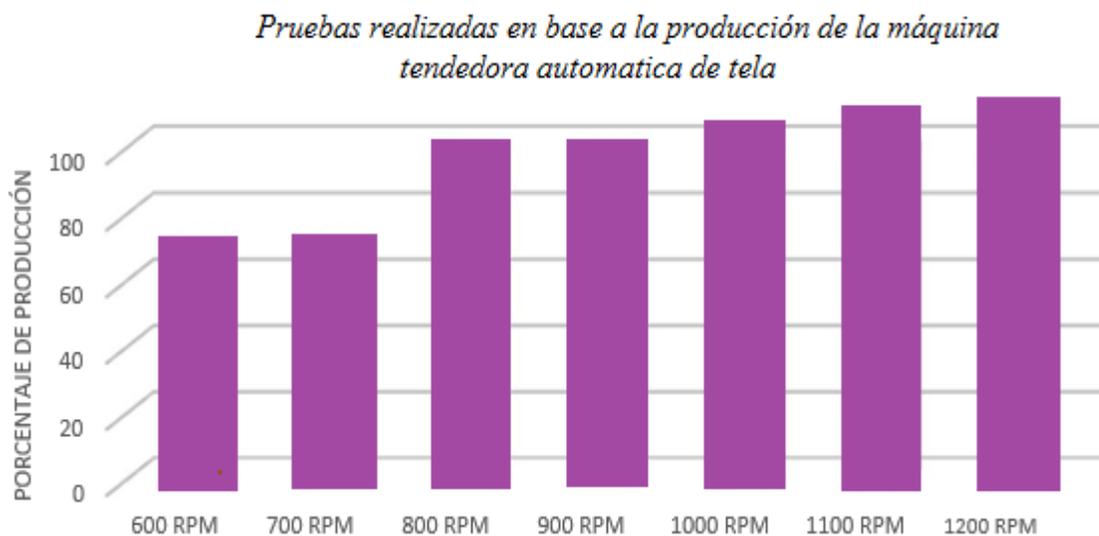


Fig. 35. Prueba realizada en base a la máquina tendedora automática de tela

Con los datos obtenidos en la **Fig. 35**, se analiza que desde las 600 a los 700 rpm la producción de la máquina tendedora de tela es buena, pero desde los 800 rpm a 900rpm en adelante es satisfactoria, lo que significa que la mínima velocidad para obtener una producción óptima es de 800 rpm.

4.5.4 Instalación del sistema electrónico de control

Para instalar el sistema electrónico de control se realizaron los siguientes pasos:

Se instala la fuente de voltaje.

Se ubica el variador de frecuencia

Se ubica el Plc

Se instalan los finales de carrera.

Se sitúa la caja para controles de motor.

Se realiza el cableado electrónico fuente - sensor - circuito de control -arrancadores.

En las pruebas de campo se toma en cuenta algunos parámetros, como: tensión del tendido.

Precisión de medida tiempo de tendido

TABLA XI. PRUEBAS REALIZADAS CON LA MÁQUINA

Prueba N°1		
Tensión de tendido	Precisión de medida	Tiempo de tendido (seg)
Mala	Mala	3
Prueba N°2		
Tensión del tendido	Precisión de medida	Tiempo de tendido (seg)
Regular	Regular	5
Prueba N°3		
Tensión del tendido	Precisión de medida	Tiempo de tendido (seg)
Buena	Buena	6
Prueba N°4		
Tensión del tendido	Precisión de medida	Tiempo de tendido (seg)
Buena	Buena	7
Prueba N°5		
Tensión del tendido	Precisión de medida	Tiempo de tendido (seg)
Buena	Buena	9

4.5.5 Comparación del tiempo entre el proceso del tendido de tela manual y utilizando la máquina

Se realizó una comparación del tiempo que toma tender cierta cantidad de tela manualmente y utilizando la máquina tendedora automática se tiene la siguiente tabulación de los resultados:

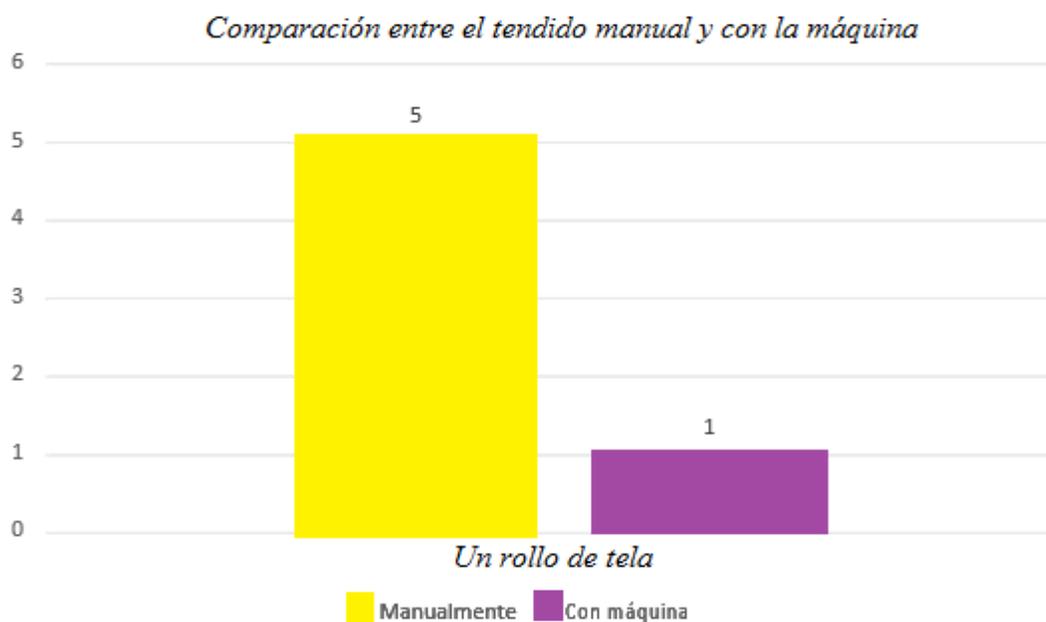


Fig. 36. Relación entre manualmente y con la máquina

La **Fig. 36** nos indica la gran diferencia que existe entre en el tiempo que toma tender un rollo de tela manualmente y utilizando la máquina tendedora, lo cual es un indicador claro de que se ha cumplido satisfactoriamente el objetivo principal del presente proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El diseño y construcción de la máquina de tendido de tela mejora el proceso que permite reducir en un 50% la actividad física del trabajador, además disminuye el tiempo de trabajo de unas cinco horas tender tres docenas en una hora, se ahorra un 5% de materia prima ya que manualmente es un desperdicio constante en cada tendido.

El proceso de tender una capa de tela en la mesa de corte de forma manual de un metro tarda 45 segundos, mientras que con la máquina tarda solo 13 segundos, la máquina se encuentra dimensionada con los requerimientos establecidos al inicio del proyecto, verificado con el programa solidword y los cálculos manuales dio como resultado de un 3% a 5% de margen de error, con un factor de seguridad de 2,1mm.

Se encuentra diseñada y construida para tener una manipulación amigable y fácil, que toda persona pueda operar sin dificultad alguna o poner en peligro su integridad o la de los demás.

La mayoría de los elementos que conforman la máquina tendedora de tela fueron seleccionados de acuerdo a las necesidades que se tuvieron para la construcción como: operación, mantenimiento, limpieza ergonomía tomando en cuenta que sean de fácil adquisición en el mercado local, a un menor costo y que cuenten con buena calidad.

El diseño mecánico y la construcción de la máquina no presentaron complicaciones debido a que se contó con la maquinaria, los equipos y herramientas necesarias para la realización eficaz del sistema mecánico en el cual se explicó en el capítulo cuatro las pruebas realizadas.

RECOMENDACIONES

Al momento de la construcción de la parte mecánica se debe tomar en cuenta las normas de seguridad de máquinas y herramientas para evitar accidentes laborales.

Para un buen funcionamiento de los mecanismos y partes en movimiento es necesario engrasarlos.

Se recomienda siempre sobredimensionar un poco los elementos mecánicos en la fase de diseño de tal manera que su factor de seguridad sea alto para que su tiempo de utilidad sea a largo plazo.

Mejorar el diseño de tal manera que se pueda implementar otro mecanismo que pueda realizar el corte al final del tendido de tela.

Se debería promover la industrialización de este proyecta para que los talleres artesanales y microempresas sean más competitivas en la industria textil.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Y. Electric, «Que es mécatronica,» 1969.
- [2] «Direccion de Desarrollo Socio Económico del Municipio de Antonio Ante,» 2015.
- [3] «Diario el Comercio,» 2015.
- [4] «Audaces,Colombia,» 2016.
- [5] T. Giraldo, Teoria de control, colombia, 1997b.
- [6] «SIEMENS,» 2009.
- [7] «Software para Aplicaciones Industriales,» 2016.
- [8] B. Allen, «allen bradley,» 2017.
- [9] b. allen , «allen bradley,» 2017.
- [10] «hmi logo, siemens,» 2009.
- [11] M. Von, Von Misses, 2017.
- [12] «Departamento de física aplicada UCLM. Cálculo de momentos de inercia.
Recuperado,» 2003.
- [13] R. J. Buninas , Diseño de ingenieria Mecanica de Shigley, Mexico: 8tava, 2008.
- [14] R. Norton, Diseño de maquinaria, Mexico, 2009.
- [15] C. M. Corzo D, , Diseño de una maquina semi automatica para corte, previa
obtencion de titulo Ingeniero Mecanico, Quito: p.143,145, 2011.
- [16] gfdfdg, dffgdg, 3333.
- [17] «Siemens Logo,» 2009.

- [18] «Mayné Jori,Sistemas de Comunicaciones,» sf,p18.
- [19] «Mayné Jori,Sistemas de Comunicaciones,» sf,p18.
- [20] «Electronics Industries Association Mayné Jordi, sistemas de Comunicaciones,» sf
p19.
- [21] «Von Misses,» 2015.

ANEXOS DE TABLAS Y FIGURAS

ANEXOS DE TABLAS

Tabla de conversiones

Tabla A-2

Factores de conversión A para convertir la entrada X en el resultado Y mediante el empleo de la fórmula $Y = AX^*$

Multiplique la entrada X	Por el factor A	Para obtener el resultado Y	Multiplique la entrada X	Por el factor A	Para obtener el resultado Y
Unidad térmica británica, Btu	1.055	joule, J	milla/hora, mi/h	1.61	kilómetro/hora, km/h
Btu/segundo, Btu/s	1.05	kilowatt, kW	milla/hora, mi/h	0.447	metro/segundo, m/s
caloría	4.19	joule, J	momento de inercia, lbm · ft ²	0.0421	kilogramo-metro ² , kg · m ²
centímetro de mercurio (0°C)	1.333	kilopascal, kPa	momento de inercia, lbm · pulg ²	293	kilogramo-milímetro ² , kg · mm ²
centipoise, cP	0.001	pascal-segundo, Pa · s	momento de sección [segundo momento de área], pulg ⁴	41.6	centímetro ⁴ , cm ⁴
grado (ángulo)	0.0174	radián, rad	onza fuerza, oz	0.278	newton, N
pie, ft	0.305	metro, m	onza masa	0.0311	kilogramo, kg
pie ² , ft ²	0.0929	metro ² , m ²	libra, lbf	4.45	newton, N
pie/minuto, ft/min	0.0051	metro/segundo, m/s	librapie, lbf · ft	1.36	newton-metro, N · m
pie-libra, ft · lb	1.35	joule, J	libra/pie ² , lbf/ft ²	47.9	pascal, Pa
pie-libra/segundo, ft · lb/s	1.35	watt, W	libra-pulgada, lbf · pulg	0.113	joule, J
pie/segundo, ft/s	0.305	metro/segundo, m/s	libra-pulgada, lbf · pulg	0.113	newton-metro, N · m
galón (EUA), gal	3.785	litro, l	libra/pulgada, lbf/pulg	175	newton-metro, N/m
caballo de fuerza, hp	0.746	kilowatt, kW	libra/pulgada ² , psi (lbf/pulg ²)	6.89	kilopascal, kPa
pulgada, pulg	0.0254	metro, m	libra-masa, lbm	0.454	kilogramo, kg
pulgada, pulg	25.4	milímetro, mm	libra-masa/segundo, lbm/s	0.454	kilogramo/segundo, kg/s
pulgada ² , pulg ²	645	milímetro ² , mm ²	cuarto de galón (EUA), qt	946	mililitro, mL
pulgada de mercurio [32°F]	3.386	kilopascal, kPa	módulo de sección, pulg ³	16.4	centímetro ³ , cm ³
kilolibra, kip	4.45	kilonewton, kN	slug	14.6	kilogramo, kg
kilolibra/pulgada ² , kpsi (ksi)	6.89	megapascal, MPa (N/mm ²)	ton (corta 2 000 lbm)	907	kilogramo, kg
masa, lbf · s ² /pulg	175	kilogramo, kg	yarda, yd	0.914	metro, m
milla, mi	1.610	kilómetro, km			

Datos para seleccionar rodamientos de una hilera de bolas y ranura profunda

TABLA 14-3 Datos para seleccionar rodamientos de una hilera de bolas y ranura profunda, tipo Conrad

A. Series 6200

Número de rodamiento	Dimensiones nominales del rodamiento							Diámetro de escalón preferido		Peso del rodamiento	Capacidad básica de carga estática C_o	Capacidad básica de carga dinámica C
	d		D		B		r_a	Eje	Caja			
	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg						
6200	10	0.3937	30	1.1811	9	0.3543	0.024	0.500	0.984	0.07	520	885
6201	12	0.4724	32	1.2598	10	0.3937	0.024	0.578	1.063	0.08	675	1180
6202	15	0.5906	35	1.3780	11	0.4331	0.024	0.703	1.181	0.10	790	1320
6203	17	0.6693	40	1.5748	12	0.4724	0.024	0.787	1.380	0.14	1010	1660
6204	20	0.7874	47	1.8504	14	0.5512	0.039	0.969	1.614	0.23	1400	2210
6205	25	0.9843	52	2.0472	15	0.5906	0.039	1.172	1.811	0.29	1610	2430
6206	30	1.1811	62	2.4409	16	0.6299	0.039	1.406	2.205	0.44	2320	3350
6207	35	1.3780	72	2.8346	17	0.6693	0.039	1.614	2.559	0.64	3150	4450
6208	40	1.5748	80	3.1496	18	0.7087	0.039	1.811	2.874	0.82	3650	5050
6209	45	1.7717	85	3.3465	19	0.7480	0.039	2.008	3.071	0.89	4150	5650
6210	50	1.9685	90	3.5433	20	0.7874	0.039	2.205	3.268	1.02	4650	6050
6211	55	2.1654	100	3.9370	21	0.8268	0.059	2.441	3.602	1.36	5850	7500
6212	60	2.3622	110	4.3307	22	0.8661	0.059	2.717	3.996	1.73	7250	9050
6213	65	2.5591	120	4.7244	23	0.9055	0.059	2.913	4.390	2.18	8000	9900
6214	70	2.7559	125	4.9213	24	0.9449	0.059	3.110	4.587	2.31	8800	10 800
6215	75	2.9528	130	5.1181	25	0.9843	0.059	3.307	4.783	2.64	9700	11 400
6216	80	3.1496	140	5.5118	26	1.0236	0.079	3.504	5.118	3.09	10 500	12 600
6217	85	3.3465	150	5.9055	28	1.1024	0.079	3.740	5.512	3.97	12 300	14 600
6218	90	3.5433	160	6.2992	30	1.1811	0.079	3.937	5.906	4.74	14 200	16 600
6219	95	3.7402	170	6.6929	32	1.2598	0.079	4.213	6.220	5.73	16 300	18 800
6220	100	3.9370	180	7.0866	34	1.3386	0.079	4.409	6.614	6.94	18 600	21 100
6221	105	4.1339	190	7.4803	36	1.4173	0.079	4.606	7.008	8.15	20 900	23 000
6222	110	4.3307	200	7.8740	38	1.4961	0.079	4.803	7.402	9.59	23 400	24 900
6224	120	4.7244	215	8.4646	40	1.5748	0.079	5.197	7.992	11.4	26 200	26 900



Propiedades de los aceros estructurales

Apéndices

A-13

APÉNDICE 7 PROPIEDADES DE LOS ACEROS ESTRUCTURALES

Designación del material (número ASTM)	Grado, producto o espesor	Resistencia a la tensión		Resistencia de fluencia		Ductilidad (porcentaje de elongación en 2 pulgadas)
		(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)	
A36	$t \leq 8$ pulg	58	400	36	250	21
A242	$t \leq 3/4$ pulg	70	480	50	345	21
A242	$t \leq 1\frac{1}{2}$ pulg	67	460	46	315	21
A242	$t \leq 4$ pulg	63	435	42	290	21
A500	Tubo estructural formado en frío, redondo o de otras formas					
	Redondo, grado A	45	310	33	228	25
	Redondo, grado B	58	400	42	290	23
	Redondo, grado C	62	427	46	317	21
	Otra forma, grado A	45	310	39	269	25
	Otra forma, grado B	58	400	46	317	23
	Otra forma, grado C	62	427	50	345	21
A501	Tubo estructural formado en caliente, redondo o de otras formas	58	400	36	250	23
A514	Templado y revenido, $t \leq 2\frac{1}{2}$ pulg	110-130	760-895	100	690	18%
A572	42, $t \leq 6$ pulg	60	415	42	290	24
A572	50, $t \leq 4$ pulg	65	450	50	345	21
A572	60, $t \leq 1\frac{1}{2}$ pulg	75	520	60	415	18
A572	65, $t \leq 1\frac{1}{2}$ pulg	80	550	65	450	17
A588	$t \leq 4$ pulg	70	485	50	345	21
A992	Perfiles W	65	450	50	345	21

Nota: ASTM A572 es uno de los aceros de alta resistencia y baja aleación (HSLA), y sus propiedades son similares a las del acero SAE J410b, especificadas por la SAE.

Formula de viga

Tabla 3-2

Fórmulas del esfuerzo cortante máximo debido a flexión

Forma de la viga	Fórmula	Forma de la viga	Fórmula
 Rectangular	$\tau_{\max} = \frac{3V}{2A}$	 Circular hueca con pared delgada	$\tau_{\max} = \frac{2V}{A}$
 Circular	$\tau_{\max} = \frac{4V}{3A}$	 Viga I estructural (con pared delgada)	$\tau_{\max} = \frac{V}{A_{\text{Alma}}}$

Tabla de tubo redondo estructural



DIPAC[®]

PRODUCTOS DE ACERO

TUBO ESTRUCTURAL REDONDO

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6.00m
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 7/8" hasta 3"
Espesor	Desde 1.50mm a 3.00mm



DIAMETRO	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	i
pulgadas	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm
7/8"	1.50	0.77	0.98	0.53	0.47	0.73
1"	1.50	0.88	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4"	1.50	1.12	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2"	1.50	1.35	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4"	1.50	1.59	2.02	4.67	2.10	1.52
2"	1.50	1.82	2.32	7.06	2.78	1.74
2 1/2"	1.50	2.29	2.92	14.05	4.42	2.19
3"	1.50	2.76	3.52	24.56	6.45	2.64
1"	2.00	1.15	1.47	1.01	0.80	0.83
1 1/4"	2.00	1.47	1.87	2.08	1.31	1.05
1 1/2"	2.00	1.78	2.27	3.71	1.95	1.29
1 3/4"	2.00	2.09	2.67	6.02	2.71	1.50
2"	2.00	2.41	3.07	9.14	3.60	1.73
2 1/2"	2.00	3.03	3.86	18.29	5.76	2.18
3"	2.00	3.66	4.66	32.11	8.43	2.62
2"	3.00	3.54	4.51	12.92	5.09	1.69
2 1/2"	3.00	4.48	5.70	26.15	8.24	2.14
3"	3.00	5.42	6.90	46.29	12.15	2.59

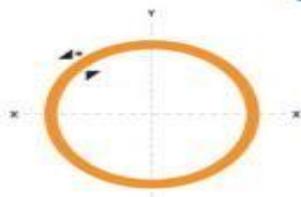


Tabla de tubo rectangular

TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR

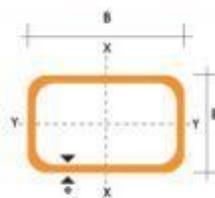
Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6.00m
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 12.00mm x 25.00mm a 40.00mm x 80.00mm
Espesor	Desde 2.00mm a 3.00mm

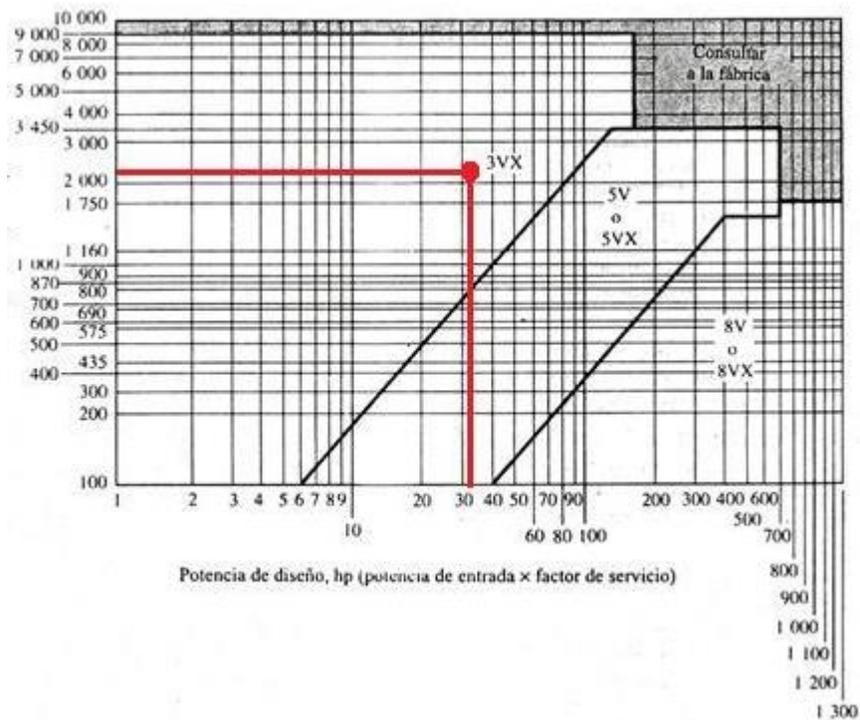


RECTANGUL

DIMENSIONES				AREA	EJES X-X			EJES Y-Y		
A mm	B mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	I cm ⁴	W cm ³	I cm ⁴	W cm ³
20	40	1,2	1,09	1,32	2,61	1,30	1,12	0,88	0,88	0,83
20	40	1,5	1,35	1,65	3,26	1,63	1,40	1,09	1,09	0,81
20	40	2,0	1,78	2,14	4,04	2,02	1,37	1,33	1,33	0,79
25	50	1,5	1,71	2,10	6,39	2,56	1,74	2,19	1,75	1,02
25	50	2,0	2,25	2,74	8,37	3,35	1,75	2,80	2,24	1,01
25	50	3,0	3,30	4,14	12,56	5,02	1,74	3,99	3,19	0,99
30	50	1,5	1,88	2,25	7,27	2,91	1,80	3,32	2,21	1,21
30	50	2,0	2,41	2,94	9,52	3,81	1,80	4,28	2,85	1,21
30	50	3,0	3,30	4,21	12,78	5,11	1,74	5,66	3,77	1,16
30	70	2,0	3,03	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
30	70	3,0	4,48	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	60	1,5	2,29	2,91	14,90	4,97	2,26	7,94	3,87	1,65
40	60	2,0	3,03	3,74	18,08	6,13	2,22	9,81	4,90	1,62
40	60	3,0	4,48	5,41	25,31	8,44	2,16	13,37	6,69	1,57
30	70	1,5	2,34	2,91	18,08	5,17	2,49	4,76	3,17	1,28
30	70	2,0	2,93	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
30	70	3,0	4,25	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	80	1,5	2,76	3,74	31,75	7,94	2,91	10,77	5,39	1,70
40	80	2,0	3,66	4,54	37,32	9,33	2,87	12,70	6,35	1,67
40	80	3,0	5,42	6,61	52,16	13,04	2,81	17,49	8,75	1,63
50	100	2,0	4,52	5,74	74,94	14,99	3,61	25,85	10,26	2,11
50	100	3,0	6,71	8,41	106,34	21,27	3,56	35,97	14,39	2,07
50	150	2,0	6,17	7,74	207,45	27,66	5,18	37,17	14,87	2,19
50	150	3,0	9,17	11,41	298,35	39,78	5,11	52,54	21,02	2,15



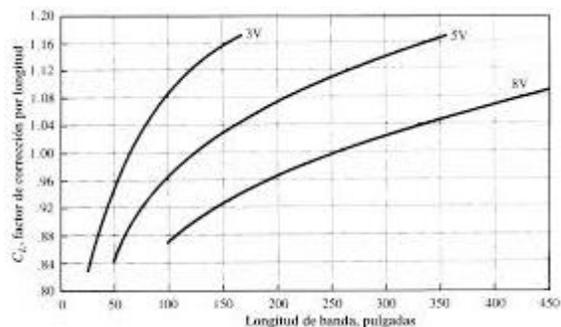
Gráfica para la selección de bandas en V industriales se sección angosta



Longitudes de bandas estándar 3V, 5V y 8V (pulgadas)

Sólo 3V	3V y 5V	3V, 5V y 8V	5V y 8V	Sólo 8V
25	50	100	150	375
26.5	53	106	160	400
28	56	112	170	425
30	60	118	180	450
31.5	63	125	190	475
33.5	67	132	200	500
35.5	71	140	212	
37.5	75		224	
40	80		236	
42.5	85		250	
45	90		265	
47.5	95		280	
			300	
165			315	
			335	

Factor de corrección por longitud de banda

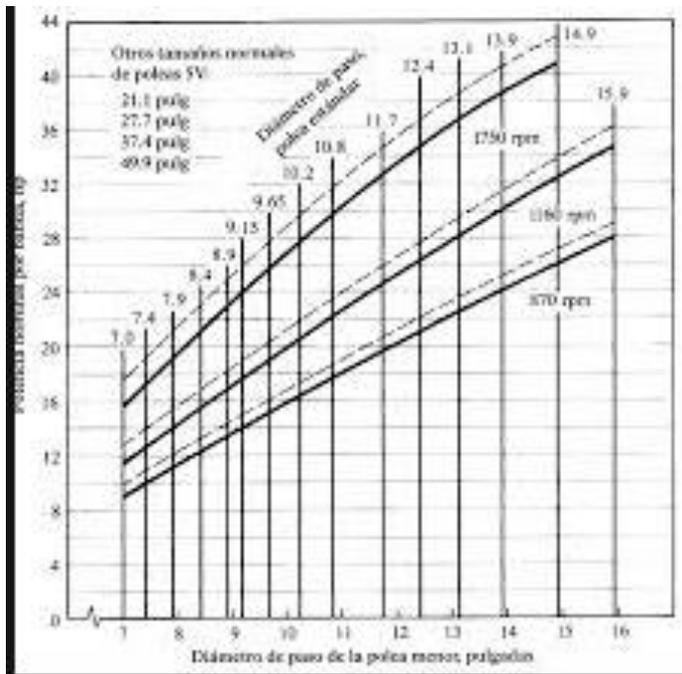


Tamaño y roscas básico preferidos de tornillos

Fracciones (pulg)		Decimales (pulg)		Métrico (mm)							
				Primero	Segundo	Primero	Segundo	Primero	Segundo		
1/64	0.015 625	5	5.000	0.010	2.00	8.50	1		10		100
1/32	0.031 25	5½	5.250	0.012	2.20	9.00		1.1		11	110
1/16	0.0625	5¾	5.500	0.016	2.40	9.50	1.2		12		120
3/32	0.093 75	5½	5.750	0.020	2.60	10.00		1.4		14	140
1/8	0.1250	6	6.000	0.025	2.80	10.50	1.6		16		160
5/32	0.156 25	6½	6.500	0.032	3.00	11.00		1.8		18	180
3/16	0.1875	7	7.000	0.040	3.20	11.50	2		20		200
1/4	0.2500	7½	7.500	0.05	3.40	12.00		2.2		22	220
5/16	0.3125	8	8.000	0.06	3.60	12.50	2.5		25		250
3/8	0.3750	8½	8.500	0.08	3.80	13.00		2.8		28	280
7/16	0.4375	9	9.000	0.10	4.00	13.50	3		30		300
1/2	0.5000	9½	9.500	0.12	4.20	14.00		3.5		35	350
9/16	0.5625	10	10.000	0.16	4.40	14.50	4		40		400
5/8	0.6250	10½	10.500	0.20	4.60	15.00		4.5		45	450
11/16	0.6875	11	11.000	0.24	4.80	15.50	5		50		500
3/4	0.7500	11½	11.500	0.30	5.00	16.00		5.5		55	550
7/8	0.8750	12	12.000	0.40	5.20	16.50	6		60		600
1	1.000	12½	12.500	0.50	5.40	17.00		7		70	700
1¼	1.250	13	13.000	0.60	5.60	17.50	8		80		800
1½	1.500	13½	13.500	0.80	5.80	18.00		9		90	900
1¾	1.750	14	14.000	1.00	6.00	18.50					1000
2	2.000	14½	14.500	1.20	6.50	19.00					
2¼	2.250	15	15.000	1.40	7.00	19.50					
2½	2.500	15½	15.500	1.60	7.50	20.00					
2¾	2.750	16	16.000	1.80	8.00						
3	3.000	16½	16.500								
3¼	3.250	17	17.000								
3½	3.500	17½	17.500								
3¾	3.750	18	18.000								
4	4.000	18½	18.500								
4¼	4.250	19	19.000								
4½	4.500	19½	19.500								
4¾	4.750	20	20.000								

Reimpreso de ASME B4.1-1967, con autorización de The American Society of Mechanical Engineers. Todos los derechos reservados.

Capacidades bandas 5V



ANEXOS FOTOGRAFÍAS

Laterales*Chumaceras con ejes trabajados en el torno*

Los respectivos huecos para instalar las chumaceras



Ensamblado base central con laterales



Estructura de desplazamiento



Lona para base del rollo de tela y área de corte



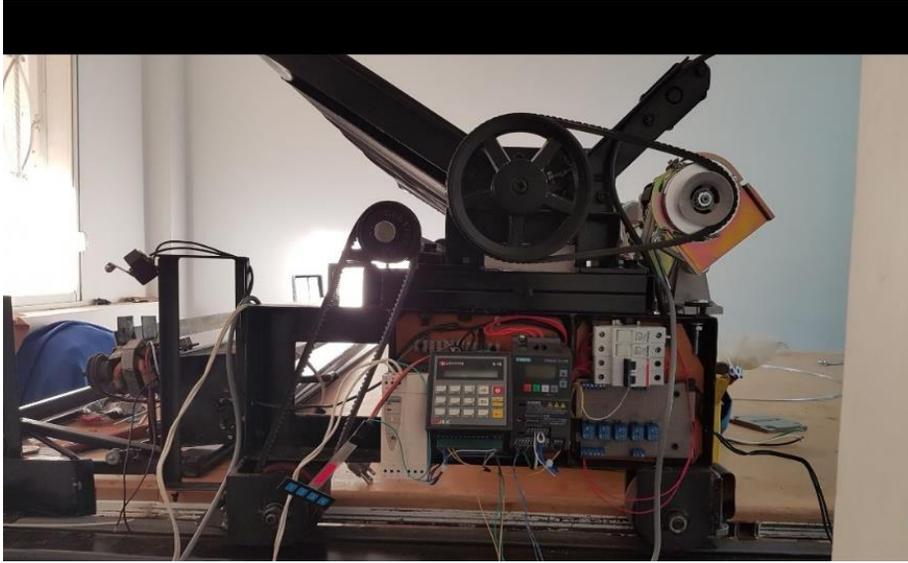
Realizando simulación de los componentes con la programación antes de montar a la estructura



La máquina en la microempresa donde será instalada



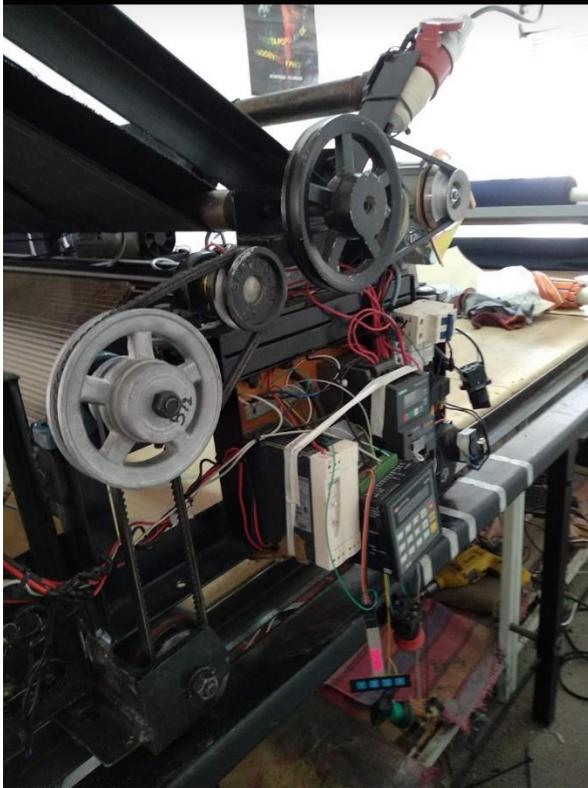
Montando motores, sistema de poleas y sistema automático



Montando el sistema de corte



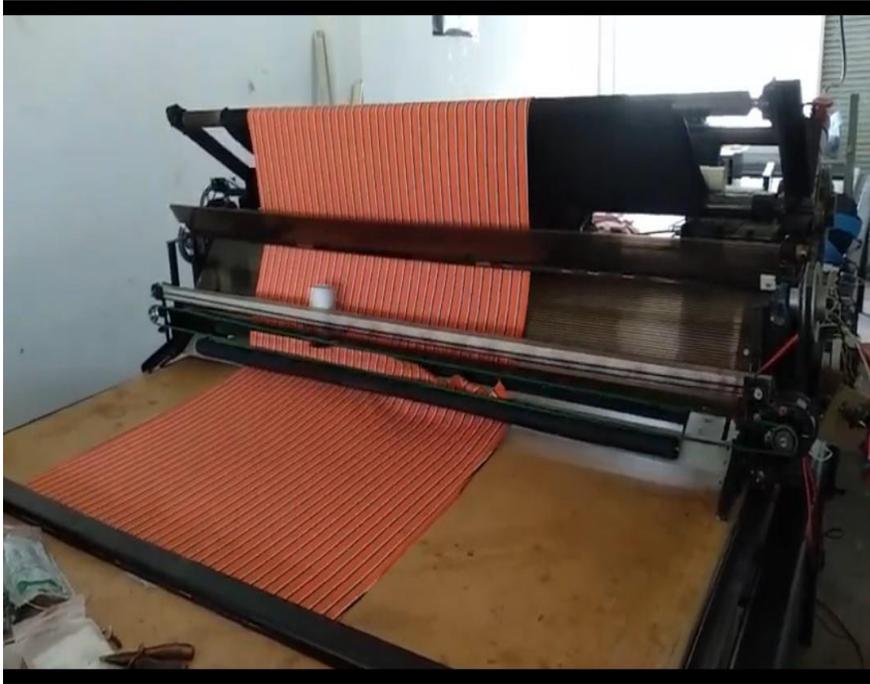
Verificando sistema de poleas



Montando sistema de frenado



Sistema de tendido y de corte



Carcasa de la máquina



La Máquina cumpliendo lo planteado al inicio del proyecto



ANEXOS DE MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA TENEDORA DE TELA AUTOMÁTICA

Información importante de seguridad

Los accidentes que se pueden producir en la operación, el mantenimiento o la reparación de este producto, se deben a que no se leen las advertencias y las normas básicas de seguridad. Se puede evitar los accidentes si el usuario está correctamente informado sobre los riesgos que se pueden presentar al usar este producto.

No opere este producto ni realice ningún trabajo de mantenimiento o reparación hasta que haya leído y entendido toda la información aquí presente.

Los peligros se identifican con el siguiente símbolo de advertencia:



El mensaje que aparece en la parte de abajo del símbolo de advertencia, explica el peligro y está presentado en forma escrita o gráfica.

CONTENIDO

Introducción.....

Sección de Información sobre el Producto

Información del producto.....

Sección de Seguridad

Avisos de seguridad.....

Información general sobre peligros.....

Prevención contra cortes.....

Sección de Operación

Encendido y apagado del sistema.....

Parada de emergencia del sistema.....

Apagado automático del sistema.....

Sección de Mantenimiento

Lubricación de los cojinetes.....

Signos de desgaste de los lubricantes.....

Mantenimiento del motor.....

Limpieza del sistema de corte.....

Procedimiento para desarmar el sistema.....

Programa de mantenimiento preventivo.....

Reparación del sistema.....

Introducción

Este manual contiene información sobre la máquina tendedora automática de tela, la seguridad del usuario, la operación del sistema, el mantenimiento de las partes de la máquina y la

reparación de las mismas. Este manual debe guardarse en la máquina o en un lugar cercano donde se opere la misma.

Sección de Información sobre el producto

Información del producto

El producto que usted ha adquirido es una máquina tendedora automática de tela, su principal función es tender el rollo de tela capa por capa en la mesa de corte de manera que cumpla los tendidos que va a trabajar.

Sección de Seguridad

Avisos de seguridad

Esta sección contiene información sobre distintas señales de advertencia y su ubicación exacta en el producto. Familiarícese con todas las señales de advertencia.

Si las señales no son visibles por suciedad, limpie el área con un trapo ligeramente húmedo con agua, no utilice excesiva agua ni disolventes ya que puede despegar el adhesivo.

Aviso de Seguridad (1)



No opere este producto ni trabaje en él hasta que haya leído y comprendido todas las instrucciones y señales de advertencias que se encuentran en el Manual de Operación y Mantenimiento. Si no se hace caso a las instrucciones y a las señales de advertencia, puede producirse accidentes leves y graves.

Esta etiqueta está ubicada en un costado de la máquina, lugar que es totalmente visible.

Aviso de Seguridad (2)

En esta zona usted puede sufrir aplastamiento 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.

Esta etiqueta está ubicada en la tapa del sistema de transmisión.

Aviso de Seguridad (3)

En esta zona usted puede sufrir corte 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.

Esta etiqueta está ubicada en tres posiciones. Una la cavidad de entrada, otra en cubierta de la zona de corte y otra en la tapa lateral de la zona contenedora del motor.

Aviso de Seguridad (4)



Si usted toca esta zona puede sufrir cortaduras. Si no se hace caso a las instrucciones y a las señales de advertencia que se encuentran en el Manual de Operación y esta etiqueta esta de mantenimiento ubicada en la zona contenedora del Motor.

Prevención contra cortes

Si en la cavidad de entrada se produce un estancamiento por el exceso de tela que va ser tendida, retire la mitad del mismo y la otra mitad empuje lentamente hacia el interior de la zona de corte, su mano puede llegar máximo hasta la zona señalada.

No encienda la máquina si la zona contenedora del motor y la zona del corte están descubiertas por sus respectivas tapas.

Sección de Operación

Encendido y apagado del sistema

Para encender la máquina primero se verifica que esté completamente armada y que no haya ningún objeto en la zona del tendido. En el panel de control si se presiona el botón

verde de encendido la máquina empieza a funcionar la zona de sacar la tela, y si se presiona el botón negro de apagado la máquina deja de funcionar.

Parada de emergencia del sistema

Si se suscita una emergencia por un posible accidente de que se atranque la tela o falla mecánica se presiona el botón de parada de emergencia, el cual se encuentra lo más cercano a la cavidad de entrada que es de color ojo en forma de hongo.

Apagado automático del sistema

Si la máquina se encuentra encendida pero no es usada durante al menos diez minutos, se apagará automáticamente para ahorrar energía eléctrica.

Sección de Mantenimiento

Lubricación de los cojinetes

Los cojinetes con contacto de rodadura se lubrican con grasa a temperatura ambiente 20°C y a velocidades bajas menores que 500 rpm; a temperatura y velocidades mayores se lubrica con aceite.

-Los aceites que se usan para lubricar rodamiento son aceites minerales limpios y estables. Bajo cargas ligeras y velocidades bajas, se usa aceite ligero. Las cargas mayores y las velocidades altas requieren aceites más pesados. El límite superior recomendado para la temperatura del lubricante es de 70°C (Mott, R. L., 2006, p. 621).

-El tiempo de vida de un rodamiento se define por las revoluciones llevadas a cabo por el mismo hasta que aparecen los primeros signos de exfoliación, es decir aparecen fisuras y desprendimientos de materia lo cual significa que el cojinete se está destruyendo y es necesario reemplazarlo.

Si se observa cualquiera de los siguientes signos de desgaste en los cojinetes, significa que se los debe reemplazar de inmediato:

Signos de desgaste de los cojinetes

Si usted divisa una de los siguientes signos en los cojinetes significa que debe ser reemplazado:

-Exfoliación: marcas en los cuerpos rodantes. Desgaste natural, falta de lubricación o desalineación de los ejes.

-Gripado: arranques superficiales de material, jaulas destruidas. Falta de lubricante o calentamiento excesivo.

-Cráteres y estrías: arranques transversales de material.

-Corrosión: oxidación localizada o generalizada. Protección deficiente. Mal ajuste entre las pistas y eje o alojamiento.

-Coloración: coge color rojizo por polimerización del lubricante. Mala elección del lubricante, calentamiento excesivo.

-Vibraciones: son perceptibles a mano o con instrumentos adecuados.

-Ruidos: pueden ser normales o debidos al deterioro.

-Elevación de temperatura: toda elevación de lo considerado normal nos creara un deterioro.

-Aumento del par torsional en el motor: para realizar un movimiento siempre tenemos un par. Si el par aumenta es debido a un deterioro. Mayor gasto de energía para mover lo mismo.

Mantenimiento del motor

Léase el manual de usuario del motor.

Limpieza del sistema

La limpieza del sistema de transmisión consiste en eliminar toda clase de residuos que ha quedado del proceso del tendido de tela, y se lo realiza de la siguiente manera:

-Retire la cubierta de la zona del motor para ello utilice una llave 13, coloque los pernos en un sitio apropiado donde no se los pueda extraviar.

-Mediante una franela seca o húmeda limpie todo el sistema de desvainado, retirando las impurezas.

-No utilice ningún tipo de aceite, desinfectante, ni gasolina en el proceso.

Programa de mantenimiento preventivo

Para los mecanismos de la máquina se conserven en buen estado, funcionen correctamente y no fallen en sus funciones, tenemos que realizar un mantenimiento preventivo siguiendo las recomendaciones de la siguiente tabla:

Sistema Período	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral
Sistema general				
Revisión del apriete de los pernos	X			
Revisión del buen estado de la estructura	X			
Sistema de corte y de sacar la tela				
Revisión del buen estado de los cojinetes	X			
Revisión del apriete de los pernos de los cojinetes	X			

Lubricación de los cojinetes				X
Revisión del apriete de los Pernos de la malla filtradora	X			
Revisión del buen estado del eje y sus componentes	X			
Limpieza del sistema		X		
Sistema eléctrico y de control				
Revisión del buen estado del cableado y sus conexiones				X
Revisión del motor			X	
Limpieza del sensor		X		
Sistema de transmisión				
Revisión de la tensión de las bandas y su buen estado		X		
Revisión del buen estado de las poleas			X	

Procedimiento para desarmar el sistema de la máquina tendedora automática de tela

Para desarmar completamente el sistema siga las siguientes instrucciones:

Obtenga dos recipientes para colocar en ellos los pernos que se extraerán de todo el sistema. En un recipiente coloque los pernos de acero (color gris) y en el otro recipiente coloque los pernos de acero (color negro).

Utilizando la llave 13 saque los pernos de la tapa lateral de la zona contenedora del motor. Retire dicha tapa y colóquela en un lugar donde no pueda sufrir daños por accidentes. Coloque los pernos de en el recipiente para pernos de acero.

Utilizando la llave 10 saque los pernos de la plancha de aluminio de la zona de salida de la tela. Retire dicha plancha y colóquela en un lugar donde no pueda sufrir daños por accidentes. Coloque los pernos de en el recipiente para pernos de acero inoxidable.

Utilizando la llave 13 saque los pernos de la tapa lateral de la cubierta de la zona de frenado. Retire dicha tapa y colóquela en un lugar donde no pueda sufrir daños por accidentes. Coloque los pernos de en el recipiente para pernos.

Utilizando la llave 10 saque los pernos de la malla filtradora del ventilador que esta junto al motor. Retire dicha malla y colóquela en un lugar donde no pueda sufrir daños por accidentes. Coloque los pernos de en el recipiente para pernos de acero.

Utilizando sus dos manos retire la parte restante que es un riel donde está el motor de corte. Colóquela en un lugar donde no pueda sufrir daños por accidentes.

Utilizando la llave 13 saque los pernos de la cubierta del segundo ventilador déjela suelta. Coloque los pernos de en el recipiente para pernos.

Utilizando la llave 19 saque los pernos de la tapa desarmable de la chumacera y colóquela en un lugar donde no pueda sufrir daños por accidentes. Coloque los pernos de en el recipiente para pernos de acero.

Con la ayuda de otra persona, desplacen el eje horizontalmente de izquierda a derecha lenta y cuidadosamente y colóquelo en la base de la zona contenedora del motor.

Coloque al eje en posición vertical y retire la cubierta del ventilador desplazándola a lo largo del eje.

Para armar la zona de transmisión siga los pasos del 10 al 1.

Reparación del sistema

Si se suscitaran fallas en el sistema mecánico o eléctrico, usted puede dirigirse a un centro de mecánica industrial en donde un técnico lo ayudará a resolver el problema.

PLANOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS