



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

"DISEÑO MECÁNICO DE UN PROTOTIPO
PARA CORTE DE FILTROS DE TELA"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO
P R E S E N T A :
RAFAEL RUIZ LUNA

DIRECTOR DE TESIS: ING. MARIANO GARCÍA DEL GÁLLEGO

México, D.F.

SEPTIEMBRE DE 2004



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

*Dedico este trabajo a mi padre, **Rafael Ruiz Luna**.
Por su cariño, comprensión, amor y por la mejor
herencia que me pudo jamás a ver dado,
mi educación.
GRACIAS.*

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Ruiz Luna Rafael

FECHA: 10 de Septiembre del 2009

FIRMA: 

A mis tíos:

*José G. Ruiz Luna, que siempre ha creído en mí.
Natalia Vázquez Luna, el amor que siempre medio,
nunca lo he olvidado.
María Ruiz Luna, siempre recordaré su amable sonrisa.*

A mis primas:

*Ma. del Carmen Zaldivar Vázquez,
Susana E. Mejía Vázquez,
Magdalena Zaldivar Ruiz;
Sin su apoyo no hubiera alcanzado este gran logro.*

A mis amigos:

*Enrique Wuest Espinosa, Enrique Wuest Cuevas, Lili Espinosa, que siempre han estado
ahí para mí.*

*Agustín Valera, Luis Flores, Omar A. Sósol, Julián Martínez, Fredy Chavarria,
Carlos Escobar, Rodrigo Vera, Enrique Villegas, Axel Cisneros, que me han acompañado a
lo largo de mis estudios.*

*Ulises Peñuelas, Gabriel Hurtado, Shair Flores, Martín Ortega, Juan Carlos Contreras,
Billy Madero, Sergio Esteves, Carmen López, Pilar Corona, Fernando Macedo, Mariano
García.*

Y a todas aquellas personas que a lo largo de mi vida me han mostrado su amistad.

GRACIAS

Rafael Ruiz Luna

| | |
|--|-----------|
| Índice | <i>i</i> |
| <i>Introducción</i> | <i>iv</i> |
| 1 <i>Antecedentes</i> | <i>1</i> |
| 2 <i>Definición General del Problema</i> | <i>6</i> |
| 2.1 Aclarar los objetivos generales | |
| 2.2 Establecer los requerimientos generales del usuario | |
| 2.3 Identificar las restricciones generales | |
| 2.4 Establecer funciones generales | |
| 3 <i>Sistema de Corte</i> | <i>19</i> |
| 3.1 Definición del problema | |
| 3.1.1 Aclarar objetivo | |
| 3.1.2 Establecer requerimientos del usuario | |
| 3.1.3 Identificar restricciones | |
| 3.1.4 Establecer funciones | |
| 3.2 Diseño conceptual | |
| 3.2.1 Establecer especificaciones del diseño | |
| 3.2.2 Generar alternativas | |
| 3.3 Diseño de configuración | |
| 3.3.1 Modelar y analizar el diseño | |
| 3.3.2 Probar y evaluar el diseño | |
| 3.4 Diseño de detalle | |
| 3.4.1 Afinar y optimizar el diseño | |
| 3.5 Comunicación del diseño | |
| 3.5.1 Documentar el diseño | |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.4 | Diseño de detalle | |
| 5.4.1 | Afinar y optimizar el diseño | |
| 5.5 | Comunicación del diseño | |
| 5.5.1 | Documentar el diseño | |
| 6 | <i>Diseño de Configuración y Detalle del Conjunto</i> | 82 |
| 6.1 | Modelar y analizar el diseño | |
| 6.2 | Probar y evaluar el diseño | |
| 7 | <i>Conclusiones</i> | 87 |
| 8 | <i>Bibliografía</i> | 89 |

Anexo

- A. Sistema estructural
- B. Sistema de Control
- C. Fuerza de corte
- D. Cálculos
- E. Dispositivo para las pruebas de corte
- F. Planos

| | | |
|-------|---|----|
| 5.4 | Diseño de detalle | |
| 5.4.1 | Afinar y optimizar el diseño | |
| 5.5 | Comunicación del diseño | |
| 5.5.1 | Documentar el diseño | |
| 6 | <i>Diseño de Configuración y Detalle del Conjunto</i> | 82 |
| 6.1 | Modelar y analizar el diseño | |
| 6.2 | Probar y evaluar el diseño | |
| 7 | <i>Conclusión</i> | 87 |
| 8 | <i>Bibliografía</i> | 89 |

Anexo

- A. Sistema estructural
- B. Sistema de Control
- C. Fuerza de corte
- D. Cálculos
- E. Dispositivo para las pruebas de corte
- F. Planos

Introducción

Este trabajo presenta el desarrollo de una máquina para corte de filtros. En el capítulo de antecedentes se presenta el proceso para la fabricación de los filtros, mencionando el paso en cual se tienen problemas de tiempo en la empresa. Posteriormente, se mencionan los pasos del proceso de diseño que se emplearán en este trabajo.

En el capítulo 2 se aclaran y definen los objetivos generales por medio de la obtención de los atributos y características del sistema, para esto se utiliza el método de árbol de objetivos. En este mismo capítulo se establecen los requerimientos generales que debe presentar el sistema, mediante una tabla de requerimientos. También se presentan las restricciones con las que se tiene que trabajar para tener un sistema aceptable.

Al estudiar el problema y el objetivo, se obtendrán las funciones que realizará el sistema para hacer el trabajo requerido.

En los capítulos 3, 4, y 5 se aplicará el proceso de diseño para cada función que se genere al hacer el análisis del problema, dependiendo del número de funciones que se obtuvieron. En cada capítulo se aclaran los objetivos, requerimientos y restricciones para obtener las funciones.

Pasando después al diseño conceptual para cada función primitiva, en esta parte se establecen las especificaciones de diseño utilizando el método de despliegue de funciones de calidad (QFD). Posteriormente se proponen alternativas de subsistemas que realicen las funciones establecidas anteriormente.

Una vez hecho lo anterior, se pasará al diseño de configuración donde se utilizará el método de diagrama morfológico para crear un subsistema que realice la función deseada. De esta técnica se puede obtener más de una opción.

Las opciones que se obtuvieron del diagrama morfológico se modelarán utilizando herramientas de CAD. Una vez modeladas estas opciones se evaluarán contra las especificaciones que se generaron. El concepto que salga con una mejor evaluación, se modelará con más profundidad, afinando los detalles del sistema.

Al final de cada uno de estos capítulos se presentan planos del sistema ya detallado.

En el capítulo 6 se utilizan los tres sistemas detallados para ensamblar el sistema en su totalidad, evaluándolo contra los objetivos que se generarán en el capítulo 2 y determinar si se cumplen de manera satisfactoria.

La conclusión presenta los resultados de la evaluación del sistema total y comentarios finales.

Los anexos presentan toda la información que se cree pertinente para entender el sistema que se generó, además de los cálculos que se utilizaron para detallar los sistemas, se presenta un anexo en donde se trata el tipo de control que se usará para manejar la máquina. Así como elementos que se requieren para poder obtener especificaciones de diseño para el corte de tela.

Además de los planos de ensamble y despiece de la máquina, se incluyen planos de piezas individuales.

1 Antecedentes

Diseño de una máquina automática de corte para filtros del tipo manga de tela.

Una empresa que manufactura filtros para cemento, con la meta de convertirse en una compañía líder en su ramo, quiere agilizar su proceso de fabricación de filtros.

A continuación se mencionan los pasos que se llevan a cabo para manufacturar los filtros, los cuales son:

- Cortar los rollos de tela a la distancia requerida para poder hacer los tubos de tela con el diámetro especificado.
- Hacer los tubos de tela; la tela se pasa a una máquina de costura semiautomática, la cual cose la tela lateralmente generando tubos de 50 [m].
- Almacenar los tubos hasta que se tiene una cantidad suficiente para realizar el corte de tubos a la longitud especificada, de cada tubo salen varias mangas.
- Poner bases y jaretas elásticas a las mangas previamente cortadas.
- Por último embolsar y empacar.

La empresa detectó que el proceso de corte de los filtros, toma mucho tiempo, con lo cual se genera un retraso en la producción general de los mismos.

El proceso de corte actualmente se hace a mano. La persona encargada acumula una cantidad de por lo menos 5 tubos, con 50[m] de longitud y por cada tubo de tela se obtienen por lo menos 4 mangas. Esto implica manipular los tubos sobre la mesa de trabajo que tiene una longitud de 4[m], realizar medidas precisas y el corte de las mangas.

Con lo anterior se puede ver que esta parte de la manufactura puede tener una variedad de errores en las medidas, realizar malos cortes y generar tiempos muertos.

La empresa desea un sistema de corte que tenga la capacidad para seccionar los diferentes tipos de tela que son empleados en la manufactura de filtros. Las telas que emplean son: tela de fibra de vidrio, NOMEX¹ y poliéster (Wistel). En el Anexo F se presentan algunas propiedades de las telas. Las mangas son de diferentes longitudes y diámetros, por lo que el sistema debe poder aceptar los cambios de longitud de corte.

En los siguientes párrafos se mencionan algunas características físicas que se desean en el sistema de corte, más adelante se profundizará en éstas.

La máquina de corte tiene que recibir el material de trabajo desde una máquina semiautomática de costura. La máquina de costura desaloja el material a una altura de 1.89 [m] a una velocidad máxima de 0.7334 [m/s] (440 [RPM]), durante el proceso la velocidad es variable, cambiando en el rango de 0.0 a 0.7334 [m/s]. El desalojo no es constante, debido a que la máquina es manejada por un operario. El obrero tiene que acomodar la tela para realizar la costura, lo que da lugar a altos totales en el proceso de costura.

Hay ocasiones en las cuales la máquina de costura no realiza correctamente la costura, por lo que el operario tiene que hacer retroceder el material de trabajo, para descoser y volver a coser el tubo.

Para dar solución a la necesidad de reducir tiempo en el proceso de corte de filtros, se utilizará el proceso de diseño, apoyándose en las especificaciones requeridas por el cliente.

El proceso de diseño se basará en el modelo prescriptivo. Este modelo es una extensión del modelo de 5 etapas². El trabajo de diseño se inicia con el planteamiento del cliente y termina cuando el diseño final se documenta al cliente.

¹ Nomex es el nombre comercial por el cual se le conoce a la poliamida aromática, este material es muy usado en la manufactura de filtros.

² Para más información consultar Dym-Little, *El proceso de diseño en Ingeniería*, Ed. Limusa Wiley, México, 2002

Este modelo consta de 10 tareas de diseño, las cuales pueden ser ubicadas dentro de las 5 etapas del proceso de diseño.

MODELO PRESCRIPTIVO

Definición del problema

1. Aclarar objetivos
2. Establecer requerimientos del usuario
3. Identificar restricciones
4. Establecer funciones

Diseño conceptual

5. Establecer especificaciones del diseño
6. Generar alternativas

Diseño de configuración (Preeliminar)

7. Modelar y analizar el diseño
8. Probar y evaluar el diseño

Diseño de detalle

9. Afinar y optimizar el diseño

Comunicación del diseño

10. Documentar el diseño

A continuación se presenta un comentario de cada uno de los pasos a seguir para llevar a cabo el desarrollo del diseño del sistema de corte.

Análisis e investigación sobre el tema

Aunque no es un paso formal del proceso de diseño se recomienda que el este paso se realice.

Se recabará información necesaria que pueda ser utilizada para obtener soluciones para el problema, también se buscarán soluciones existentes para el problema que se presenta, en caso que ya exista una solución. Esta servirá como solución comparativa, es decir, el diseño que se obtenga en este trabajo tratará de mejorar al diseño ya existente, optimizarlo.

Ahora se definen los pasos del diseño:

Definición del problema

Con esto se quiere decir que es importante entender lo que el cliente desea, detalladamente.

Una vez que se tenga identificado y definido el problema así como los objetivos, se deben establecer los requerimientos del cliente, ó del usuario, así como las especificaciones y restricciones del sistema; por lo que si el proceso de diseño se basa en ideas equivocadas se puede llegar a resultados erróneos para la solución del problema.

Con lo anterior se establecen funciones necesarias para el óptimo funcionamiento del sistema en diseño.

Diseño conceptual

Con la información recabada se establecerán las especificaciones del diseño; es decir, elaborar una lista de atributos independientes del resultado del diseño, tanto para las características requeridas como para las características deseadas. Se obtendrán posibles soluciones para cada uno de las funciones obtenidas, a través de una lluvia de ideas.

De los conceptos obtenidos se realizarán esquemas para dar una idea más concreta de la solución.

Diseño de configuración (Preliminar)

Se modelarán y analizarán los conceptos obtenidos en la etapa anterior. A las soluciones derivadas se les aplicará un método de evaluación, para comprobar y definir cual es el concepto que dará una solución más acertada a nuestro problema, tomando como elementos para la decisión: las especificaciones y requerimientos del cliente, contra las características y virtudes de las soluciones.

Diseño de detalle

Una vez que se haya decidido cuál es la solución óptima para el problema se trabajará en el diseño de la forma y configuración para los elementos de esta idea, para adaptarlos a los requerimientos del cliente. En esta etapa se utilizarán las herramientas necesarias para modelar nuestro concepto, como por ejemplo simulación del modelo. En esta parte se detallarán todas las piezas componentes que se tengan; es decir, se realizarán los cálculos necesarios para el buen funcionamiento de los componentes; en otras palabras, se afinará y optimizará el diseño antes seleccionado.

Comunicación del diseño

Se entregarán los planos de las piezas del sistema de corte, planos de fabricación, así como el plano de ensamble, especificaciones de fabricación y su justificación.

2 Definición General del Problema

Objetivo del trabajo:

Agilizar el proceso de corte de filtros de mangas de tela con buena precisión en las medidas; utilizando un sistema mecánico automático.

2.1 Aclarar los objetivos generales

Atributos y características que debe presentar el sistema.

Objetivos de diseño

- Fácil de ajustar para diferentes telas
- Fácil de ajustar para diferentes tamaños de filtros
- Fácil de manejar
- Alta seguridad mecánica
- Fácil mantenimiento
- No sea demasiado ruidosa
- Fácil de ajustar la velocidad de trabajo
- Rapidez al medir las longitudes de corte
- Baja susceptibilidad a vibraciones
- Partes que no se desprendan accidentalmente
- Número razonable de componentes
- Utilice muchas piezas estandarizadas y comerciales
- Bajo desgaste de partes móviles
- Pocos errores por parte del operador
- Tolerancia a sobrecargas
- Seguridad para el operario.

A continuación se presenta, fig. 2.1, el árbol de objetivos para este sistema:

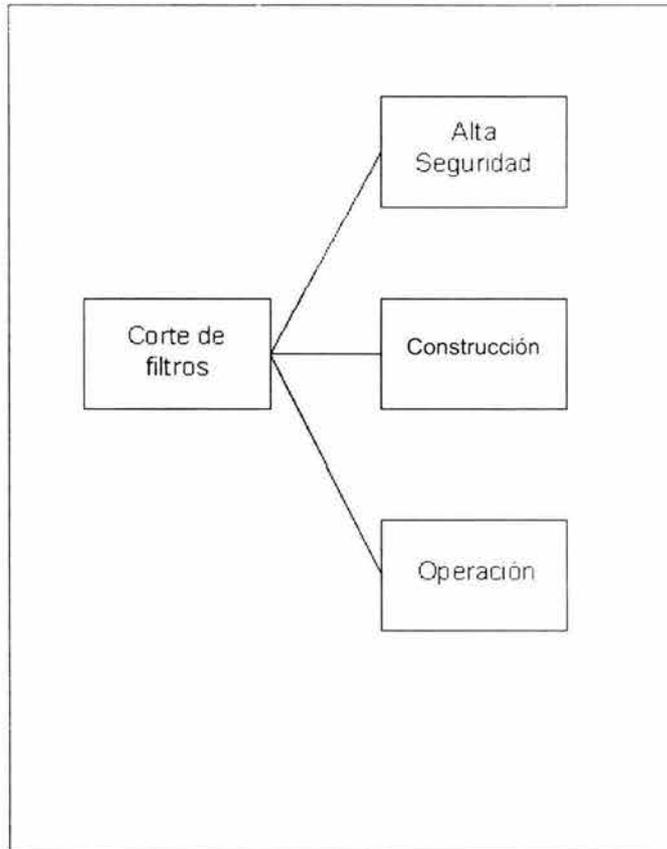


Fig. 2.1 Objetivos de la máquina de corte

Como se ve en la fig. 2.1, los objetivos se dividen en 3 principalmente:

Alta Seguridad: Este objetivo se refiere a la seguridad inherente que debe proveer el sistema para sí y para los operarios.

Construcción: El objetivo abarca las particularidades que se deben considerar para su construcción y manufactura.

Operación: Este objetivo envuelve las acciones que debe realizar el sistema o la máquina.

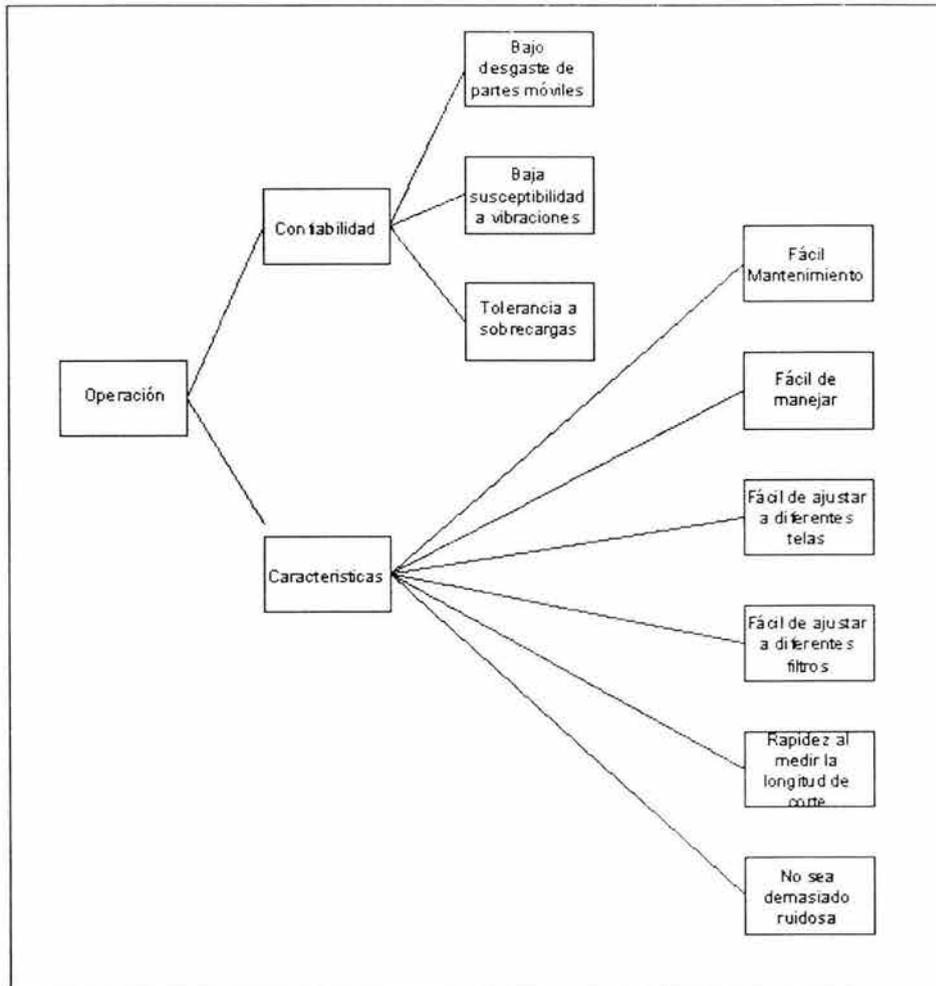


Fig.2.2 Sub-objetivos de Operación

A su vez el objetivo de operación se divide en confiabilidad y características de operación fig.2.2.

La confiabilidad se refiere al desempeño del sistema bajo ciertos estados de funcionamiento. Las características de operación como ya se mencionó anteriormente, son la acciones que debe presentar el sistema.

En la fig. 2.3 podemos ver los objetivos que corresponden a seguridad y construcción.

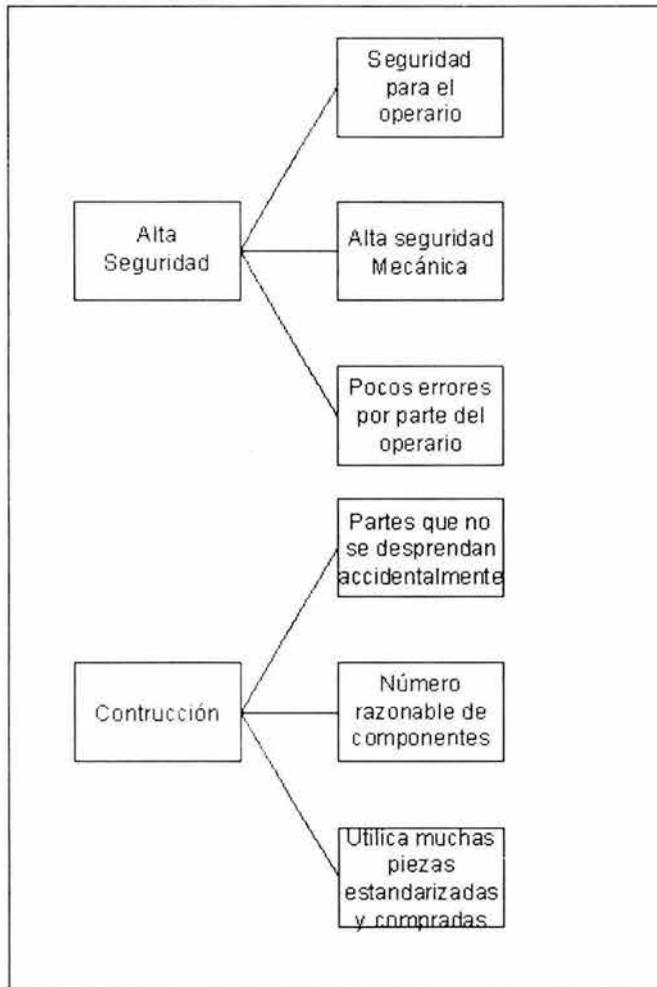


Fig. 2.3 Sub-objetivos de seguridad y de construcción

Ya que se han agrupado en categorías los objetivos, a continuación se desglosan los objetivos:

- 1 Seguridad
 - 1.1 Seguridad mecánica
 - 1.2 Pocos errores por parte del operario
 - 1.3 Seguridad para el operario
- 2 Operación
 - 2.1 Confiabilidad
 - 2.1.1 Bajo desgaste de partes móviles

2.1.2 Baja susceptibilidad a vibraciones

2.1.3 Tolerancia a sobrecargas

2.2 Características

2.2.1 Fácil mantenimiento

2.2.2 Fácil de manejar

2.2.3 Fácil de ajustar para diferentes telas

2.2.4 Fácil de ajustar a diferentes longitudes

2.2.5 Rapidez al medir la longitud de corte

2.2.6 No demasiado ruidosa

2.2.7 No muy voluminosa

2.2.8 Trabajo continuo

Ahora es importante definir cuáles son los objetivos de más peso en el problema. Con lo anterior en mente se definen porcentajes para los objetivos primarios, de los cuales se parte hacia abajo desglosando el porcentaje. Estos porcentajes se obtuvieron de una charla con las personas relacionadas directamente con el proceso de la manufactura de filtros. Una vez que se expusieron los distintos puntos de vista se acordó que los porcentajes sean de la siguiente manera:

50% operación,

30% construcción y

20% seguridad.

Los resultados que se presentan en la tabla 2.1:

| | | | |
|---|---|--|--|
| Corte de tela[100%] | Operación[50%] | Confiabilidad [40%/20%] | Bajo desgaste de partes móviles [60%/12%] |
| | | | Baja susceptibilidad a vibraciones [10%/2%] |
| | | | Tolerancia a sobrecargas [30%/6%] |
| | | Características [60%/30%] | Fácil mantenimiento [20%/6%] |
| | | | Fácil de manejar [15%/4.5%] |
| | | | Fácil de ajustar a diferentes tipos de telas [20%/6%] |
| | | | Fácil de ajustar a diferentes Filtros [20%/6%] |
| | Rapidez para medir la longitud de corte [20%/6%] | | |
| | No sea demasiado ruidosa [5%/1.5%] | | |
| | Alta seguridad[20%] | Seguridad para el operario [20%/4%] | |
| | | Alta seguridad mecánica [30%/6%] | |
| | | Pocos errores por parte del operario [50%/10%] | |
| | Construcción[30%] | Partes que no se desprendan fácilmente [20%/6%] | |
| Número razonable de componentes [40%/12%] | | | |
| Utilice principalmente piezas estandarizadas y comerciales [40%/12%] | | | |

Tabla 2.1 Importancia de los objetivos individuales

A continuación en la tabla 2.2 se despliegan los objetivos por importancia porcentual.

| | Objetivo | Porcentaje |
|-----|--|-------------------|
| 1. | Poco desgaste de partes móviles | 12% |
| 2. | Número razonable de componentes | 12% |
| 3. | Utilizar piezas estandarizadas y comerciales | 12% |
| 4. | Pocos errores por parte del operario | 10% |
| 5. | Tolerancia a sobrecargas | 6% |
| 6. | Fácil mantenimiento | 6% |
| 7. | Fácil de ajustar a diferentes telas | 6% |
| 8. | Fácil de ajustar a diferentes filtros | 6% |
| 9. | Rapidez para medir la longitud de corte | 6% |
| 10. | Alta seguridad mecánica | 6% |
| 11. | Partes que no se desprendan fácilmente | 6% |
| 12. | Fácil de manejar | 4.5% |
| 13. | Seguridad para el operario | 4% |
| 14. | Baja susceptibilidad a vibraciones | 2% |
| 15. | No sea demasiado ruidosa | 1.5% |
| | Total | 100% |

Tabla 2.2 Importancia de los objetivos

Analizando esta tabla los representantes están de acuerdo en lo general con la posición de los objetivos.

A partir de esto podemos definir un objetivo más estructurado para el presente trabajo:

Objetivo: Diseñar un sistema con bajo desgaste de partes móviles; compuesto de un número razonable de partes, utilizando piezas estandarizadas y comerciales dentro del mercado; en el cual se tengan pocos errores por parte del operario; que soporte sobrecargas, que sea de fácil mantenimiento, que presente facilidad para ajustar a diferentes tipos de telas y diferentes tipos de filtros; rápida para medir la longitud de corte empleada en el momento, con alta seguridad mecánica, partes que no se desprendan fácilmente, fácil de manejar, proporcione seguridad al operario, baja susceptibilidad a vibraciones, no provoque mucho ruido.

2.2 Establecer los requerimientos generales del usuario

En la siguiente tabla se presenta una lista de lo que requiere la máquina y de lo que desearía que presentara en sus características de funcionamiento.

| | Características | |
|--|-----------------|----------|
| | Requeridas | Deseadas |
| 1.Características generales | | |
| Máquina de ambiente textil | X | |
| Utilización del espacio: máximo en relación a las dimensiones externas | | X |
| Una entrada de trabajo | X | |
| Una salida de trabajo | X | |
| 2.Condiciones de trabajo | | |
| Trabajo continuo | | X |
| Días laborales de 16 [hr] | X | |
| 3.Dimensiones | | |
| Longitud 3 [m] | | X |
| Ancho 1.5 [m] | X | |
| Altura 2 [m] | X | |
| 4.Peso | | |
| Peso neto máximo 1000 [kg] | | X |
| 5.Velocidad | | |
| Velocidad máxima 0.7334 [m/s] (440 [RPM]) | X | |
| Altos totales frecuentes | X | |
| 6.Tipo de Actuadores | | |
| Lineales | | |
| Eléctrico | | X |
| Hidráulico | | |
| Neumático | | |
| Mecánico | | |

Tabla 2.3 Requerimientos del usuario

| | Características | |
|---|-----------------|----------|
| | Requeridas | Deseadas |
| Rotatorios | | |
| Eléctrico | | X |
| Hidráulico | | |
| Neumático | | |
| Térmico | | |
| 7.Características de los actuadores | | |
| Lineal | | |
| Potencia: La necesaria para el corte del filtro | X | |
| Rotatorios: | | |
| Potencia Máxima: 5 Hp. | | X |
| 8.Mantenimiento | | |
| Mínimo y sencillo | | X |
| Refacciones: fáciles de encontrar | X | |
| 9.Utilización, Uso | | |
| Utilización sencilla | | X |
| Uso frecuente | X | |
| Confiabilidad alta | X | |
| 10.Durabilidad | | |
| 10 años | | X |
| 11.Seguridad | | |
| Tan alta como sea posible(activa y pasiva) | X | |
| 12.Precio | | |
| De \$150,000.00 a \$200,000.00 (M. N.) | | X |

Tabla 2.3 Requerimientos del usuario(Continuación)

2.3 Identificar las restricciones generales

Para desarrollar bien el diseño es necesario saber a que restricciones estará sujeto el sistema. Las restricciones como se puede ver en la tabla siguiente son de índole física.

| Dimensiones | |
|--------------------------------|-----------|
| Longitud | 3 [m] |
| Ancho | 1.5 [m] |
| Altura | 2 [m] |
| Peso | |
| Peso neto máximo | 1000 [kg] |
| Precio | |
| De \$150,000.00 a \$200,000.00 | |
| Vibración | |
| Razonable | |

Tabla 2.4 Restricciones

2.4 Establecer funciones generales

Para establecer el tipo de funciones que debe realizar el sistema, se comienza por obtener el tipo de entradas que recibirá el sistema y qué regresará. Este se muestra en un diagrama de caja negra.

Como se muestra en la fig. 2.4 las entradas del sistema serán: energía, que suministrará potencia para el funcionamiento del sistema diseñado; el tubo de tela, que es la materia de trabajo; y un vector de opciones; es decir, este vector indicará el tipo de trabajo que realizará el sistema, una selección de un tipo específico de filtro. El sistema regresará la tela cortada, ruido y una indicación de estado.



Fig.2.4 Caja negra del sistema

El desarrollo de la máquina cortadora se subdividirá en funciones específicas, que se encargarán de realizar un objetivo en especial.

Las funciones son:

- Función de alimentación
- Función de corte
- Función de desalojo
- Función de control
- Función de alimentación eléctrica
- Función albergue de todas las funciones

Para cada una de las anteriores funciones enlistadas se proponen una serie de sistemas que puedan realizar las funciones:

- *Sistema de alimentación:* Este sistema se encarga de recibir el material de una máquina de costura, con la característica de poder regresar el material de trabajo cuando la máquina de costura lo requiera.
- *Sistema de corte:* Este sistema cortará el material de trabajo, donde el material de trabajo es variado.
- *Sistema de desalojo:* Este sistema sacará el material de trabajo ya cortado.
- *Sistema de control:* Este sistema toma de control cuándo cortar, cuándo alimentar material y cuando desalojar el material de trabajo.

- *Sistema eléctrico electrónico:* Este sistema se encargará de rastrear las señales necesarias para el funcionamiento del sistema, así como la energía que se requiera.
 - *Sistema estructural:* Proporciona rigidez y soporte a los demás sistemas.
- A continuación se mostrará en diagrama de caja transparente:

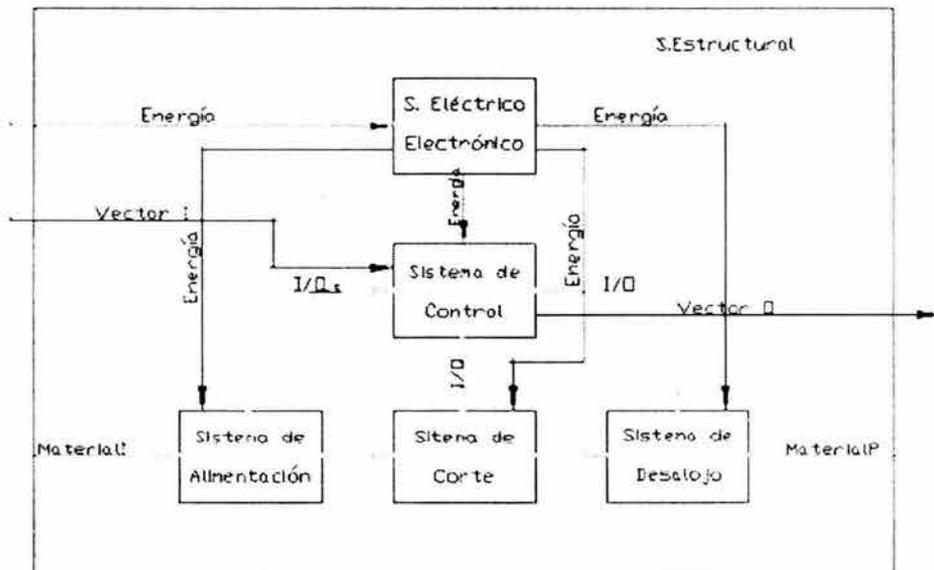


Fig. 2.5 Caja de cristal

En el diagrama se nota la comunicación entre los sistemas independientes con el sistema de control.

Esto implica que la velocidad de alimentación de la máquina cortadora de tela debe ser controlada y sincronizada con la máquina de costura.

Por lo anterior, la máquina de corte deberá saber cuándo y cuánto está retrocediendo el tubo para recoserlo.

3 Sistema de Corte

3.1 Definición del problema

3.1.1 Aclarar objetivo

Como ya se mencionó en los antecedentes, el sistema de corte debe ser flexible, en lo que se refiere a los diferentes tipos de telas empleados en la manufactura de filtros.

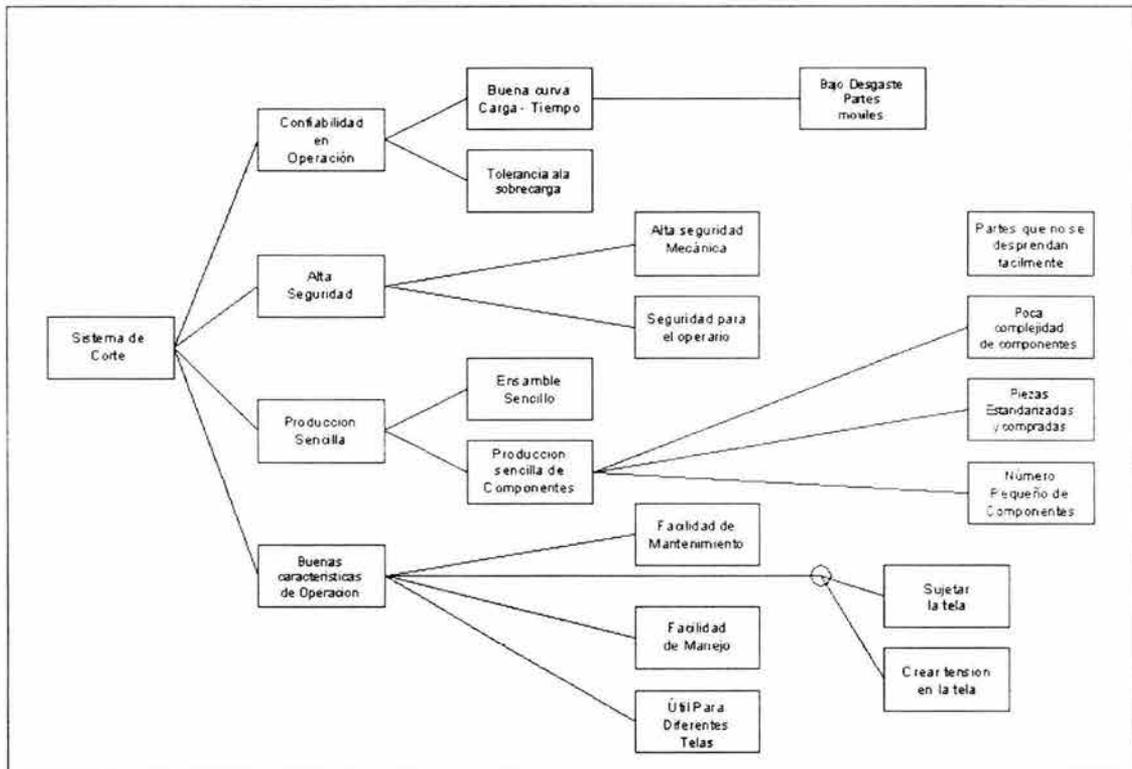


Fig. 3.1 Objetivos del sistema de corte

En la fig. 3.1 se ven algunos de los objetivos que debería tener el sistema de corte, aunque no están ponderados aún.

Se debe determinar el porcentaje de importancia para estos criterios, en la tabla 3.1 se desglosan los objetivos ,según las opiniones del supervisor de piso.

| | | | |
|------------------------|---------------------|---|--|
| Sistema de corte[100%] | Operación[50%] | Confiabilidad [40%/20%] | Bajo desgaste de partes móviles [60%/12%] |
| | | | Baja susceptibilidad a vibraciones [10%/2%] |
| | | | Tolerancia a sobrecargas [30%/6%] |
| | | Características [60%/30%] | Fácil mantenimiento [40%/12%] |
| | | | Fácil de manejar [7.5%/2.19%] |
| | | | Sujetar la tela [7.5%/2.19%] |
| | | | Tensión en material [5%/1.5%] |
| | | | Útil para diferentes telas [40%/12%] |
| | Alta seguridad[20%] | Seguridad para el operario [40%/8%] | |
| | | Alta seguridad mecánica [60%/12%] | |
| | Producción[30%] | Partes que no se desprendan fácilmente [30%/9%] | |
| | | Número razonable de componentes [10%/3%] | |
| | | Utilice principalmente piezas estandarizadas y comerciales [40%/12%] | |
| | | Poca complejidad de componentes [10%/3%] | |
| | | Ensamble sencillo [10%/3%] | |

Tabla 3.1 Objetivos para el sistema de corte con su porcentaje

3.1.2 Establecer requerimientos del usuario

Los requerimientos que se desean en el sistema de corte son los siguientes, tabla 3.2:

| | Características | |
|------------------------------------|-----------------|----------|
| | Requeridas | Deseadas |
| 1.Características generales | | |
| Corte Industrial de tela | X | |
| Número de entradas: 1 | X | |
| Número de salidas: 1 | X | |
| 2.Condición De Trabajo | | |
| Ambiente textil | | X |
| 3.Dimensiones | | |
| Longitud: 0.50 [m] | | X |
| Ancho: 1.50 [m] | X | |
| Altura: 1.00 [m] | | X |
| 4.Peso | | |
| peso neto máximo 100 [kg] | | X |
| 5.Velocidad | | |
| Velocidad de corte 1 [corte/ s] | | X |

Tabla 3.2 Requerimientos del sistema

| | Características | |
|--|-----------------|----------|
| | Requeridas | Deseadas |
| 6. Tipo de actuador | | |
| Eléctrico | | X |
| Hidráulico | | |
| Neumático | | |
| Mecánico | | |
| 7. Características del actuador | | |
| La fuerza necesaria para el corte | X | |
| 8. Mantenimiento | | |
| Mínimo y Sencillo | X | |
| Refacciones: fáciles de encontrar | X | |
| 9. Uso | | |
| Utilización sencilla | | X |
| Uso frecuente | X | |
| Confiabilidad alta | X | |
| 10. Durabilidad | | |
| 10 años | | X |
| 11. Seguridad | | |
| Operario | X | |
| Operación | X | |

Tabla 3.2 Requerimientos del sistema (Continuación)

| | Características | |
|------------------------------|-----------------|----------|
| | Requeridas | Deseadas |
| 12.Material | | |
| Acero | | |
| Aluminio | | X |
| Plástico | | |
| 13.Señales | | |
| De corte realizado | X | |
| De material | | X |
| Seguridad | X | |
| Rapidez de señal 0.1 [ms] | | |
| 14.Energía | | |
| Fuente disponible de energía | | |
| 5 [V] | | X |
| 24 [V] | | |
| 110 [V] | | X |
| 220 [V] | | |
| Variación de voltaje +/- 15% | | X |

Tabla 3.2 Requerimientos del sistema (Continuación)

Los tipos de tela que se deben manejar son:

- Nomex
- Fieltro de alta densidad
- Wiestel
- Poliéster

Las propiedades de las distintas telas se enlistan en la tablas del Anexo F.

3.1.3 Identificar restricciones

Las restricciones de este sistema son las capacidades de carga permisibles para no elevar los costos de los actuadores, así como las restricciones de volumen que se mencionaron anteriormente.

3.1.4 Establecer funciones

El sistema de corte es complejo por lo cual se recomienda dividir el sistema en funciones básicas.

Las funciones en las que se subdividirá el sistema de corte son:

- Función de corte de material
- Función para el accionamiento del sistema de corte
- Función de entrada
- Función de salida
- Función de seguridad

A las funciones que se mencionan les corresponden sus respectivos sistemas, que realizan las funciones enlistadas.

3.2 Diseño conceptual

3.2.1 Establecer especificaciones del diseño

A continuación se presenta la tabla 3.3 en la que se relacionan los objetivos con las especificaciones de ingeniería.

Para establecer las especificaciones del diseño se utiliza una herramienta que se llama despliegue de funciones de calidad o como es más conocido QFD. Esta herramienta ayuda a generar la información que se necesita para establecer las especificaciones en la fase de desarrollo del diseño.³

³ Ullman D. *The Mechanical Design Process*, Third Edition, Mc.Graw-Hill, 2003, Capitulo 6.

| Requerimientos Sistema de corte | | Supervisor de proceso | Cantidad de desgaste | Facilidad para sujetar la tela | Reserva para sobre carga | Seguridad mecánica esperada | Tensión para facilitar el corte | Posibilidad de daño físico | # Componentes | Complejidad de componentes | # Componentes estandarizadas | Sencillez de ensamble | Tiempo y costo de mantenimiento | Facilidad al operar | Seguridad en acoplamientos y juntas | Facilidad para cortar las telas |
|---|---|-----------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Dirección para mejorar | Unidades | | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | ↓ | ↓ | ↑ | ↓ | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | | | / | / | % | / | / | / | # | / | # | / | Min | / | / | / |
| Confiabilidad | Bajo desgaste de partes móviles | 12 % | ⊙ | ○ | | ○ | | | △ | | | | | | | ○ |
| | Tolerancia a sobrecargas | 8% | | | ⊙ | | | | | | | | ○ | ⊙ | | |
| Características | Fácil mantenimiento | 12 % | △ | | | | | | | | | | ⊙ | | | |
| | Útil para diferentes telas | 12 % | | | | | | ○ | | | | | | | | ⊙ |
| | Fácil de manejar | 2.1 9% | | | | | | | | | | | | ⊙ | | |
| | Sujeción de tela | 2.1 9% | | ⊙ | | | | | | | | | | | | |
| | Tensión al cortar | 1.5 % | | | | | ⊙ | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alta seguridad | Alta seguridad mecánica | 12 % | | | ⊙ | ⊙ | | | | | | | △ | | | |
| | Seguridad Para el operario | 8% | | | | | | ⊙ | | | | | | | | |
| Producción | Partes que no se desprendan accidentalmente | 9% | | ○ | ○ | △ | | | | | | | ○ | | | ⊙ |
| | Utilizar muchas piezas estandarizadas y compradas | 12 % | | ○ | | ○ | | | | ○ | ⊙ | | | | | |
| | Número razonable de componentes | 3% | | | | | | | ⊙ | | △ | | | | | |
| | Poca complejidad de los componentes | 3% | | | | | | | △ | ⊙ | | | ⊙ | | | |
| | Ensamble sencillo | 3% | | | | | | | | ⊙ | | | ⊙ | | | |
| Proceso actual de corte (metas lím. inferior) | | | / | / | / | regular | Pocos | / | Baja | 9 | / | 180 | / | / | / | / |
| Metas limite superior | | | / | 410 | 3 | ↑ | ↓ | / | / | / | / | 1 día | / | / | / | / |

⊙= Fuerte Relación
 ○= Relación media
 △= Relación Débil
 En Blanco = Sin Relación del todo

Tabla 3.3 QFD del sistema de corte

A continuación se enlistan los criterios, destacando los valores entre los que se deben ubicar para satisfacer las necesidades, tabla 3.4.

| | |
|---|---|
| <p>Cantidad de desgaste</p> | <p>La cantidad de desgaste es difícil de cuantificar en una máquina ya fabricada. Lo que se busca con este criterio es que todas las partes móviles, fabricadas o adquiridas comercialmente, sean afectadas en un mínimo por el desgaste. Esto se logra con lo siguiente: que las partes móviles tengan una lubricación adecuada, por lo que a toda parte móvil se le tiene que agregar un sistema de lubricación ya sea manual o autónomo, tratando que el lubricante se contamine lo menos posible por partículas extrañas.</p> |
| <p>Facilidad para sujetar tela</p> | <p>Este criterio se divide en dos partes: la rapidez para sujetar y la presión necesaria que se requiere para evitar el movimiento no deseado del material al ser manipulado por otro sistema. Por lo tanto este criterio está dirigido al accionamiento que activa la sujeción. La velocidad de reacción del accionamiento tiene que ser menor a un segundo. La fuerza mínima que debe entregar el accionamiento, para evitar el deslizamiento, es de 1[kg]</p> |
| <p>Reserva para sobre carga</p> | <p>La reserva para sobrecarga se utiliza para protegerse de un posible mal uso de los sistemas. Esta reserva debe ser de por lo menos un 25% del valor que se maneje de cálculos.</p> |
| <p>Seguridad mecánica esperada</p> | <p>La seguridad mecánica mínima que se maneja en estos cálculos, debe de ser de $N = 1.5$</p> |
| <p>Tensión para facilitar el corte</p> | <p>Como este criterio es un poco ambiguo, lo que se busca es que la tela no se desplace en lo mas mínimo o que sean movimientos del orden de milímetros.</p> |

Tabla 3.4 Rangos en los que se deben encontrar los criterios de evaluación

| | |
|--|---|
| Posibilidad de daño físico | Con este criterio sólo se tiene en mente mantener un nivel de seguridad apropiado para el trabajador. Que no haya lesiones por partes móviles. |
| Número de componentes | Como este sistema que se está diseñando es un sistema mecánico, el número de partes es dependiente de la complejidad de éste. Sin embargo es preferible mantener un nivel bajo de componentes. |
| Complejidad de componentes | Con este criterio lo que se busca es la simplificación de sistema, buscando la solución más fácil y más barata. |
| Sencillez de ensamble | La sencillez va de la mano con la complejidad de componentes, buscando que los componentes del ensamble sean congruentes. |
| Tiempo y costo de mantenimiento | El tiempo de mantenimiento debe ser menor a un día, que es lo menos que se debe parar el proceso. En cuanto al costo de mantenimiento, se divide en dos tipos: preventivo y correctivo. El mantenimiento preventivo consiste en engrasar las partes y revisar las conexiones. El mantenimiento correctivo consiste en el intercambio de componentes deteriorados o inservibles. |

Tabla 3.4 Rangos en los que se deben encontrar los criterios de evaluación (Continuación)

Falta página

N° 28

➤ Piñón - cremallera con motor de directa

A continuación se presenta el diagrama morfológico para cada sistema de nuestro problema.

Sistema de corte

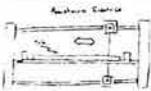
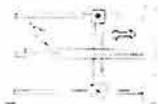
| CONCEPTO | A | B | C | D |
|-------------------|---|---|--|---|
| 1. Resistencia |  |  | | |
| 2. Láser |  |  | | |
| 3. Chorro de agua |  |  | | |
| 4. Cuchilla |  |  |  |  |

Tabla 3. 5 Tabla morfológica de los conceptos

Sistema de sujeción

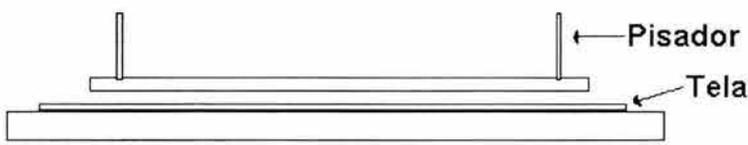
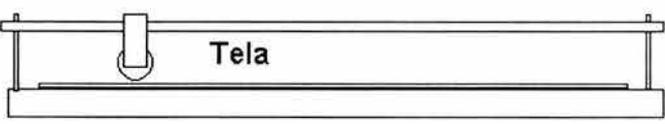
| | Pisador |
|--------------------|---|
| A. Longitudinal |  <p>Mesa de trabajo</p> |
| B. Corto |  <p>Mesa de trabajo</p> |
| C. Móvil |  <p>Mesa de trabajo</p> |

Tabla 3.6 Conceptos de sujeción de tela

Actuadores lineales

Actuador lineal

1. Neumático



2. Eléctrico

A.
Pistón



B.
Solenoides



C.
Motor
Lineal



3. Mecánico



Piñón-Cremallera

Tabla 3.7 Conceptos de actuador lineal

La tabla 3.8 muestra las posibles soluciones para la seguridad que se le preste al operario.

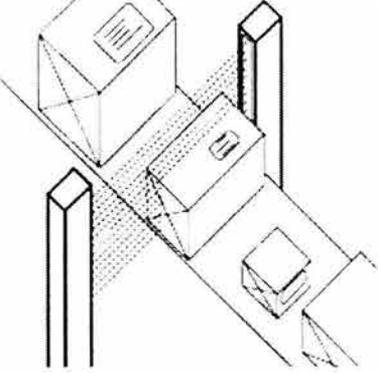
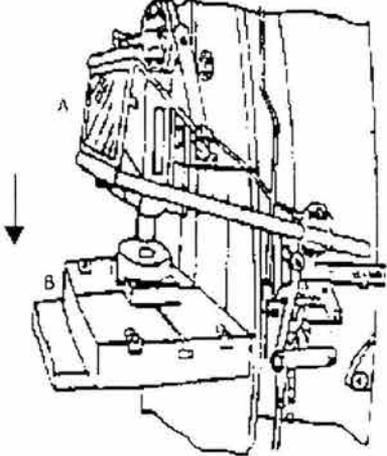
| Seguridad | Tipos de Barreras |
|-------------------------|--|
| Cortinas fotoeléctricas |  |
| Barrera corrediza |  |
| Caja fijo o semi-fijo |  |

Tabla 3.8 Conceptos de seguridad para el sistema de corte

De las opciones que se tienen en cada sistema se seleccionan las mejores por medio de método de valores ponderados, con ellas se presentarán

configuraciones que puedan realizar la función que se pide de todo el subsistema en conjunto.

3.3 Diseño de configuración

3.3.1 Modelar y analizar el diseño

Analizando cada sistema contra los criterios que se seleccionaron, los subsistemas que mejor salieron en el análisis se muestran marcados en la tabla.

Al analizar las funciones que se presenta a continuación, tabla 3.9, se puede ver una configuración probable del sistema final de corte.

El análisis de funciones, tabla. 3.9, de las posible soluciones es el siguiente:

| Funciones parciales | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|------------------|----------------------|-------------------|----------------------|------------------------------|---------|---------------------|
| Corte | Resistencia descendente | Resistencia deslizante | Brazo Laser | Laser deslizante | Brazo Chorro de agua | Chorro deslizante | Cuchilla descendente | Cuchilla circular deslizante | Cizalla | Cuchilla deslizante |
| Sujeción | Longitudinal | Corta | Móvil | | | | | | | |
| Accionar el corte | Pistón Neumático | Pistón Eléctrico | Solenoides | Motor lineal | Piñon - Cremallera | | | | | |
| Proporcionar Seguridad | Sensores de Barrera | Barrera corrediza | Caja fija o semi-fija | | | | | | | |

Tabla. 3.9 Análisis de Funciones

En esta tabla se aprecia ver que se obtienen dos posibles configuraciones con los sistemas elegidos. Estas posibles configuraciones comparten los mismos elementos de sujeción, accionamiento y seguridad; lo único en lo que varían es en la manera de hacer el corte.

A continuación se muestra el sistema de corte desarrollado con las características seleccionadas a través de las tablas de selección. Dicho sistema es el de cizalla:

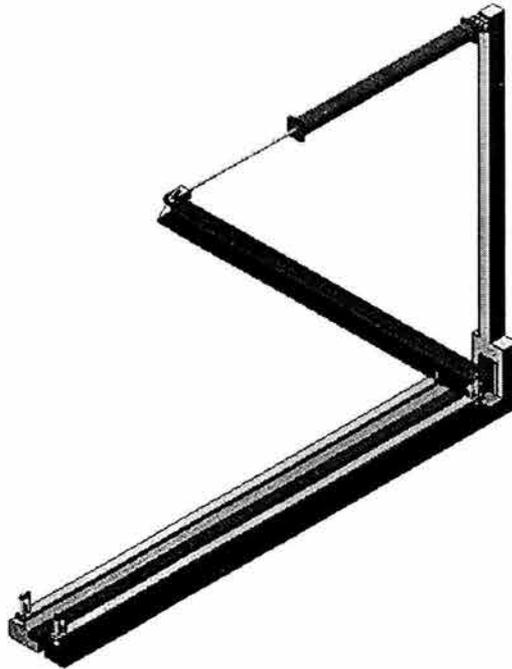


Fig.3.2 Desarrollo del concepto corte con cizalla

También tenemos el sistema que se obtuvo de las características, como segunda opción, el cual es un sistema de cuchilla descendente.

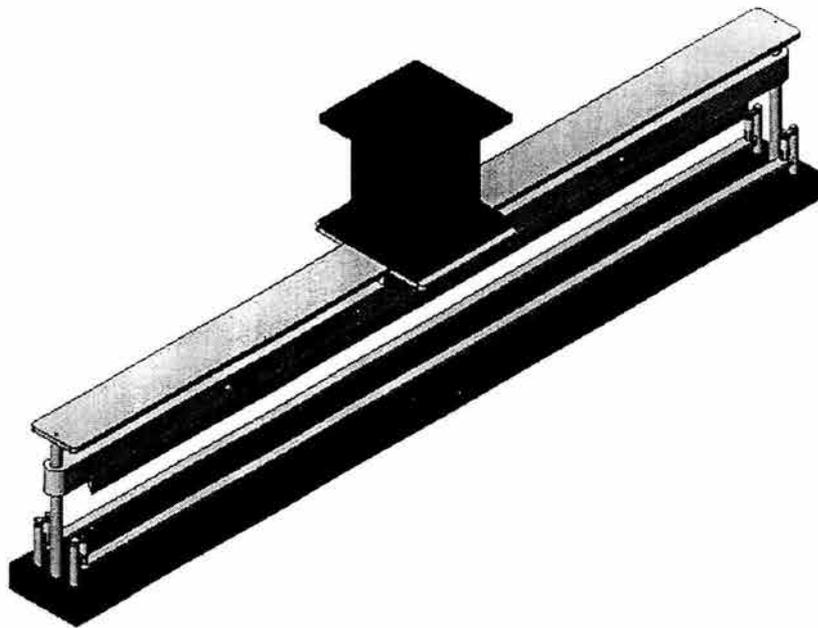


Fig. 3.3 Desarrollo del concepto de corte con cuchilla descendente

Al analizar la viabilidad de estos conceptos (fig.3.2 y fig. 3.3), los resultados indicaron que ninguno de estos conceptos podría satisfacer en un gran porcentaje las características de diseño, tabla 3.10.

A partir de estos dos conceptos se desarrolló un tercero (fig. 3.4). Este concepto utiliza la cuchilla descendente en un ángulo, con lo cual se reduce la potencia del accionamiento.

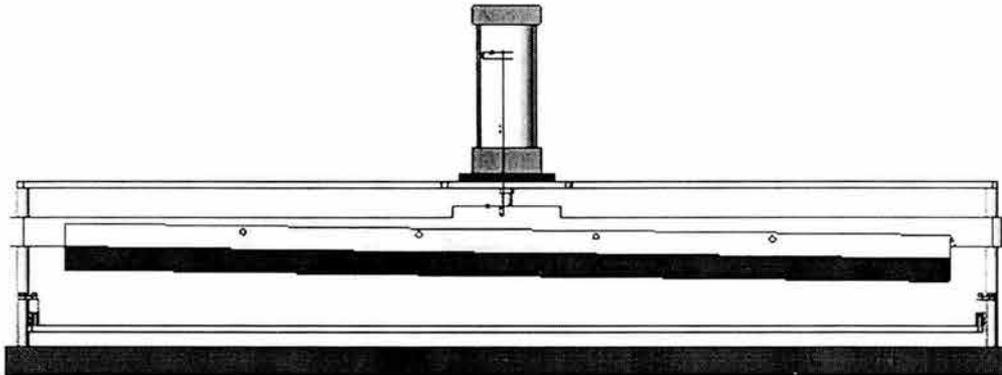


Fig. 3.4 Desarrollo del concepto de cuchilla diagonal descendente

Con estos conceptos que se han desarrollado, lo siguiente es decidir por el más adecuado en especial, para después diseñarlo en detalle.

3.3.2 Probar y evaluar el diseño

A continuación, el concepto de cuchilla angular se sujetará a una evaluación para determinar si cumple con los criterios de selección.

| Criterios | Valor | Cizalla | Cuchilla descendente | Cuchilla angular descendente |
|---------------------------------|-------|---------|----------------------|------------------------------|
| Cantidad de desgaste | 12% | 8 | 7 | 7 |
| | | 9.6% | 8.4% | 8.4% |
| Reserva para sobrecarga | 8% | 7 | 8 | 8 |
| | | 5.6% | 6.4% | 6.4% |
| Seguridad mecánica | 12% | 8 | 7 | 8 |
| | | 9.6% | 8.4% | 9.6% |
| Número de componentes | 3% | 8 | 7 | 7 |
| | | 2.4% | 2.1% | 2.1% |
| Complejidad de componentes | 3% | 8 | 8 | 8 |
| | | 2.4% | 2.4% | 2.4% |
| Número de componentes estándar | 12% | 8 | 7 | 7 |
| | | 9.6% | 8.4% | 8.4% |
| Sencillez de ensamble | 3% | 8 | 7 | 7 |
| | | 2.4% | 2.1% | 2.1% |
| Tiempo y costo de mantenimiento | 12% | 7 | 7 | 7 |
| | | 8.4% | 8.4% | 8.4% |
| Seguridad en juntas | 9% | 7 | 7 | 7 |
| | | 6.3% | 6.3% | 6.3% |
| Posibilidad de daño físico | 8% | 7 | 8 | 8 |
| | | 5.6% | 6.4% | 6.4% |
| Facilidad para operar | 2.19% | 7 | 8 | 8 |
| | | 1.533% | 1.752% | 1.752% |
| Facilidad para cortar | 12% | 7 | 5 | 8 |
| | | 8.4% | 6.0% | 9.6% |
| Total | | 71.833% | 67.052% | 71.852% |

Tabla 3.10 Evaluación de los tres conceptos desarrollados

Después de un análisis, los dos primeros conceptos de corte con cuchilla descendente (fig. 3.3) y cizalla (fig. 3.2) son descartados debido a dos

problemas. En el primer concepto el brazo de acción que se requería era más de 1.5 metros que agregándolo a la altura de trabajo resulta en una altura demasiado grande para el sistema. El segundo concepto requería una fuerza muy grande para poder cortar más de 6 toneladas (ver Apéndice C).

Debido a lo anterior se decidió fusionar los dos conceptos para obtener uno mejor, en lugar de recurrir a un concepto de la tabla morfológica, esto dio lugar al concepto de cuchilla angular descendente, este concepto aprovecha lo mejor de los dos conceptos anteriores: un espacio reducido con carga funcional baja.

3.4 Diseño de detalle

3.4.1 Afinar y optimizar el diseño

Como el pistón mueve la cuchilla, es posible que parte de la fuerza se utilice para mover los sujetadores (fig. 3.5). Para esto se requiere cambiar un poco la configuración que se ha elegido.

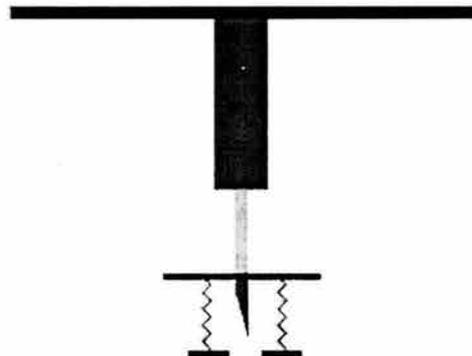


Fig. 3.5 Sujeción accionada por el sistema de corte

El cabezal, que sostiene la cuchilla, acciona los resortes a los cuales están unidos los pisadores que presionarán la tela para no moverla, en el momento del corte.

Un modelado más detallado se puede ver de la siguiente manera fig. 3.6.

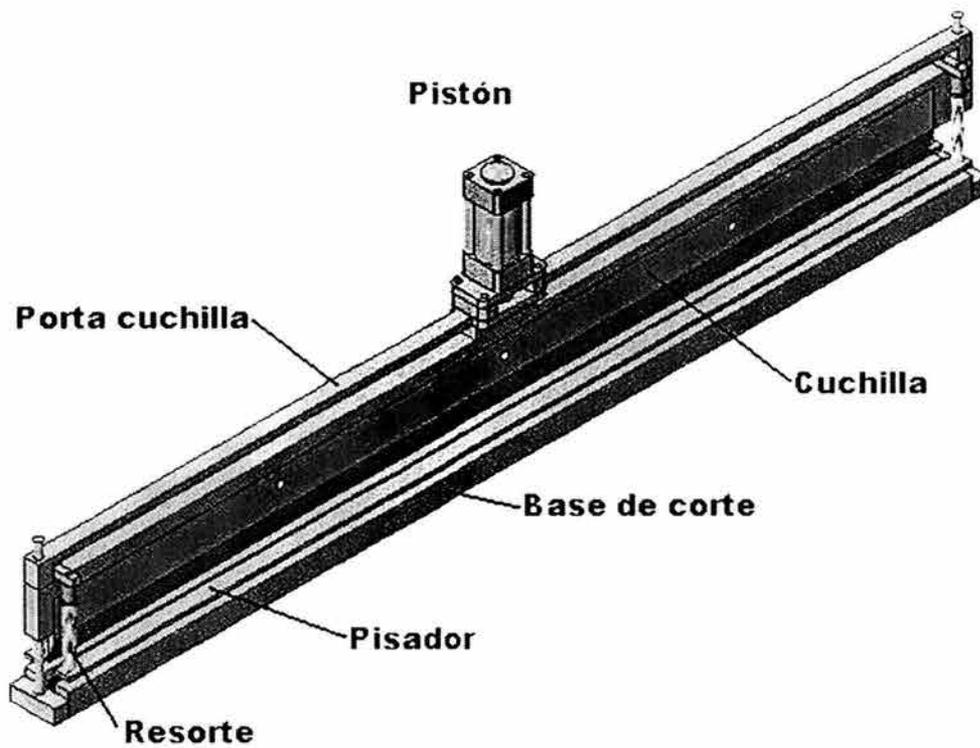


Fig. 3.6 Desarrollo de detalle del sistema de corte

Los resortes se calculan con respecto a la fuerza con que se requiera sujetar la tela (Anexo D).

Un acercamiento al sistema de sujeción muestra con más detalle la configuración (fig. 3.7).

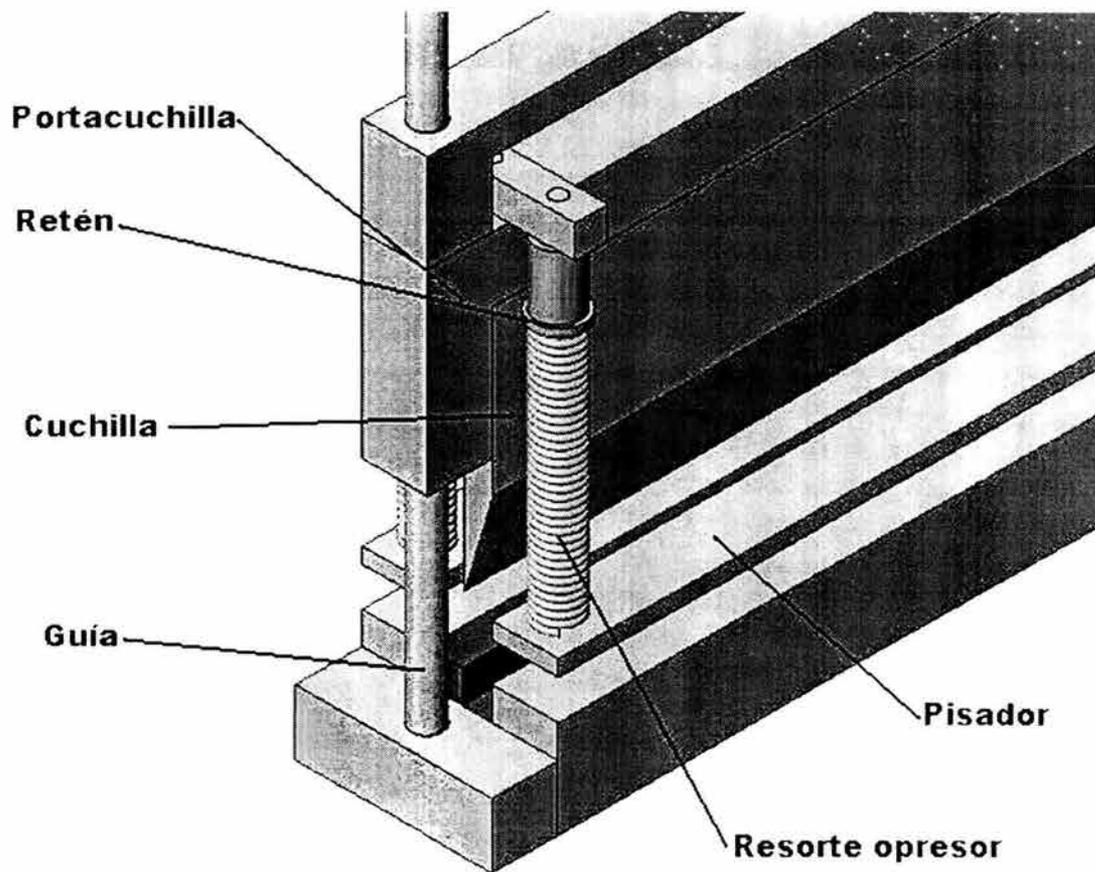


Fig. 3.7 Sujeción del sistema de corte

3.5 Comunicación del diseño

3.5.1 Documentar el diseño

En la documentación del diseño se presentan los planos de ensamble así como los de fabricación, estos planos se enlistan en el Anexo F.

4 Sistema de alimentación de material

4.1 Definición del problema

4.1.1 Aclarar objetivo

Este sistema es responsable de dar solución a varios requerimientos dentro de los que se encuentran las especificaciones de recepción del material. La máquina de corte debe recibir el material de una máquina semi-automática y posteriormente regresar material cuando sea necesario, sin perder la medición del material ya medido; es decir, tener un acumulado no medido.

En la tabla 4.1 podemos observar los objetivos que debe cumplir este sistema.

4.1.2 Establecer requerimientos del usuario

Los requerimientos para el sistema se despliegan en la tabla 4.2.

En la tabla se pueden ver las características físicas que debe presentar el sistema diseñado, lo que es obligatorio y lo que es deseado.

Este sistema debe de recibir el material a una altura de 1.89 [m] con una velocidad máxima de 0.7334 [m/s] (440 [RPM]). Suponiendo que la altura de trabajo es de 1.30 [m], el sistema debe transportar el material de corte de 1.89 [m] a 1.30 [m] hacia abajo, es decir a la altura de trabajo.

El sistema debe tener algún actuador que tenga la posibilidad de invertir su dirección de trabajo ya que se debe de retroceder el material en caso necesario.

| | | | |
|-------------------------------|---------------------|---|--|
| Sistema de alimentación[100%] | Operación[60%] | Confiabilidad [40%/24%] | Bajo desgaste de partes móviles [60%/14.4%] |
| | | | Baja susceptibilidad a vibraciones [40%/9.6%] |
| | | Características [60%/36%] | Fácil mantenimiento [30%/10.8%] |
| | | | Acumular tela [20%/7.2%] |
| | | | Buen agarre al alimentar la tela [20%/7.2%] |
| | | | Detenerse totalmente sin apagar la máquina [10%/3.6%] |
| | | | Invertir dirección de trabajo [20%/7.2%] |
| | Alta seguridad[10%] | Seguridad para el operario [40%/4%] | |
| | | Alta seguridad mecánica [60%/6%] | |
| | Producción[30%] | Partes que no se desprendan fácilmente [30%/9%] | |
| | | Número razonable de componentes [10%/3%] | |
| | | Utilice principalmente piezas estandarizadas y comerciales [40%/12%] | |
| | | Poca complejidad de componentes [10%/3%] | |
| | | Ensamble sencillo [10%/3%] | |

Tabla 4.1 porcentaje de importancia de los objetivos

| | Requerido | Deseado |
|--|-----------|---------|
| Recepción del material altura :1.89 [m] | X | |
| Velocidad de recepción 0.7334 [m /s] | X | |
| Almacenar tela 1 metro de acumulación | X | |
| Alimentación Eléctrica | | |
| 120 [V] | | |
| 220 [V] | | X |
| 440 [V] | | |
| Trabajo continuo | | X |
| Tipo de actuadores | | |
| Neumáticos | | |
| Eléctricos | | X |
| Hidráulicos | | |
| Mecánicos | | |
| Mantenimiento | | |
| Mínimo y rápido | | X |
| Refacciones fáciles de encontrar | X | |
| Seguridad | | |
| Seguridad tan alta como sea posible | X | |

Tabla 4.2 Requerimientos

4.1.3 Identificar restricciones

En este sistema, las principales restricciones son las de volumen y potencia. El espacio que ocupe debe de estar de acuerdo con el volumen que se estableció desde el principio. La potencia de los accionamientos, como se indicó, no debe de rebasar los 5 [hp], para evitar un exceso de peso y un incremento en el volumen del sistema.

4.1.4 Establecer funciones

El sistema de admisión de material se dividirá en las siguientes funciones:

- Función de recepción de material
- Función de acumulación de tela
- Función de direccionamiento al sistema de corte
- Función transmisión de potencia
- Función accionamiento

Estas funciones se encadenarán de la siguiente manera, fig. 4.1 :

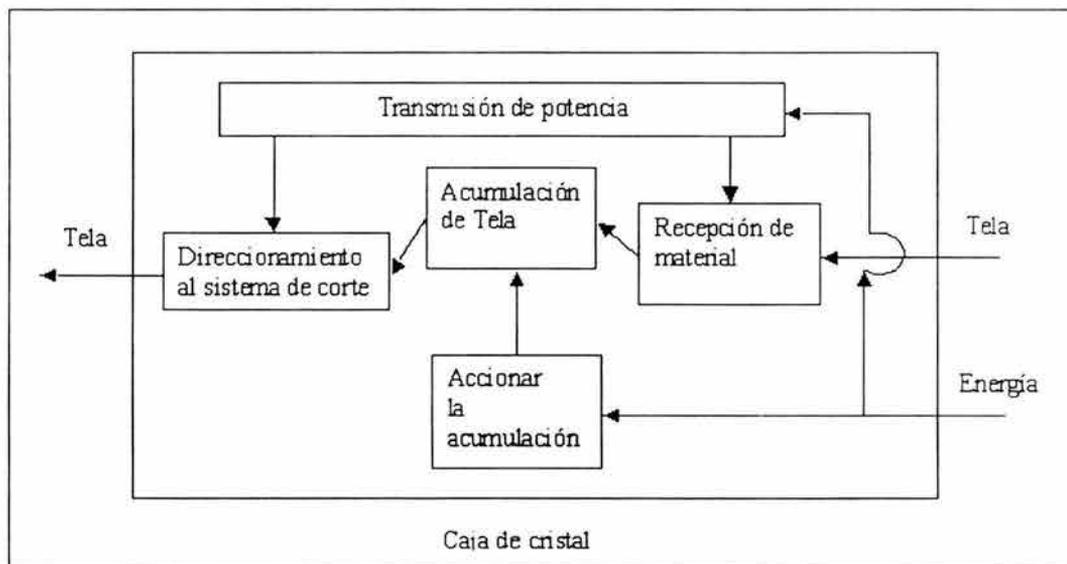


Fig. 4.1 Caja de cristal sistema de entrada

4.2 Diseño conceptual

4.2.1 Establecer especificaciones del diseño

Como en los demás sistemas, se utilizará el método de despliegue de funciones de calidad, tabla. 4.3.

| Requerimientos Sistema de alimentación | | Supervisor de proceso | Cantidad de desgaste | Possibilidad de acular tela | Baja susceptibilidad a | Seguridad mecánica | Facilidad al alimentar | Possibilidad de detenerse | Possibilidad de invertir | # Componentes | Complejidad de | Possibilidad de daño físico | # Componentes estandarizadas | Sencillez de ensamble | Tiempo y costo de mantenimiento | Seguridad en acoplamientos y juntas | |
|---|---|-----------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---|
| | Dirección para mejorar | | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | ↓ | ↓ | ↑ | ↑ | ↓ | ↑ | |
| | Unidades | | / | / | % | / | / | / | / | # | / | / | # | / | min | / | |
| Confiabilidad | Bajo desgaste de partes móviles | 14.4 % | ⊙ | ○ | | ○ | | | | △ | | | | | | ○ | |
| | No vibre | 9.6 % | | | ⊙ | | | | | | | | | | | ○ | |
| Características | Fácil mantenimiento | 10.8 % | △ | | | | | | | | | | | | ⊙ | | |
| | Acumular tela | 7.2 % | | ⊙ | | | ○ | | | | ○ | | | △ | | | |
| | Buen agarre al alimentar tela | 7.2 % | | | | | ⊙ | | | | | | | | | | |
| | Detener totalmente sin apagar la máquina | 3.6 % | | | | | | ⊙ | | | | | | | | | |
| | Invertir dirección de trabajo | 7.2 % | | | | | | | ⊙ | | | | | | | | |
| Alta seguridad | Alta seguridad mecánica | 6% | | | ⊙ | ⊙ | | | | | | | | | | △ | |
| | Seguridad para el operario | 4% | | | | | | | | | | ⊙ | | | | | |
| Producción | Partes que no se desprendan accidentalmente | 9% | | ○ | ○ | △ | | | | | | | | | | ○ | ⊙ |
| | Utilizar muchas piezas estandarizadas y compradas | 12% | | ○ | | ○ | | | | | ○ | | ⊙ | | | | |
| | Número razonable de componentes | 3% | | | | | | | | ⊙ | | | △ | | | | |
| | Poca complejidad de los componentes | 3% | | | | | | | | △ | ⊙ | | | ⊙ | | | |
| | Ensamble sencillo | 3% | | | | | | | | | ⊙ | | | ⊙ | | | |
| Proceso actual de corte (metas lim. inferior) | | | / | / | / | | +/- | +/- | Baja | | | 6 | / | | 180 | / | |
| Metas limite superior | | | / | → | ↺ | ↑ | ↓ | / | / | | | / | / | | ↑ | / | |

⊙= Fuerte Relación
 ○= Relación media
 △= Relación Débil
 En Blanco = Sin Relación del todo

En la tabla 4.4 podemos ver los rangos de valores entre los que se espera que se diseñe el sistema alimentación de material.

| | |
|--|--|
| Cantidad de desgaste | La cantidad de desgaste es difícil de cuantificar en una máquina ya fabricada. Lo que se busca con este criterio es que todas las partes móviles, fabricadas o adquiridas comercialmente, sean afectadas en un mínimo por el desgaste. Esto se logra con lo siguiente: que las partes móviles tengan una lubricación adecuada, por lo que a toda parte móvil se le tiene que agregar un sistema de lubricación ya sea manual o autónomo, tratando que el lubricante se contamine lo menos posible por partículas extrañas. |
| Posibilidad de acumular tela | Esto se medirá con respecto a los sistemas propuestos en que también acumulan la tela, es decir en el volumen que ocupen en el espacio a acumular [$<1, 1.5$] m ³ |
| Baja susceptibilidad a vibraciones | Lo que se pide aquí es que la estructura sea rígida para evitar en lo más posible. |
| Seguridad mecánica esperada | La seguridad mecánica mínima que se maneja en estos cálculos, debe de ser de $N = 1.5$ |
| Facilidad para alimentar tela | Se medirá con la rapidez con la cual se alimenta la tela, así como la rapidez al iniciar el movimiento de sus partes; que el tiempo de rampa para funcionar sea de 1 segundo. |
| Posibilidad de detenerse | Aquí lo que se busca es que el sistema sea rápido al detenerse, que no tarde más de 2 segundos. |
| Posibilidad de invertir su dirección de trabajo | Que el proceso de invertir dirección no tarde más de 3 segundos. |

Tabla 4.4 Rangos de evaluación para los de criterios

| | |
|---|---|
| Número de componentes | Como este sistema que se está diseñando es un sistema mecánico, el número de partes es dependiente de la complejidad de éste. Sin embargo es preferible mantener un nivel bajo de componentes. |
| Complejidad de componentes | Con este criterio lo que se busca es la simplificación de sistema, buscando la solución más fácil y más barata. |
| Posibilidad de daño físico | Con este criterio sólo se tiene en mente mantener un nivel de seguridad apropiado para el trabajador. Que no haya lesiones por partes móviles. |
| Sencillez de ensamble | La sencillez va de la mano con la complejidad de componentes, buscando que los componentes del ensamble sean congruentes. |
| Tiempo y costo de mantenimiento | El tiempo de mantenimiento debe ser menor a un día, que es lo menos que se debe parar el proceso. En cuanto al costo de mantenimiento, se divide en dos tipos: preventivo y correctivo. El mantenimiento preventivo consiste en engrasar las partes y revisar las conexiones. El mantenimiento correctivo consiste en el intercambio de componentes deteriorados o inservibles. |
| Seguridad en acoplamiento y juntas | Los acoplamiento y juntas deben de ser especificados de una manera adecuada; es decir, que sus características sean precisas para la parte que se les requiera. El factor de seguridad que se emplee para estos componentes es de $N = 2$ |

Tabla 4.4 Rangos de evaluación para los de criterios (Continuación)

4.2.2 Generar alternativas

Los conceptos para recepción de material se pueden utilizar de la misma forma para el direccionamiento de material hacia el sistema de corte, estos conceptos se muestran en la tabla morfológica, tabla 4.5.

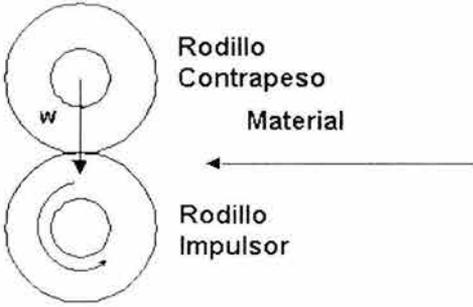
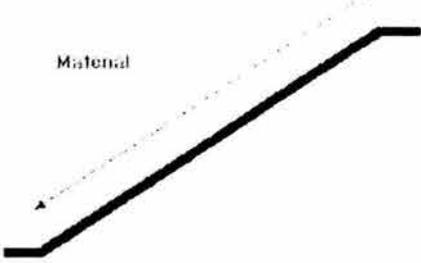
| | |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">Rodillo Impulsor</p> |  |
| <p style="text-align: center;">Rampa</p> |  |

Tabla 4.5 Conceptos para alimentación de material

Memoria para retroceso de material

Los conceptos que se presentan para la acumulación de tela son (tabla 4.6):

- Enrollado
- Carros de desplazamiento horizontal paralelo
- Rodillos paralelos con giro
- Rodillo basculante
- Rampa

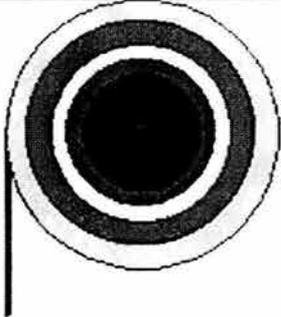
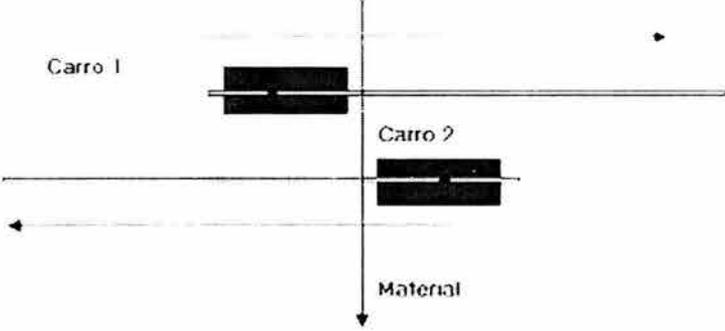
| | |
|------------------|---|
| Concepto | |
| Enrollado |  <p data-bbox="644 857 780 893">Material</p> |
| Carro horizontal |  |

Tabla 4.6 Conceptos para almacenaje de material

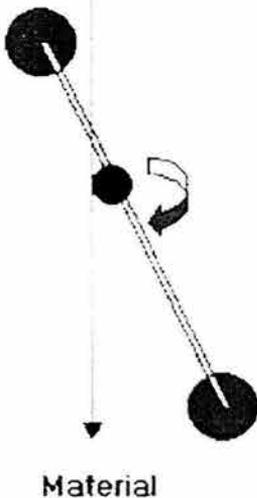
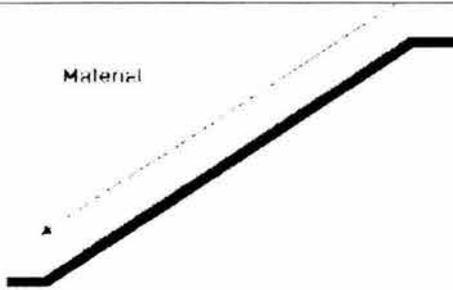
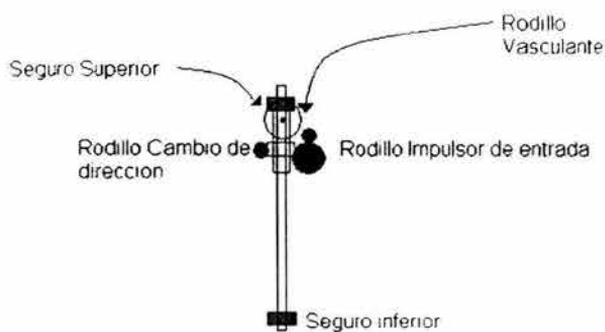
| | |
|----------------------------------|--|
| <p>Rodillo giratorio</p> |  |
| <p>Rampa</p> |  |
| <p>Rodillo Basculante</p> |  |

Tabla 4.6 Conceptos para almacenaje de material (Continuación)

Para el sistema que se vaya a elegir también se requiere elegir, independientemente, el tipo de actuador y su capacidad de trabajo.

Este tipo de actuador es de giro, se tiene que mover entre un ángulo de 0° a 180°, los actuadores que pueden satisfacer esta necesidad son (tabla 4.7):

- Servomotor
- Pistón neumático Giratorio
- Piñón – Cremallera

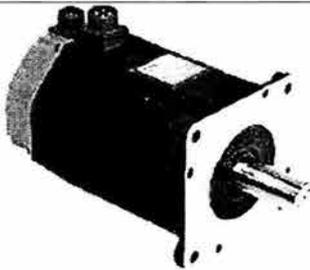
| | Servomotor | Piñón-Cremallera | Pistón neumático giratorio |
|----------|---|---|--|
| Actuador |  |  |  |

Tabla 4.7 Conceptos para el accionamiento del sistema

La seguridad del sistema se debe tener en cuenta por lo que se recomiendan las siguientes formas de seguridad:

- Protector fijo
- Protector semi-fijo

4.3 Diseño de configuración

4.3.1 Modelar y analizar el diseño

En la tabla 4.8 se presenta el diagrama morfológico de los conceptos, en él se muestran las posibles soluciones para el sistema:

| Funciones parciales | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------------------|------------------|--|------------------------------|----------|--------------------|
| Recepción y direccionamiento de tela | Rodillo impulsor | Rampa | | | |
| Acumulación de tela | Enrollado | Carros de desplazamiento hor. paralelo | Rodillos paralelos con giro | Rampa | Rodillo vasculante |
| Accionar el sistema | Servo motor | Pistón Neumático giratorio | Piñon - Cremallera con motor | Gravedad | |
| Proporcionar Seguridad | Protector Fijo | Protector semi-fijo | | | |

Tabla. 4.8 Diagrama morfológico

Del análisis anterior podemos ver que tenemos dos posibles diseños:

- Rampa de alimentación
- Alimentación con rodillo basculantes

Los componentes para cada uno de los diseños es:

Rampa de alimentación (fig. 4.2):

- Rodillo impulsor de entrada
- Rampa
- Rodillo impulsor de direccionamiento
- Protector fijo



Fig. 4.2 Concepto desarrollado para rampa de alimentación

Alimentación con rodillo basculante (fig. 4.3):

- Rodillo impulsor de entrada
- Rodillo basculante
- Rodillo impulsor de direccionamiento
- Protector fijo

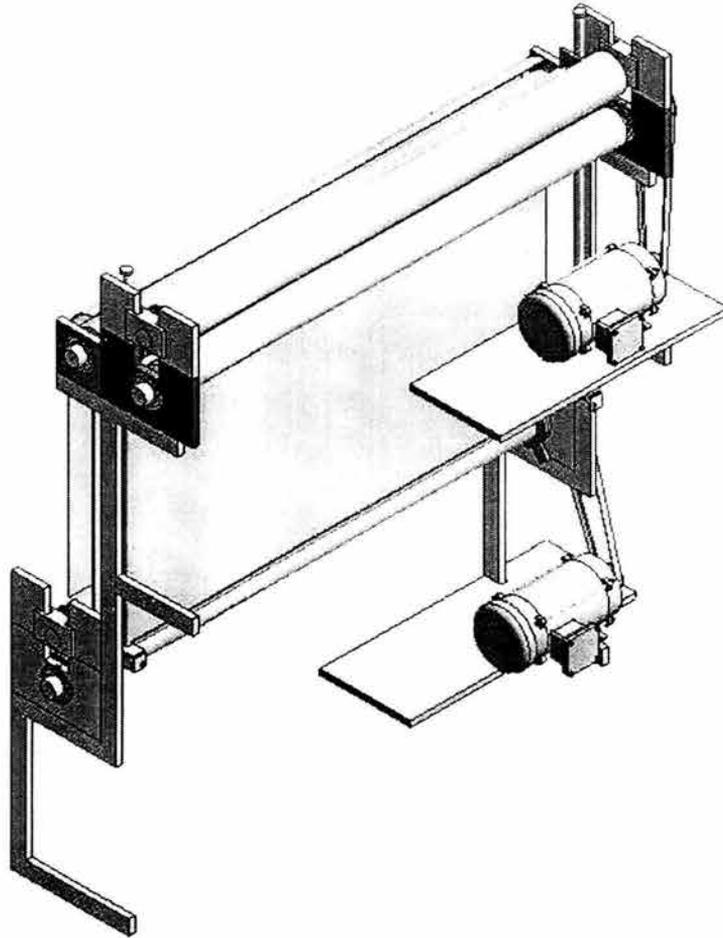


Fig. 4 .3 Concepto desarrollado para rodillo basculante

4.3.2 Probar y evaluar el diseño

A continuación en la tabla 4.9 presentamos la evaluación de los conceptos contra los criterios seleccionados.

| Criterios | Valor | Rampa | Rodillo basculante |
|---|-------|--------|--------------------|
| Cantidad de desgaste | 14.4% | 9 | 7 |
| | | 12.96% | 10.08% |
| Baja susceptibilidad a vibraciones | 9.6% | 9 | 7 |
| | | 8.64% | 6.72% |
| Tiempo y costo de mantenimiento | 10.8% | 9 | 8 |
| | | 9.72% | 8.64% |
| Posibilidad de acumular tela | 7.2% | 5 | 10 |
| | | 3.6% | 7.2% |
| Facilidad para alimentar tela | 7.2% | 6 | 10 |
| | | 4.32% | 7.2% |
| Posibilidad de detenerse totalmente | 3.6% | 8 | 8 |
| | | 2.88% | 2.88% |
| Posibilidad invertir dirección de trabajo | 7.2% | 8 | 9 |
| | | 5.76% | 6.48% |
| Seguridad mecánica esperada | 6% | 8 | 8 |
| | | 4.8% | 4.8% |
| Posibilidad de daño físico | 4% | 8 | 7 |
| | | 3.2% | 2.8% |
| Seguridad en acoplamientos y juntas | 9% | 8 | 8 |
| | | 7.2% | 7.2% |
| Número de piezas estandarizadas y comerciales | 12% | 8 | 8 |
| | | 9.6% | 9.6% |
| Número de componentes | 3% | 9 | 7 |
| | | 2.7% | 2.1% |
| Complejidad de los componentes | 3% | 9 | 7 |
| | | 2.7% | 2.1% |
| Sencillez de ensamble | 3% | 9 | 8 |
| | | 2.7% | 2.4% |
| Total | | 80.78% | 80.2% |

Tabla 4.9 Evaluación de los conceptos desarrollados

De la tabla vemos que los conceptos resultaron con un alto porcentaje en la evaluación de los requerimientos. Como los dos conceptos, en la evaluación, resultaron casi al mismo nivel, se recurre a las restricciones para ver por cual se puede decidir.

Como el concepto de rampa requiere una longitud grande para el acumulamiento de tela, se eligió el segundo concepto de rodillo basculante.

4.4 Diseño de detalle

4.4.1 Afinar y optimizar el diseño

Para calcular la potencia necesaria que los motores deben dar, se requiere la fuerza con que deben de jalar al rodillo basculante.

Se sabe que la base pesa 6.10 [kg/m] y nosotros manejamos una longitud de 1.65 [m]. Lo que nos da un peso de 10.065 [kg]. Las chumaceras ovaladas pesan cada una 0.65 [kg] lo que nos da un peso total de 1.3 [kg] por las dos, el rodillo es de ¾" de cédula 40 que pesa 1.68 [kg/m], el rodillo tiene una longitud de 1.55 [m] lo que nos da un peso del rodillo de 2.604 [kg]. Los soportes tienen un peso de 18.3 [kg/m] y 0.0762 [m], lo cual nos da un peso por soporte de 1.39446 [kg] y el peso de los dos es de 2.78892 [kg].

Por lo tanto el peso total del rodillo basculante es de 16.75792 [kg].

Se tiene que el trabajo que se requiere para mover ese peso se expresa de la siguiente manera, por medio de la ley de la conservación de la energía, tenemos la siguiente ecuación:

$$F \cdot x = m \cdot g \cdot h$$

Donde:

F = Fuerza

x = Longitud de la tela

m = Masa de rodillo basculante

g = Aceleración gravitacional

h = Altura del rodillo basculante

De esta ecuación se despeja la fuerza necesaria para mover el rodillo:

$$F = m \cdot g \cdot \frac{h}{x}$$

La altura es de 1 metro y la longitud que se maneja con el tipo de configuración que tienen los rodillos, es de 2 [m], para que el sistema sea similar a un sistema de poleas.

Sustituyendo los elementos que tenemos en la ecuación de la fuerza, ésta queda $F = 82.1976 \text{ [N]}$.

Con esta fuerza se obtiene el par necesario para mover el rodillo basculante, donde el radio que se maneja, es el diámetro del rodillo ($\frac{3}{4}$ ") entre dos, en unidades métricas.

$T = Fr = 4.6976 \text{ [N-m]}$.

Es decir que al par que se obtiene en el anexo D se le tiene que agregar éste para obtener la potencia del motor de alimentación.

El par en total es de 6.2176 [N-m] .

Esto nos da una potencia total de $1804.14 \text{ [W]} = 2.412 \text{ [hp]}$, (Ver Anexo D).

La potencia que se requiere para manejar el material está dentro de los rangos que se propusieron al principio de este trabajo.

El desarrollo del sistema se presenta en la fig. 4.4.

4.5 Comunicación del diseño

4.5.1 Documentar el diseño

En la documentación del diseño se presentan los planos de ensamble así como los de fabricación, estos planos se enlistan en el Anexo F.

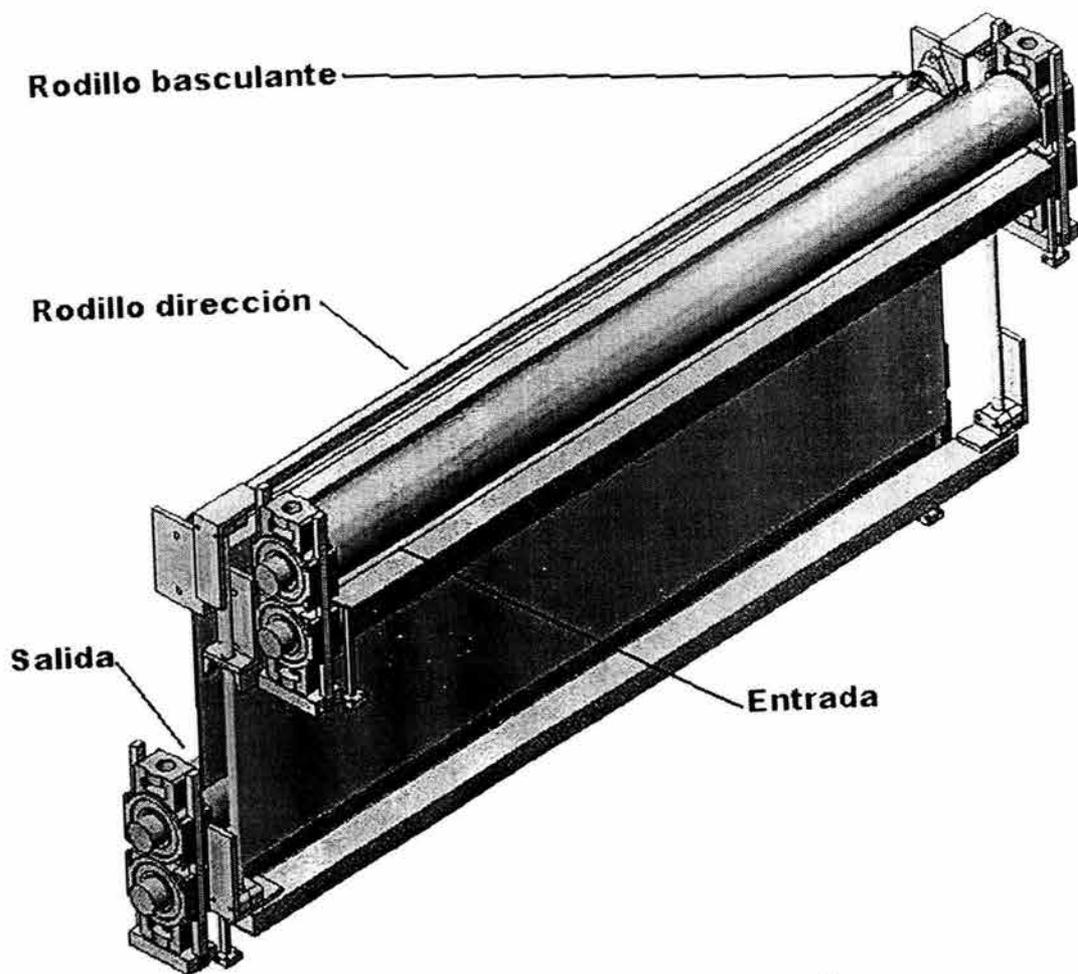
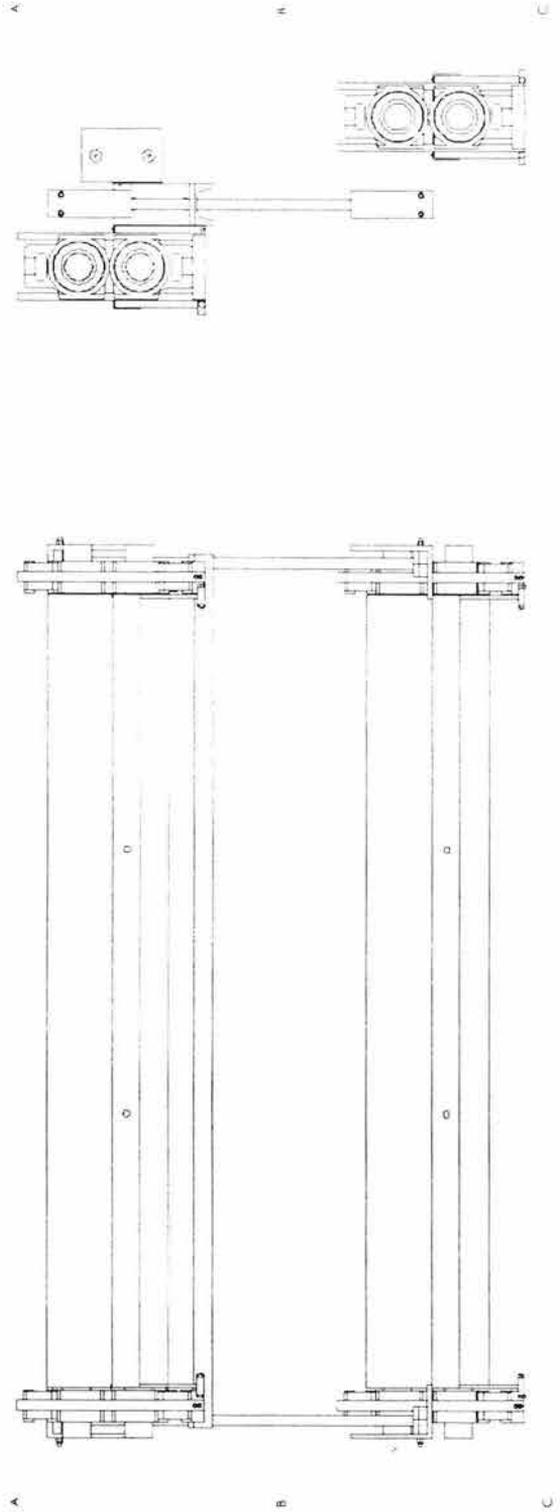


Fig. 4.4 Rodillo basculante en detalle

1 2 3 4 5 6



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. INSTITUT D'ENGINYERIA

Máquina de corte para filtros
 Sistema de alimentación

| Descripció | | Escala | |
|---------------|------------|---------------|------------|
| Identificació | Descripció | Identificació | Descripció |
| Compartiment | RR | Format | DD |

000000

A4
 1000x1485 mm
 1000x1485 mm

5 Sistema de Desalajo

5.1 Definición del problema

5.1.1 Aclarar objetivo

Este sistema se encarga de desalajar el material textil después de haberlo cortado. A continuación se muestra una lista de los objetivos particulares para este sistema .

- Bajo desgaste de partes móviles
- Baja susceptibilidad a vibraciones
- Fácil mantenimiento
- Medición rápida de longitud de filtros
- Buen agarre al sacar la tela
- Velocidad variable
- Seguridad para el operario
- Alta seguridad mecánica
- Partes que no se desprendan fácilmente
- Número razonable de componentes
- Utilice principalmente piezas estandarizadas y compradas
- Poca complejidad de componentes
- Ensamble sencillo

En la tabla 5.1 se muestran los objetivos con los porcentajes de importancia que se le asignaron a cada objetivo individual de la misma forma que en el capítulo 2.

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---|--|
| Sistema de desalajo de tela[100%] | Operación[60%] | Confiabilidad [40%/24%] | Bajo desgaste de partes móviles [60%/14.4%] |
| | | | Baja susceptibilidad a vibraciones [40%/9.6%] |
| | | Características [60%/36%] | Fácil mantenimiento [30%/10.8%] |
| | | | Medición Rápida de longitud de filtros [25%/9%] |
| | | | Buen agarre al sacar la tela [25%/9%] |
| | | | Velocidad variable [20%/7.2%] |
| | | Alta seguridad[10%] | Seguridad para el operario [40%/4%] |
| | Alta seguridad mecánica [60%/6%] | | |
| | Producción[30%] | Partes que no se desprendan fácilmente [30%/9%] | |
| | | Número razonable de componentes [10%/3%] | |
| | | Utilice muchas piezas estandarizadas y comerciales [40%/12%] | |
| | | Poca complejidad de componentes [10%/3%] | |
| | | Ensamble sencillo [10%/3%] | |

Tabla 5.1 Objetivos para el sistema de desalajo

5.1.2 Establecer requerimientos del usuario

Los requerimientos para este sistema se presentan en la tabla 5.2

| | Requerido | Deseado |
|---|-----------|---------|
| Recepción del material altura :1.89 [m] | X | |
| Velocidad de recepción 0.7334 [m /s] | X | |
| Medir la longitud de los filtros a cortar | X | |
| Alimentación Eléctrica | | |
| 120 [V] | | |
| 220 [V] | | X |
| 440 [V] | | |
| Trabajo continuo | | X |
| Tipo de actuadores | | |
| Neumáticos | | |
| Eléctricos | | X |
| Hidráulicos | | |
| Mecánicos | | |
| Mantenimiento | | |
| Mínimo y rápido | | X |
| Refacciones fáciles de encontrar | X | |
| Seguridad | | |
| Seguridad tan alta como sea posible | X | |

Tabla 5.2 Requerimientos para el sistema de desalojo

A continuación en la tabla 5.3 se enumeran las diferentes longitudes de los filtros:

| FILTROS | LONGITUD [m] | DIÁMETRO APLASTADO ⁴ [m] |
|---------|--------------|-------------------------------------|
| A | 3 | 0.30 |
| B | 5 | 0.50 |
| C | 8 | 0.90 |
| D | 12 | 1.40 |

Tabla 5.3 Medidas de los filtros a cortar

Nota: Los filtros pueden ser de cualquiera de los materiales antes mencionados independientemente de sus medidas.

⁴ Diámetro aplastado se le conoce a la distancia transversal del tubo aplastado, que es calculada con la fórmula $D_a = (\pi D)/2$.

5.1.3 Identificar restricciones

Las restricciones en este sistema deben de ser principalmente la longitud en la que se medirá el material, así como la potencia que se empleará para el funcionamiento del sistema.

La longitud de medida tiene que ser mínima, esto significa que el espacio que se utilice dentro del espacio de la máquina debe ser pequeño. La potencia no tiene que sobrepasar los 3 caballos de fuerza para evitar que el peso y volumen de la máquina se eleven.

5.1.4 Establecer funciones

Este sistema se subdividirá en las siguientes funciones:

Accionamiento

Transmisión

- Seguridad
- Desalojo / Recepción de material
- Medición de longitud de filtros

A continuación se presenta el diagrama de caja de cristal (fig. 5.1) para mostrar la configuración del sistema de desalojo.

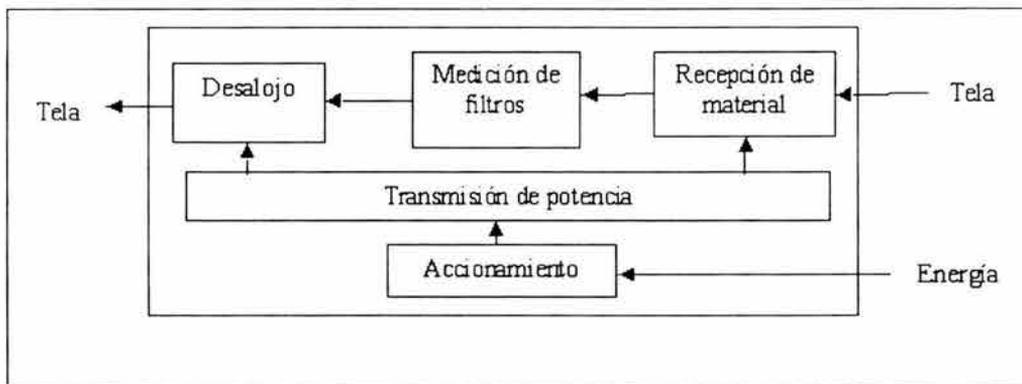


Fig. 5.1 Caja de cristal del sistema de desalojo

5.2 Diseño conceptual

5.2.1 Establecer especificaciones del diseño

Como con los anteriores sistemas se utilizará el método de despliegue de funciones de calidad para determinar las funciones de diseño (tabla 5.4).

| Requerimientos Sistema de desalajo | | Supervisor de proceso | Cantidad de desgaste | Possibilidad de variar la velocidad | Rapidez de medida | Seguridad mecánica esperada | Facilidad al desalajar | Baja susceptibilidad a vibracion | # Componentes | Complejidad de componentes | Possibilidad de daño fisico | # Componentes estandarizadas | Sencillez de ensamble | Tiempo y costo de mantenimiento | Seguridad en acoplamientos y juntas |
|---|---|-----------------------|----------------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------------|---------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Dirección para mejorar | | | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↓ | ↓ | ↓ | ↑ | ↑ | ↓ | ↑ |
| Unidades | | | / | / | % | / | / | / | # | / | / | # | / | - | / |
| Confiabilidad | Bajo desgaste de partes móviles | 14.4% | ⊙ | ○ | ○ | | | | △ | | | | | | ○ |
| | No vibre | 9.6% | | | | | | ⊙ | | | | | | ○ | |
| Características | Fácil mantenimiento | 10.8% | △ | | | | | | | | | | | ⊙ | |
| | Medición rápida de filtros | 9% | | | ⊙ | ○ | | | | | | | | | |
| | Buen agarre al alimentar tela | 9% | | | | ⊙ | | | | | | | | | |
| | Velocidad variable | 7.2% | | ⊙ | | | | | | | | | | | |
| Alta seguridad | Alta seguridad mecánica | 6% | | | ⊙ | | | | | | | | | △ | |
| | Seguridad para el operario | 4% | | | | | | | | ⊙ | | | | | |
| Producción | Partes que no se desprendan accidentalmente | 9% | | ○ | ○ | △ | | | | | | | | ○ | ⊙ |
| | Utilizar muchas piezas estandarizadas y comerciales | 12% | | ○ | ○ | | | | | ○ | | ⊙ | | | |
| | Número razonable de componentes | 3% | | | | | | | ⊙ | | △ | | | | |
| | Poca complejidad de los componentes | 3% | | | | | | | △ | ⊙ | | | ⊙ | | |
| | Ensamble sencillo | 3% | | | | | | | | ⊙ | | | ⊙ | | |
| Proceso actual de corte (metas lim. inferior) | | | / | / | / | regular | Baja | | | 6 | / | | | 180 | / |
| Metas limite superior | | | / | 4/10 | 3 | ↑ | ↓ | / | | / | / | | | 1 dia | / |

⊙= Fuerte Relación
○= Relación media
△= Relación Débil
En Blanco = Sin Relación del todo

Tabla 5.4 QFD del sistema de desalajo

La tabla 5.5 presenta los rangos en los que se pueden manejar los criterios de evaluación.

| | |
|--|---|
| <p>Cantidad de desgaste</p> | <p>La cantidad de desgaste es difícil de cuantificar en una máquina ya fabricada. Lo que se busca con este criterio es que todas las partes móviles, fabricadas o adquiridas comercialmente, sean afectadas en un mínimo por el desgaste. Esto se logra con lo siguiente: que las partes móviles tengan una lubricación adecuada, por lo que a toda parte móvil se le tiene que agregar un sistema de lubricación ya sea manual o autónomo, tratando que el lubricante se contamine lo menos posible por partículas extrañas.</p> |
| <p>Posibilidad de variar la velocidad</p> | <p>El número de pasos que se tienen que realizar para variar la velocidad del desalojo, el mínimo de pasos son 3.</p> |
| <p>Rapidez de medida</p> | <p>El tiempo estimado de medida debe de ser inferior a un minuto</p> |
| <p>Seguridad mecánica esperada</p> | <p>La seguridad mecánica mínima que se maneja en estos cálculos, debe de ser de $N = 1.5$</p> |
| <p>Facilidad para desalojar material</p> | <p>En este criterio lo que se mide es la rapidez de desalojo después de haber realizado el corte</p> |
| <p>Baja susceptibilidad a vibraciones</p> | <p>La estructura debe ser suficientemente rígida para evitar vibraciones.</p> |
| <p>Número de componentes</p> | <p>Como este sistema que se está diseñando es un sistema mecánico, el número de partes es dependiente de la complejidad de éste. Sin embargo es preferible mantener un nivel bajo de componentes.</p> |

Tabla 5.5 Rangos de valores para los criterios del sistema

| | |
|---|---|
| Complejidad de componentes | Con este criterio lo que se busca es la simplificación de sistema, buscando la solución más fácil y más barata. |
| Posibilidad de daño físico | Con este criterio sólo se tiene en mente mantener un nivel de seguridad apropiado para el trabajador. Que no haya lesiones por partes móviles. |
| Sencillez de ensamble | La sencillez va de la mano con la complejidad de componentes, buscando que los componentes del ensamble sean congruentes. |
| Tiempo y costo de mantenimiento | El tiempo de mantenimiento debe ser menor a un día, que es lo menos que se debe parar el proceso. En cuanto al costo de mantenimiento, se divide en dos tipos: preventivo y correctivo. El mantenimiento preventivo consiste en engrasar las partes y revisar las conexiones. El mantenimiento correctivo consiste en el intercambio de componentes deteriorados o inservibles. |
| Seguridad en acoplamiento y juntas | Los acoplamiento y juntas deben de ser especificados de una manera adecuada; es decir, que sus características sean precisas para la parte que se les requiera. El factor de seguridad que se emplee para estos componentes es de $N = 2$ |

Tabla 5.5 Rangos de valores para los criterios del sistema (Continuación)

5.2.2 Generar alternativas

Desalajo

Se plantearon varios conceptos para este sistema:

- Banda transportadora
- Rodillos
- Plancha
- Gancho jalador

Y dentro de estos conceptos se subdividen en varios más, que se desarrollan a continuación.

Banda Transportadora

Hay diferentes tipos de bandas, las cuales son (tabla 5.6):

- Bandas sobre planchas
- Bandas sobre rodillos
- Rodillo vivo

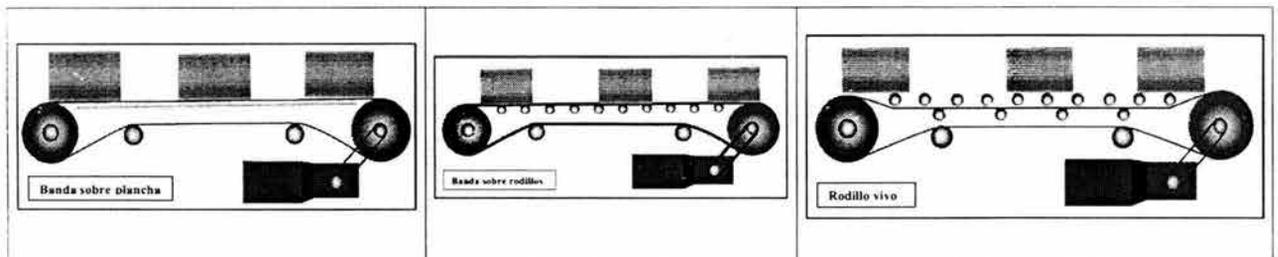


Tabla 5.6 Conceptos para el desalajo de material

Rodillos

Este concepto trata de poner sobre una plancha rodillos vivos, los cuales giran libres al ser impulsados por el material que es desalajado por un rodillo impulsor. En este sistema se utiliza un ángulo de desalajo, para que la gravedad ayude al desalajo.

Además que la longitud que se utiliza para colocar los rodillos puede ser menor de medio metro.

Los sistemas más comunes de transporte con rodillos son (tabla.5.7):

- Rodillo vivo por gravedad

- Rodillo vivo con ajuste de presión por leva
- Rodillo vivo por ligas
- Rodillo vivo por cadena
- Rodillo vivo por cadena, de rodillo a rodillo

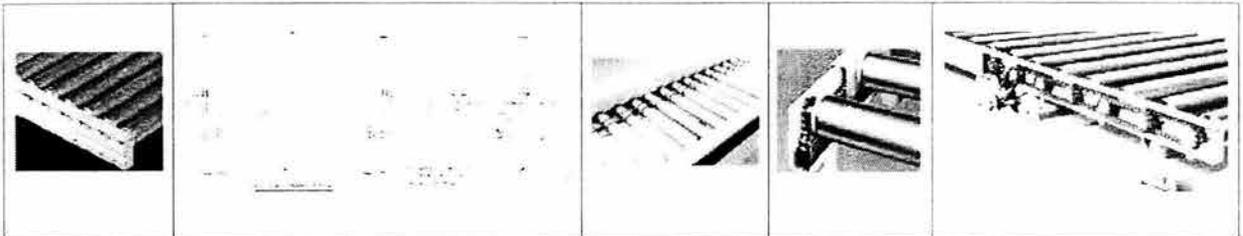


Tabla 5.7 Conceptos para el desalajo de material

Accionamiento

Aquí se determinará el tipo de accionamiento-motor que se utilizará según los requerimientos (tabla 5.8). Una potencia mínima de 0.758911 [hp] a una velocidad mínima de 441 [rpm].

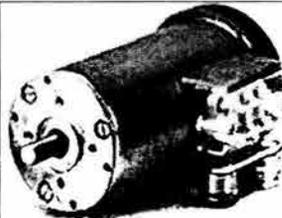
| Accionamiento | |
|---------------|--|
| Hidráulico |  |
| Neumático |  |
| Eléctrico |   |

Tabla 5.8 Conceptos para al accionamiento del sistema

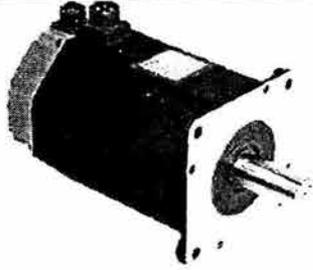
| | |
|-------|---|
| Servo |  |
|-------|---|

Tabla 5.8 Conceptos para al accionamiento del sistema (Continuación)

5.3 Diseño de configuración

5.3.1 Modelar y analizar el diseño

Los elementos que conforman este sistema son:

- Accionamiento
- Transmisión
- Seguridad
- Desalojo / Recepción de material
- Medición de longitud de filtros

A continuación la tabla. 5.9 muestra el análisis de los conceptos con lo cual se reducen el número de conceptos a desarrollar.

Observando la tabla de análisis morfológico podemos notar que hay 8 posibles configuraciones considerando las opciones de transmisión. Sin considerar las opciones de transmisión, solo se tienen dos configuraciones, en las que se concentrará en este análisis para no entrar en el detalle de los acoplamientos.

| Funciones parciales | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|-----------|------------------|
| Desalajo de material | Placha | Gancho jalador | Banda sobre plancha | Banda sobre rodillos | Banda sobre rodillo vivo | Rodillo vivo por Gravedad | Rodillo con ajuste por leva | Rodillo vno por ligas | Rodillo vno por cadena | Rodillo con cadena rodillo a rodillo | | |
| Medición de longitud | Rodillo con encoder | Sensores en plancha | Sensores en banda | | | | | | | | | |
| Accionar el sistema | Motor Neumático | Motor Hidraulico | Motor DC | Motor AC | Servo-Motor | | | | | | | |
| Proporcionar Seguridad | Sensores de Barrera | Barrera corredisa | Caja fija o semi-fija | | | | | | | | | |
| Recepción de material | Rodillo impulsor | Rampa | | | | | | | | | | |
| Transmisión | Correas | Cadena | Reductor | Embrague Magnético | Platos | Manguito | Mordaza | Sellers | Unión con cadena | Collarín | Flexsteel | Principio Oldham |

Tabla 5. 9 Diagrama morfológico

Ya que las opciones que provee el acoplamiento son básicamente iguales entre si, los conceptos a trabajar son los siguientes:

Desalajo con rodillo ajustado por leva.

Este sistema carece de una rampa que guíe el material, éste sale inmediatamente del sistema (fig.5.2).

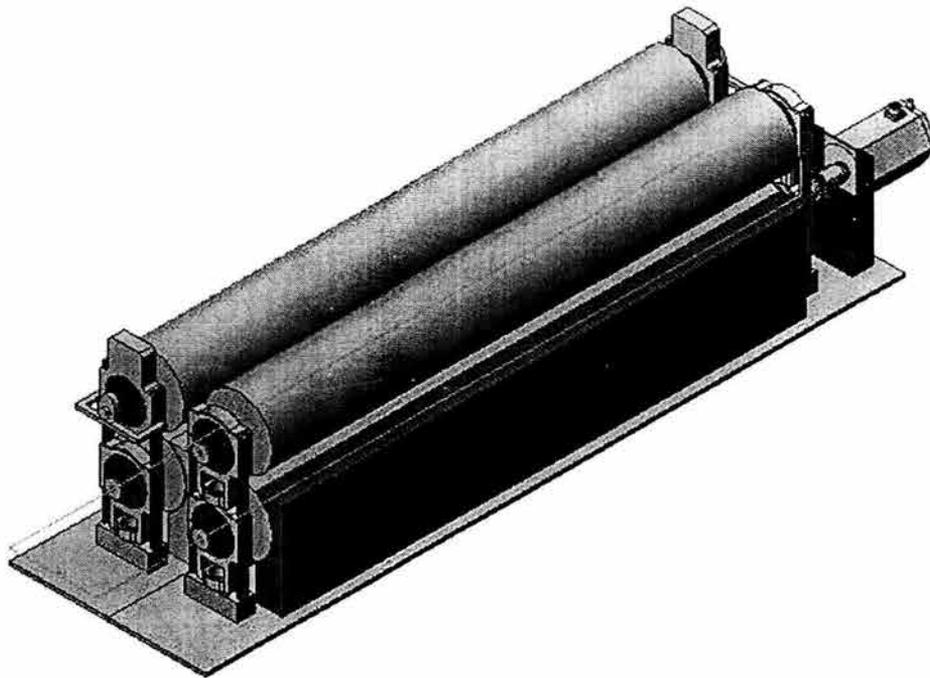


Fig. 5.2 Concepto desarrollado de desalajo con rodillos ajustados por leva

Desalajo con rampa

Este sistema utiliza una rampa en ángulo que permite al impulsor desalojar al material con mayor facilidad, la rampa sirve de guía para que el material no se dañe (fig. 5.3).

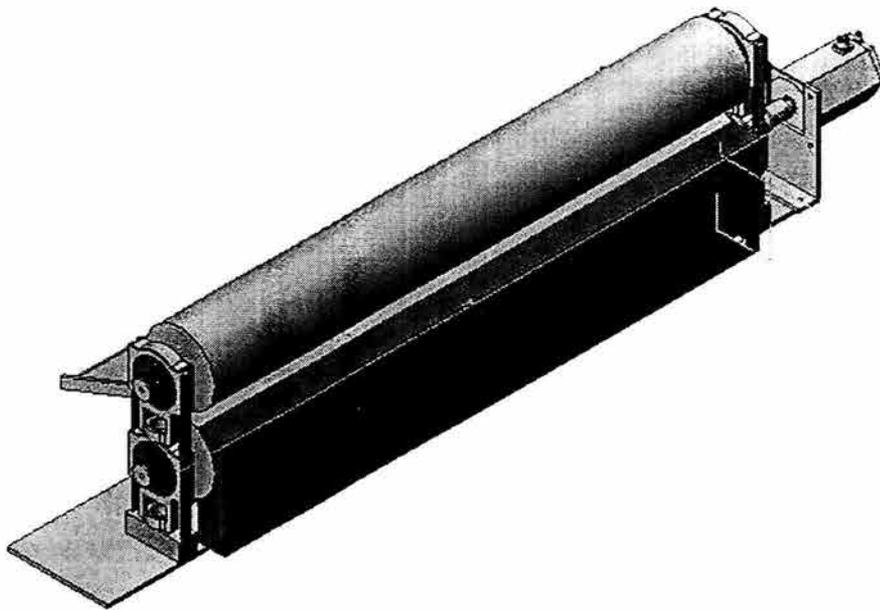


Fig. 5.3 Concepto desarrollado del rodillo con rampa

5.3.2 Probar y evaluar el diseño

Estos sistemas se evaluarán con respecto a la totalidad de los criterios que se han elegido para diseñarlo.

- Bajo desgaste de partes móviles
- Evitar vibración
- Fácil mantenimiento
- Medición rápida de filtros
- Buen agarre al alimentar tela
- Velocidad variable
- Alta seguridad mecánica
- Seguridad para el operario
- Partes que no se desprendan accidentalmente
- Utilizar muchas piezas estandarizadas y compradas
- Número razonable de componentes
- Poca complejidad de los componentes
- Ensamble sencillo

La tabla 5.10 muestra la evaluación a la que fueron sujetos los conceptos desarrollados contra los criterios de selección.

Se puede ver que el sistema de rodillos con rampa tiene un mejor promedio al ser evaluado contra los criterios, por lo tanto, este es el sistema que será desarrollado con mayor profundidad.

| Criterio | Valor | Sistema de leva | Sistema de rampa |
|------------------------------------|-------|-----------------|------------------|
| Cantidad de desgaste | 14.4% | 7 | 8 |
| | | 10.08% | 11.52% |
| Posibilidad de variar la velocidad | 7.2% | 9 | 9 |
| | | 5.04% | 5.04% |
| Rapidez de medida | 9% | 9 | 9 |
| | | 8.1% | 8.1% |
| Seguridad mecánica esperada | 6% | 8 | 9 |
| | | 4.8% | 5.4% |
| Facilidad para desalojar material | 9% | 8 | 8 |
| | | 7.2% | 7.2% |
| Baja susceptibilidad a vibraciones | 9.6% | 8 | 7 |
| | | 7.68% | 6.72% |
| Número de componentes estándar | 12% | 8 | 8 |
| | | 9.6% | 9.6% |
| Número de componentes | 3% | 7 | 8 |
| | | 2.1% | 2.4% |
| Complejidad de componentes | 3% | 7 | 8 |
| | | 2.1% | 2.4% |
| Posibilidad de daño físico | 4% | 8 | 8 |
| | | 2.4% | 2.4% |
| Sencillez de ensamble | 3% | 7 | 8 |
| | | 2.1% | 2.4% |
| Tiempo y costo de mantenimiento | 10.8% | 7 | 8 |
| | | 7.56% | 8.64% |
| Seguridad en acoplamiento y juntas | 9% | 8 | 8 |
| | | 7.2% | 7.2% |
| Total | | 75.96% | 79.02% |

Tabla 5.10 Evaluación de los conceptos desarrollados

Aunque el costo del servomotor es muy alto, dentro de las ventajas que conlleva, esta facilidad de controlar el avance. Como el proceso del corte no varía, en si lo que cambia es la longitud de corte, esta longitud se pueden variar a través del servomotor, dejando intacto el código de trabajo del controlador principal.

5.4 Diseño de detalle

5.4.1 Afinar y optimizar el diseño

La carga que debe transportar este sistema de 5 kilogramos. Se debe tener en cuenta el ambiente en el que se trabajará es industrial, pero no es agresivo al metal.

La construcción de los rodillos es de la siguiente manera: se utilizarán tubos de cédula 40 de 4 pulgadas de diámetro. A los cuales se le agregarán los rodamientos a los laterales de los tubos, en la parte central de los rodamientos se le incorporan ejes.

Las características del tubo son las siguientes (tabla 5.11):

| RODILLO | TIPO DE TUBO | GRUESO DE PARED DEL TUBO (mm) | Diámetro LA Exterior Nominal Real (mm) | Diámetro interno (mm) | Peso (kg/m) |
|---------|--|-------------------------------|--|-----------------------|-------------------|
| | -Nombre Común- material | DE | DE | / | |
| 4" | Cédula 40 ASTM - A 53 6.02 (0.237") Grado B" | | 102(4") /114.3(4.5") | 102.26(4.026") | 16.21(10.79lb/ft) |

Tabla 5.11 Características del rodillo

Por lo tanto tenemos que los rodillos son de 1.5 [m], por lo que tiene un peso de 24.315 [kg].

Como se requiere que rodillos sean sellados se recomienda una placa de ¼" de espesor, se utilizará una placa circular con diámetro exterior de 103 [mm] (4.026") y una perforación de 50.8 [mm] (2") en el centro, al espesor dado.

$$A = \pi \cdot \left(\left(\frac{D}{2} \right)^2 - \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right)$$

Donde:

$$D = 10.3 \text{ [cm]}$$

$$d = 5.08 \text{ [cm]}$$

$$A = 63.0546 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$h = 0.635 \text{ [cm]}$$

$$V = A \cdot h$$

$$V = 40.039671 \text{ [cm}^3\text{]}$$

Se sabe que la densidad del acero es de 7.8 [g /cm³]; es decir que, aproximadamente tiene un peso de 312.31g.

Por las dos placas son 0.62462 Kg.

Los ejes chicos son de acero también de una longitud de 10 [cm] con radio de una pulgada (2.54 [cm]), lo que da un peso de 1580.956 [g].

Conociendo lo anterior se tiene que el peso total de ambos ejes es de 3.1619 [kg].

Se van a utilizar chumaceras del tipo SKF ConCentra take-up units tabla 5.12.

| SKF ConCentra take-up units | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|-------|----------------|-------|--------------------|----------------|--------|------|---------|
| Dimensions | | | | | Basic load ratings | | Speed | Mass | |
| Designation | | | | | dynamic | static | rating | | |
| d _a | A | H | H ₁ | L | C | C ₀ | | | |
| mm | | | | | N | | r/min | kg | |
| 50.800 | 58.7 | 120.7 | 101.6 | 155.6 | 96500 | 100000 | 2150 | 4.54 | TBR 2 N |

Tabla 5.12 Características de la chumacera

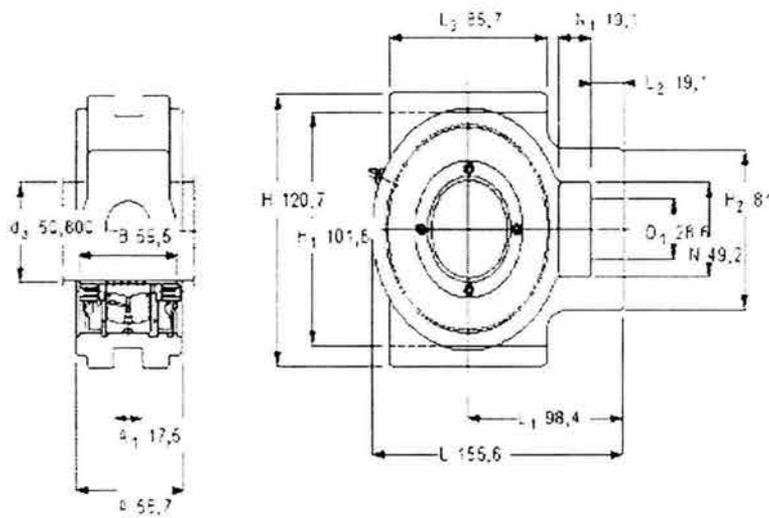


Fig. 5.4 Dibujo de la chumacera

De este tipo de chumaceras se van a utilizar dos por rodillo, por lo tanto, el peso de ambos es de 9.08 [kg]. Entonces el peso neto de todo el rodillo con chumaceras es de 37.182 [kg].

En realidad la longitud de trabajo de los rodillos, como se mencionó anteriormente, es de transición; por lo que una longitud de 0.5 [m] es suficiente. Esta longitud además sirve para poder colocar los sensores para determinar si se encuentra material en transición o no.

Se requiere de un rodillo que impulse el material después del sistema de corte, dependiendo del radio de este rodillo y de la velocidad mínima y máxima de avance se determinará la potencia necesaria del accionamiento.

Este impulsor de rodillo se esquematiza a continuación:

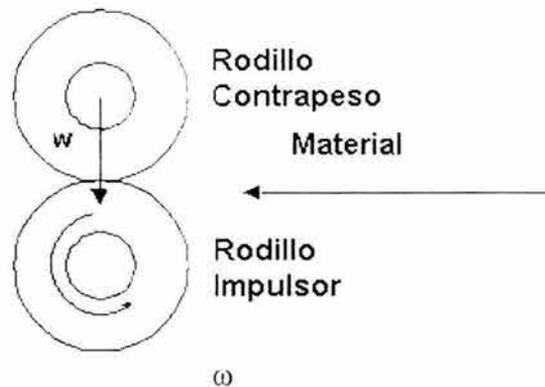


Fig. 5.5 Diagrama del Rodillo Impulsor

En la fig. 5.5 se muestra las condiciones del desalajo.

W = Es el peso del mismo rodillo impulsor que ejerce una fuerza, que es necesario desplazar.

w = Es la velocidad angular a la que gira el rodillo.

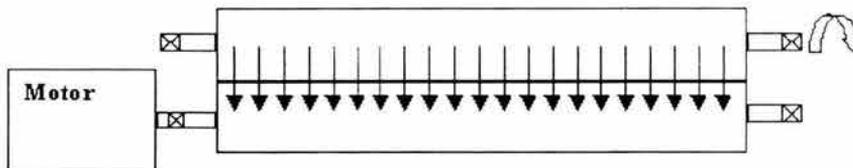


Fig. 5.6 Diagrama frontal de rodillo impulsor

Para determinar el diámetro del ejes de los rodillos se pueden tomar como poleas de una longitud de 1.5 [m] de un diámetro de 0.13 [m].

El peso del rodillo sería de 37.182 [kg], más el del rodillo impulsor sin las chumaceras 28.102 [kg], lo que da un total de 65.284 [kg], entonces el par que debe transmitir es de 373.099 [cm/ kg].

La potencia que debe de transmitir el motor es de:

$$P = \frac{N \cdot T}{71620}$$

Donde:

P = Potencia

N = Revoluciones por minuto

T = Par a transmitir

$P = 2.2974 \text{ [CV]} = 2.2659 \text{ [hp]} = 1689.664 \text{ [W]}$

A continuación se muestra en la fig. 5.7 el concepto desarrollado

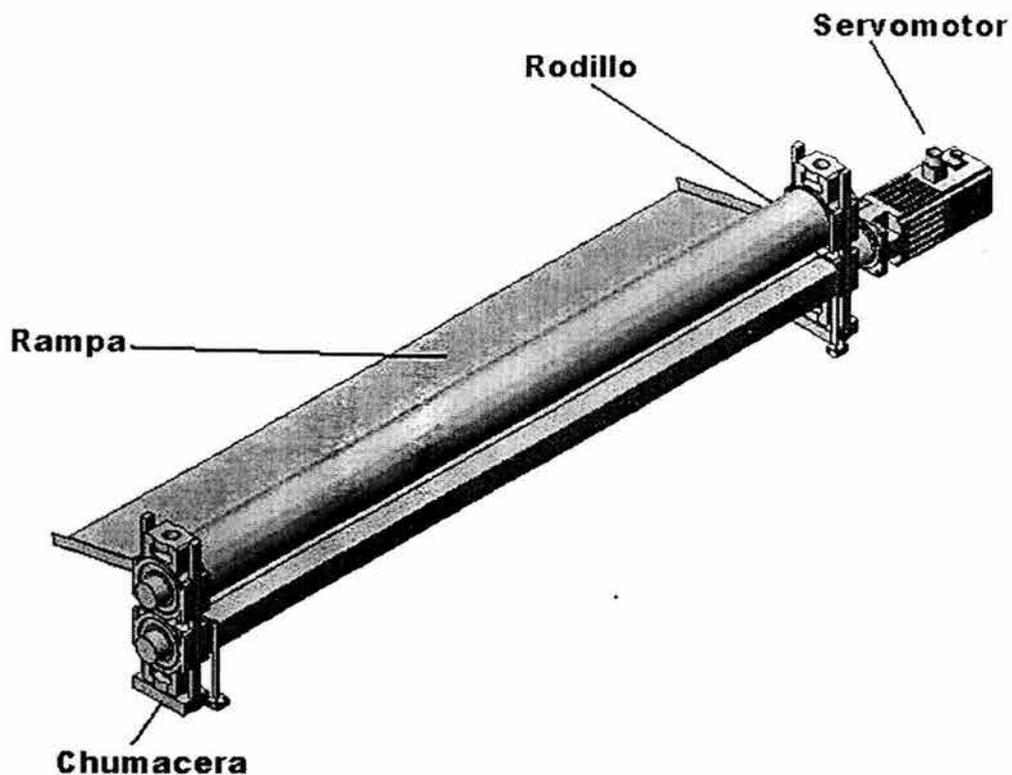


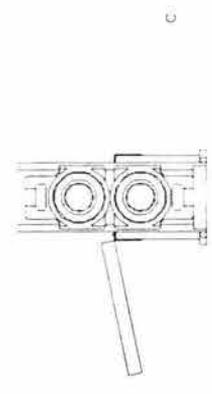
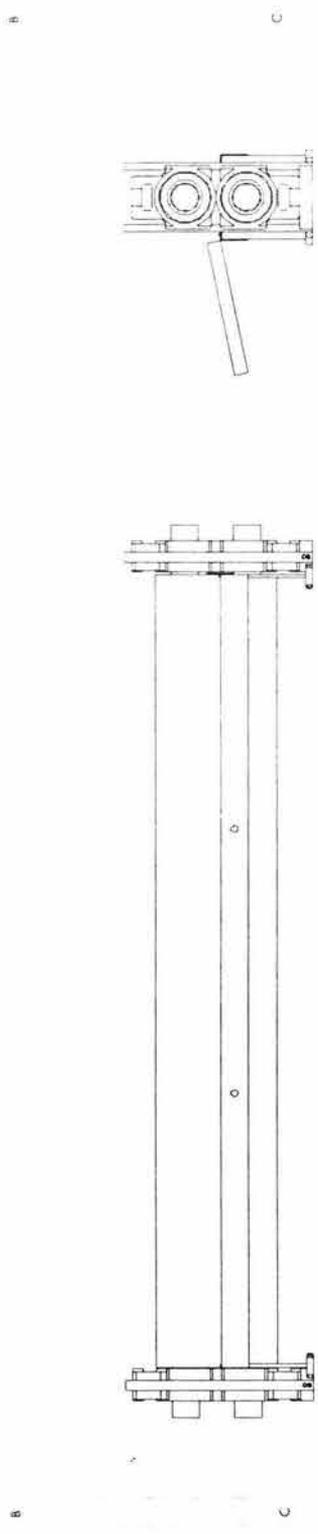
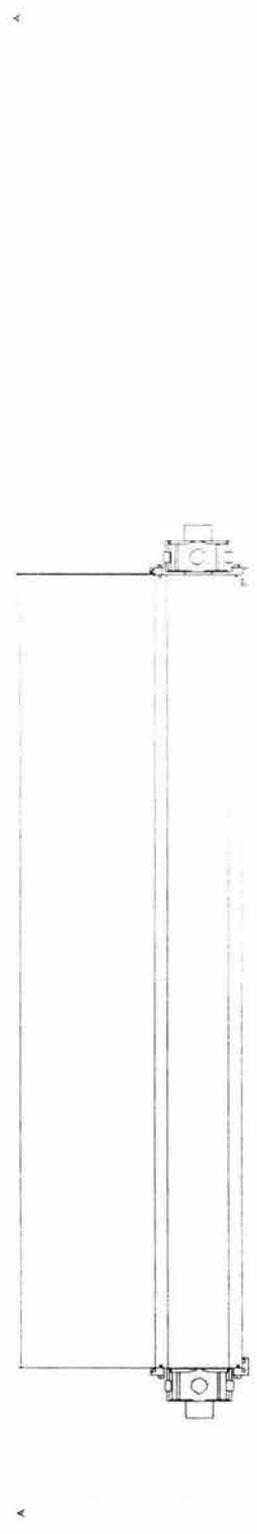
Fig.5.7 Desalajo con rodillo impulsor

5.5 Comunicación del diseño

5.5.1 Documentar el diseño

En la documentación del diseño se presentan tanto los planos de ensamble como los de fabricación, estos planos se muestran en el Anexo F.

1 2 3 4 5 A



Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ingeniería

Carrera:

Máquina de corte para filtros

Fecha: 04/05/19

Nombre: Camarabada RRL

Dibujada: Camarabada RRL

04/05/19

Sistema de desalajo

escala:

A4

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Escala: 1:1

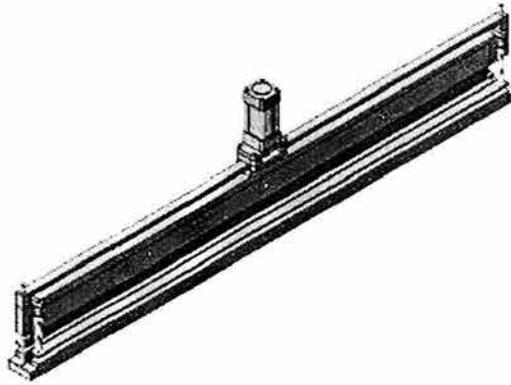
Figura: 1.3

6 Diseño de Configuración y Detalle del Conjunto

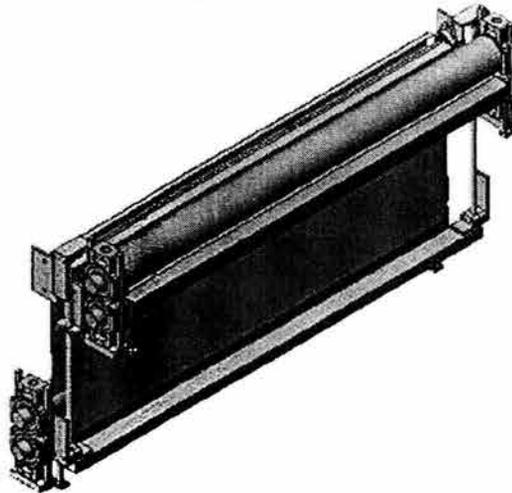
6.1 Modelar y analizar el diseño

En los capítulos anteriores (3,4,5) se desarrollaron los conceptos que para cada sistema se plantearon respectivamente: alimentación de material, corte de material, desalojo. En este capítulo se trabajará sobre la configuración que se manejará al unir estos sistemas en un conjunto funcional.

Los sistemas que se obtuvieron se muestran en la tabla 6.1.



Sistema de corte



Sistema de Alimentación

Tabla 6.1 Sistemas del Prototipo

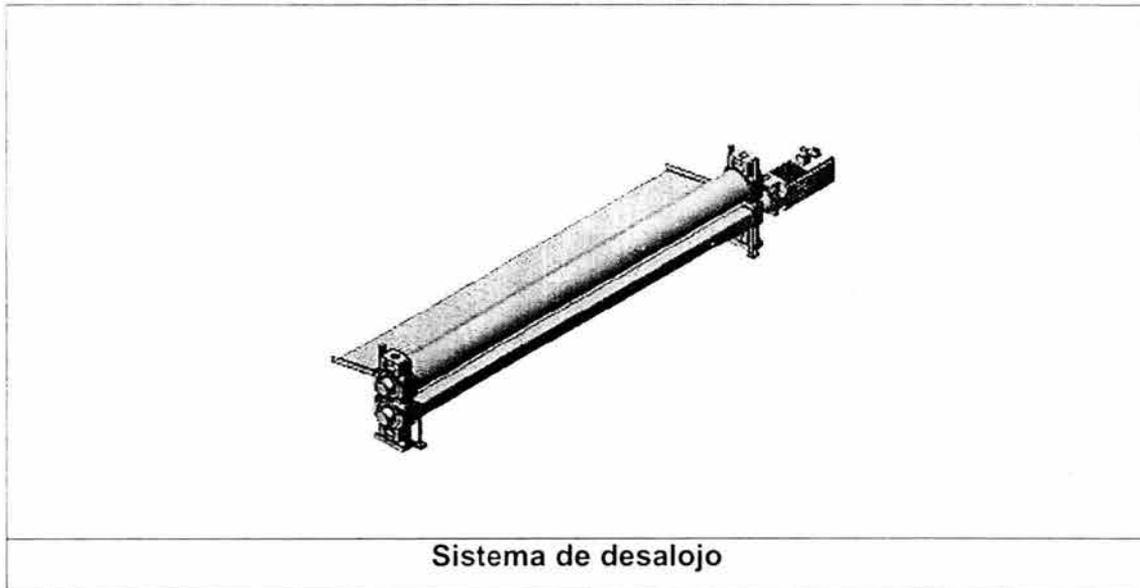


Tabla 6.1 (Continuación) Sistemas del Prototipo

El diseño de cada sistema se planea para que cada uno sea acomodado en la siguiente relación de posición:

| | | |
|-------------------------|------------------|---------------------|
| Sistema de Alimentación | Sistema de corte | Sistema de desalajo |
|-------------------------|------------------|---------------------|

La configuración final a la que se llegó es la siguiente, se muestra en la fig. 6.1.

6.2 Probar y evaluar el diseño

A continuación evaluaremos si el sistema en conjunto satisface todos los requerimientos que se plantearon en los primeros capítulos (Capítulo 2).

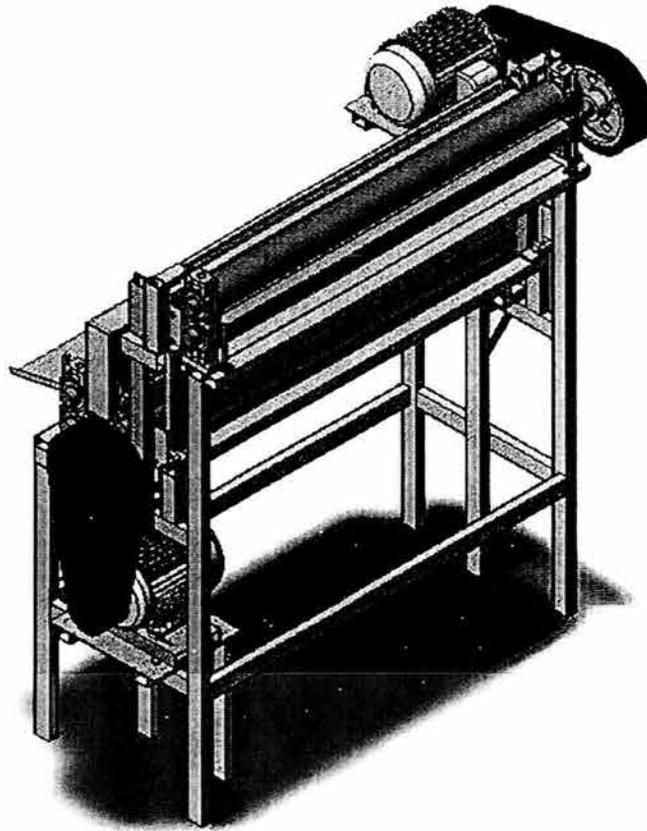


Fig. 6.1 Configuración de los sistemas

Debido a que los valores con los que se califica individualmente los sistemas son diferentes unos de otros, por que esas especificación son únicamente referenciadas a cada sistema independiente, se utilizará la tabla 2.2 como base para evaluar el conjunto en general.

| Objetivo | Porcentaje | Conjunto |
|--|------------|----------|
| Poco desgaste de partes móviles | 12% | 7 |
| | | 8.4% |
| Número razonable de componentes | 12% | 5 |
| | | 6% |
| Utilizar piezas estandarizadas y comerciales | 12% | 8 |
| | | 9.6% |
| Pocos errores por parte del operario | 10% | 8 |
| | | 8% |
| Tolerancia a sobrecargas | 6% | 8 |
| | | 4.8% |
| Fácil mantenimiento | 6% | 7 |
| | | 5.2% |
| Fácil de ajustar a diferentes telas | 6% | 9 |
| | | 5.4% |
| Fácil de ajustar a diferentes filtros | 6% | 9 |
| | | 5.4% |
| Rapidez para medir la longitud de corte | 6% | 9 |
| | | 5.4% |
| Alta seguridad mecánica | 6% | 8 |
| | | 4.8% |
| Partes que no se desprendan fácilmente | 6% | 8 |
| | | 4.8% |
| Fácil de manejar | 4.5% | 7 |
| | | 3.15% |
| Seguridad para el operario | 4% | 6 |
| | | 2.4% |
| Baja susceptibilidad a vibraciones | 2% | 7 |
| | | 1.4% |
| No sea demasiado ruidosa | 1.5% | 8 |
| | | 1.2% |
| Total | 100% | 75.9% |

Tabla 6.2 Evaluación de Conjunto

El único objetivo que falla en cumplir es el de número razonable de componentes, pero en un sistema mecánico esto es difícil de lograr. Por lo que independientemente de este punto los demás objetivos son cumplidos en cierto grado.

7 Conclusiones

Al evaluar el sistema de corte contra el sistema anterior que se utilizaba en la manufactura de filtros, se ve que cumple con los objetivos iniciales de una manera bastante aceptable.

En el único punto en el cual no se cumple es el de número de partes, este número es de alrededor de 300 piezas, esto significa que entre más componentes tenga la máquina más cara será.

Al construir el prototipo, y ponerlo en la línea de producción, se puede observar las mejoras que se le hacen al proceso de manufactura de filtros.

Por el momento se puede ver que la máquina permite cortar 8 filtros por minuto, con una alimentación constante, por lo tanto en veinte minutos se tendría un total de 160 filtros. Mientras que con el método anterior en el mismo tiempo, solo se habrían cortado 80 filtros. Por lo que el objetivo de cortar rápidamente los filtros se cumple.

Aunque la máquina de corte está diseñada para trabajar en una línea de producción, ésta apenas es la segunda estación que se ha diseñado, por lo que aún no se puede hacer que el proceso funcione al cien por ciento automáticamente.

Esta máquina tiene la ventaja de que con pequeñas modificaciones, que se salen de las especificaciones, puede satisfacer al cliente. La máquina puede funcionar independientemente, con alimentación manual, lo que haría que la máquina trabajara al cien por ciento de su velocidad al cortar el tubo de tela. Aunque este método no emplearía a fondo la máquina con respecto al tiempo de corte, serviría para que, en dado caso de que la máquina de costura (primer eslabón de la línea de producción) tuviera que ser sujeta a mantenimiento correctivo, se pudiera seguir utilizando la máquina de corte.

Con respecto a las demás características que se pidió que tuviera, la mayoría las cumple, con excepción de las pocas partes que se pidieron. El número de piezas que se maneja es cercano a 300, lo que indica que la máquina es muy compleja a la hora del ensamble.

Otra ventaja que tiene la máquina es que los sistemas individuales se ensamblan por separado y posteriormente se integran a la estructura, ajustando los últimos detalles ya en ensamble completo.

El siguiente paso que se tiene en mente, es buscar el apoyo de la empresa para facilitar los fondos para construir el prototipo, y realizar las pruebas en la máquina en operación.

Ésta es una manera de encontrar defectos que en el diseño, para solucionarlos y hacer que la máquina más eficiente.

La metodología que se empleo en el presente trabajo, fue de gran utilidad, ya que gracias a él, se pudo organizar la información que se obtuvo del cliente, facilitando mucho el proceso de diseño.

8 Bibliografía

- Ullman, D., *The Mechanical Engineering Design Process*, McGraw-Hill, NY, 2000.
- Clive Dym, Patrick Little, *El proceso de diseño en ingeniería*, Limusa, México , 2002.
- Faires, *Diseño de elementos de maquinas*, Limusa, México, 1999.
- Calero Pérez, Carta Gonzales, *Fundamentos de mecanismos y maquinas para Ingenieros.*, McGraw-Hill, España 1999.
- Auria, Ibáñez, Ubieta, *Dibujo Industrial: Conjuntos y Despieces.*, Paraninfo, España 2000.
- Cross, *Métodos de diseño*, Limusa, México 1999.
- Corbett, Dooner, Maleka, Pyn, *Design for Manufacture Strategies, Principles and Techniques*, Ed. Addison-Wesley 1991.
- Norton, *Diseño de Máquinas*, Prentice Hall-Pearson, México 1999, pags 889-954.
- Shigley, Mischke, *Mechanical Engineering Design*, Mc. Graw-Hill, Ed. Sexta, Pags. 445-513, 1218-1222.
- Mott, *Machine Elements in Mechanical Design*, Ed. Tercera, Prentice Hall, pags. 641-654.

http://usuarios.lycos.es/automatica/temas/tema2/pags/la_lc/lc.htm

http://www.geocities.com/icv_1999/UnidadesMIInglesas.htm

<http://www.construir.com/Econsult/C/Consulta/RENISON/document/medidas.htm>

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Runway/3750/palancas.html>

Anexos

Anexo A

Sistema estructural

El objetivo principal de este sistema es dar alojamiento a los sistemas de corte, desalajo, alimentación, sujeción, control y de potencia. Dando seguridad con respecto a su acomodo y tratando que estos sistemas sean de fácil acceso para su mantenimiento. Esta estructura debe ser firme para evitar la vibración que pueda provocar fallos en la sujeciones.

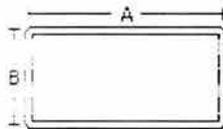
Este sistema está restringido por el volumen que debe ocupar la máquina en el lugar de trabajo.

Las funciones que debe presentar este sistema son las de:

- Función de alojamiento de sistemas
- Función de solidez y estabilidad

En este anexo se determinará el tipo de estructura que se utilizará. Hay diferentes tipos de tubulares, para ser coherente con la máquina.

El tipo de tubular que es más adecuado para nuestro trabajo es el tubular rectangular, ya que por sus características es fácil de manipular en una estructura.



El tubular se ensamblará primero; éste dará alojamiento a los demás sistemas. La estructura se unirá por medio de un proceso de soldadura de arco eléctrico, una vez que la estructura base esté completa se le agregarán los sistemas de alimentación, corte y de corte previamente ensamblados.

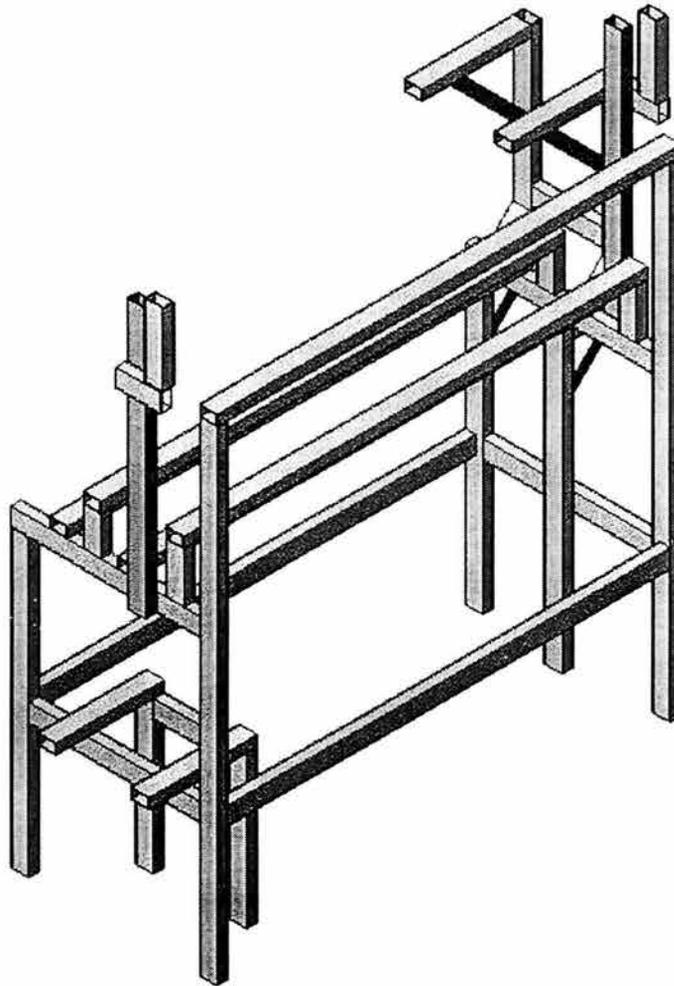


Fig. A.1 Sistema estructural de la máquina de corte para filtros

Esta figura representa las posiciones de los tubulares que servirán de soporte para los sistemas de la máquina.

Se recomienda que el sistema de soporte sea armado al principio para que únicamente se vayan ensamblando los sistemas en él.

Anexo B

Sistema de Control

La máquina de corte de tela para medir utiliza un control siempre referenciado al material de trabajo; es decir, con un control de lazo cerrado. En almacenamiento y en la mayor parte del transporte de material se utilizará un sistema de lazo abierto.

Sistemas en lazo abierto:

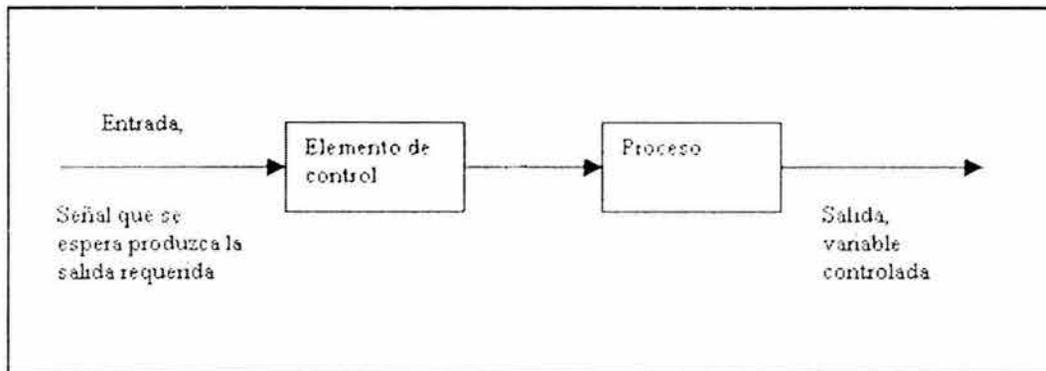
DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

Son los sistemas en los cuales la salida no afecta la acción de control. En un sistema en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada.

En cualquier sistema de control en lazo abierto, la salida no se compara con la entrada de referencia. Por tanto, a cada entrada de referencia le corresponde una condición operativa fija; como resultado, la precisión del sistema depende de la calibración. Ante la presencia de perturbaciones, un sistema de control en lazo abierto no realiza la tarea deseada. En la práctica, el control en lazo abierto sólo se utiliza si se conoce la relación entre la entrada y la salida y si no hay perturbaciones internas ni externas. Es evidente que estos sistemas no son de control realimentado.

ELEMENTOS BÁSICOS

1. Elemento de control: Este elemento determina qué acción se va a tomar dada una entrada al sistema de control.
2. Proceso: El proceso o planta en el sistema en el que se va a controlar la variable.



Sistemas en lazo cerrado:

DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

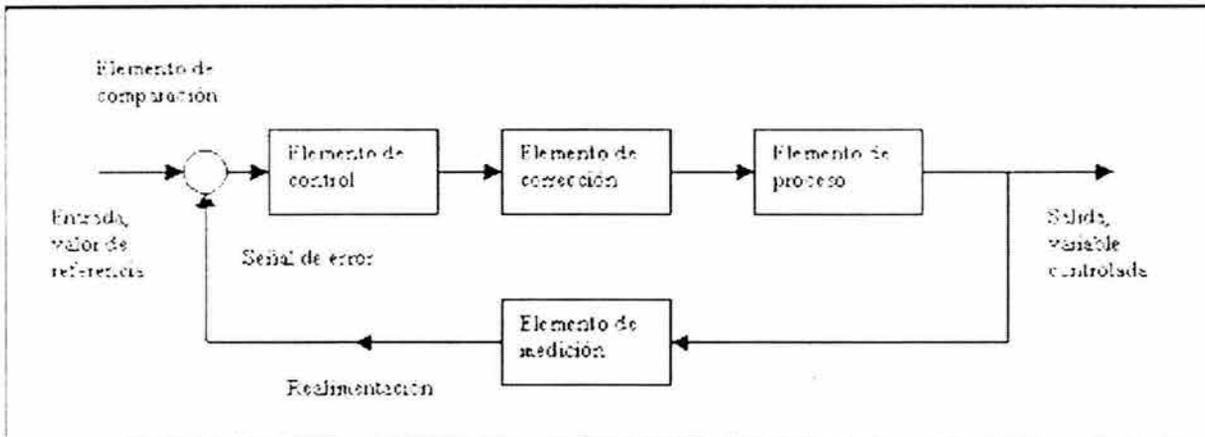
Los sistemas de control realimentados se denominan también sistemas de control de lazo cerrado. En la práctica, los términos control realimentado y control en lazo cerrado se usan indistintamente.

En un sistema de control en lazo cerrado, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la salida de realimentación (que puede ser la señal de salida misma o una función de la señal de salida y sus derivadas y/o integrales) a fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor conveniente. El término control en lazo cerrado siempre implica el uso de una acción de control realimentando para reducir el error del sistema.

ELEMENTOS BÁSICOS

1. Elemento de comparación: Este elemento compara el valor requerido o de referencia de la variable por controlar con el valor medido de lo que se obtiene a la salida, y produce una señal de error la cual indica la diferencia del valor obtenido a la salida y el valor requerido.
2. Elemento de control: Este elemento decide que acción tomar cuando se recibe una señal de error.
3. Elemento de corrección: Este elemento se utiliza para producir un cambio en el proceso al eliminar el error.

4. Elemento de proceso: El proceso o planta, es el sistema dónde se va a controlar la variable.
5. Elemento de medición: Este elemento produce una señal relacionada con la condición de la variable controlada, y proporciona la señal de realimentación al elemento de comparación para determinar si hay o no error.



También cabe mencionar cómo se clasifican los procesos industriales, con respecto a su evolución con el tiempo. Se dividen en :

Continuos: Estos procesos se diferencian por el hecho de que continuamente entra el material de trabajo y sale constantemente un producto terminado.

Discontinuos o por lotes: En este sistema se reciben las cantidades de material a trabajar. Sobre este material se realizan las operaciones que se requieran para obtener un producto acabado o un producto intermedio que necesite un procesamiento posterior.

Discretos: Para obtener el producto de salida, se tienen que aplicar una serie de operaciones, algunas similares entre sí. Por lo general, el material de entrada es discreto y se trabaja individualmente.

De la anterior clasificación se ve que el proceso puede ubicarse dentro de los procesos discontinuos.

Ahora hay que definir como vamos a controlar todos los actuadores, así como los sensores que se requieren para las señales de entrada.

Lo recomendable es que se utilice un PLC ya que este controlador está construido específicamente para ambientes industriales.

Los controladores lógicos programables (PLC, por sus siglas en inglés), son dispositivos electrónicos digitales que fueron desarrollados en 1969 para reemplazar a los circuitos de relevadores (relés) electromecánicos, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinacional. En los sistemas de lógica combinacional, el estado de una salida queda determinado por el estado de una cierta combinación de entradas sin importar la historia de éstas.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido
- Procesos de producción periódicamente cambiantes
- Procesos secuenciales
- Maquinaria de procesos variables
- Instalaciones de procesos complejos y amplios
- Revisión de programación centralizada de las partes del proceso

Ejemplos de aplicaciones generales:

- Maniobra de máquinas
- Maquinaria industrial de plástico
- Máquinas transfer
- Maquinaria de embalajes

- Maniobra de instalaciones:
 - Instalación de aire acondicionado, calefacción...
 - Instalaciones de seguridad
- Señalización y control:
 - Chequeo de programas
 - Señalización del estado de procesos

Ventajas e inconvenientes

No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones tecnológicas que surgen constantemente. Tales consideraciones obligan a referir las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

Ventajas

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos ya que no es necesario dibujar el esquema de contactos
- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente se elimina parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles. Los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.

- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

Inconvenientes

- Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento.
- El costo inicial también puede ser un inconveniente.

La selección de un PLC :

Al evaluar la capacidad y tipo del PLC necesario para llevar a cabo una tarea, los factores que se deben tener en cuenta son:

- Capacidad de entradas y salidas (I/O) que se requieren, así como la capacidad de expansión para necesidades futuras.
- Tipo de entradas y salidas (I/O) que requieren, si son analógicas o digitales.
- Tipo de aislamiento, fuentes de alimentación incluida para entradas/salidas, acondicionamiento de señal, etcétera.
- Capacidad de memoria necesaria. Esto depende de la cantidad de entradas y salidas(I/O) que se utilicen.
- Velocidad y capacidad del CPU. Cuántos tipos de instrucciones se manejarán. Esta velocidad depende de la cantidad de entradas y salidas (I/O).

A continuación se presentan las entradas y salidas para cada sistema :

| Sistema | Entrada (Inputs) | Salida (Outputs) |
|--------------------|--|--|
| Sistema de entrada | Material rodillo superior Material rodillo inferior Seguro rodillo superior Seguro rodillo inferior Pinza superior rodillo basculante Pinza inferior rodillo basculante | Motor A Motor B Seguro superior Seguro inferior Pinza superior Pinza inferior |
| Sistema de corte | Existencia de material Pistón extendido Pistón contraído Sujeción de tela A Sujeción de tela B | Extender pistón Contraer pistón Sujetar tela A Sujetar tela B |
| Sistema de salida | Existencia de material. Término de secuencia del servomotor | Inicio de secuencia del servomotor |
| Mandos | Inicio de proceso Paro de emergencia Paro total Señal proveniente de la máquina de costura | Foco verde (trabajando) Foco rojo (paro de emergencia) |

La selección de los sensores de proximidad se basará en la siguiente tabla:

| Material | | Distancia | Tipo de detector |
|--------------------|-------------|-----------|----------------------|
| Sólido | Metálico | <50 mm | Inductivo |
| | | >50 mm | Ultrasónico u Óptico |
| | No Metálico | <50 mm | Capacitivo |
| | | >50 mm | Ultrasónico u Óptico |
| Polvo o Granulados | Metálico | <50 mm | Inductivo |
| | | >50 mm | Ultrasónico |
| | No Metálico | <50 mm | Capacitivo |
| | | >50 mm | Ultrasónico |
| Líquidos | Metálico | <50 mm | Capacitivo |
| | | >50 mm | Ultrasónico |
| | No Metálico | <50 mm | Capacitivo |
| | | >50 mm | Óptico |

Como se sabe que se está sensando una tela, un sólido no metálico como indica la tabla, el sensor más adecuado es un sensor capacitivo.

Los sensores que recomienda Allen & Bradley son lo siguientes:

875CP 3-Wire DC

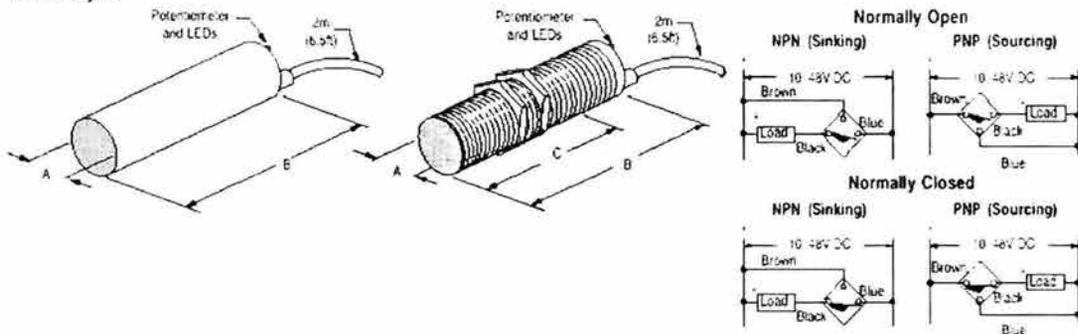
Plastic Face/Threaded or Smooth Plastic Barrel

Selection Guide

| Barrel Dia. & Type | Nominal Sensing Distance—mm (in) | Shielded | Output Configuration | | Switching Frequency (Hz) | Catalog Number | | | |
|--|----------------------------------|----------|----------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|-----------------|--|
| | | | | | | Cable Style | Micro QD Style | Pico QD Style | |
| 14mm Threaded | 2 (0.08) to 2 (0.31) | N | N.O. | PNP | 100 | 875CP-NBNP18-A2 | | 875CP-NBNP18-P3 | |
| | | | | NPN | | 875CP-NBNN18-A2 | | 875CP-NBNN18-P3 | |
| | | | N.C. | PNP | | 875CP-N8CP18-A2 | | 875CP-N8CP18-P3 | |
| | | | | NPN | | 875CP-N8CN18-A2 | | 875CP-N8CN18-P3 | |
| 14mm Threaded | 5 (0.20) to 20 (0.79) | | N.O. | PNP | | 875CP-N20NP30-A2 | 875CP-N20NP30-D4 | | |
| | | | | NPN | | 875CP-N20NN30-A2 | 875CP-N20NN30-D4 | | |
| | | | N.C. | PNP | | 875CP-N20CP30-A2 | 875CP-N20CP30-D4 | | |
| | | | | NPN | | 875CP-N20CN30-A2 | 875CP-N20CN30-D4 | | |
| 14mm Smooth | 7 (0.28) to 30 (1.18) | N.O. | PNP | 875CP-NM30NP34-A2 | 875CP-NM30NP34-D4 | | | | |
| | | | NPN | 875CP-NM30NN34-A2 | 875CP-NM30NN34-D4 | | | | |
| | | N.C. | PNP | 875CP-NM30CP34-A2 | 875CP-NM30CP34-D4 | | | | |
| | | | NPN | 875CP-NM30CN34-A2 | 875CP-NM30CN34-D4 | | | | |
| Recommended Standard QD Cables: 1-2-4m (1-5ft) | | | | | | 889D-F4AC-2 | 889P-F3AB-2 | | |

Si se utilizan sensores normalmente abiertos con cable, los sensores que más pueden servir son los 875CP-NM30NP34-A2 y el 875CP-NM30NN34-A2

Cable Style



| Diameter or Thread Size | mm (inches) | | |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | A | B | C |
| M18 x 1 | 18.0 (0.71) | 52.0 (2.04) | 52.0 (2.0) |
| M30 x 1.5 | 30.0 (1.18) | | 45.1 (1.78) |
| 1/4" | 34.5 (1.34) | | N/A |

Anexo C

Fuerza de corte

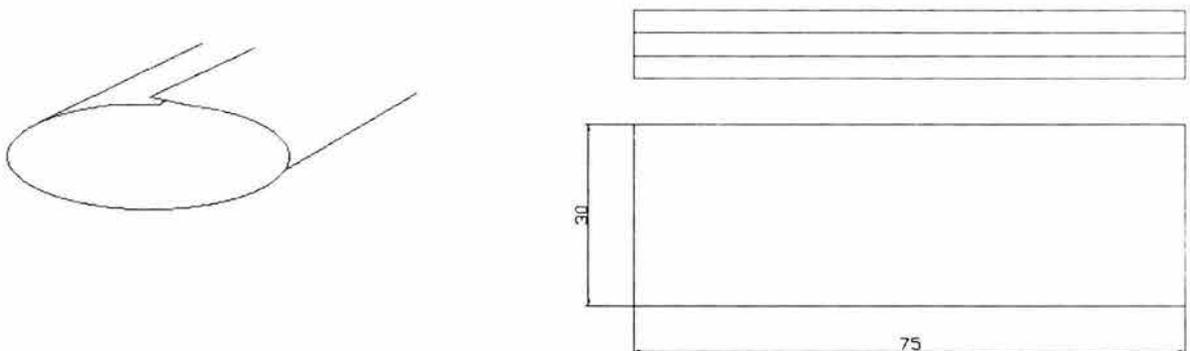
Como la fuerza de corte para las telas es difícil de calcular, sin tener los módulos de elasticidad perpendicular a la alineación de las fibras, se utilizan herramientas experimentales para obtener la fuerza de corte directamente.

Metodología de experimentación

Objetivo: Determinar la fuerza de corte para los diferentes tipos de tela que se van a utilizar en la manufactura de filtros.

Procedimiento:

Se utilizan piezas de tela apiladas de tres en tres para simular el grosor máximo que tienen los filtros en la costura. Estas piezas son de una longitud de 3 [cm] por 7.5 [cm].



El instrumento de corte fueron unas tijeras, las cuales se sujetaron a una máquina para pruebas de tracción Instron 3000.

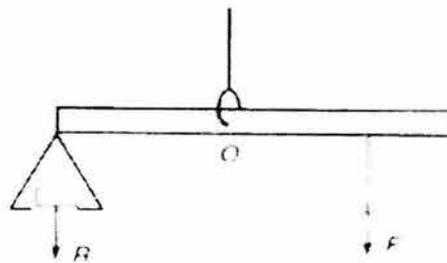
Teniendo en cuenta que la tijeras trabajan sobre el principio de palanca, se determinara la fuerza necesaria para el corte con la fórmula: $F_1L_1 = F_2L_2$.

$$F_1L_1 = F_2L_2$$

En la palanca de primer genero el punto de apoyo se halla entre los puntos de aplicación de la fuerza y la resistencia. Se pueden citar: la balanza de brazos iguales, la romana, las tijeras etc.

Teniendo en cuenta lo anterior y visualizando las figuras se tiene:

- a) El punto (O) pertenece al fulcro o punto de apoyo.
- b) El punto (R) corresponde a la resistencia.
- c) El punto (F) corresponde a la fuerza.



Balancin



Como las piezas de tela se cortarán por su longitud de 3 [cm], se espera que la fuerza varíe un poco del principio de corte con el final, debido al principio de palanca de las tijeras.

Se realizarán 6 eventos para cada tipo de tela (fibra de vidrio, fieltro, poliéster), así como 1 evento para determinar la resistencia al movimiento de las tijeras determinando el efecto en el experimento. Se eliminarán las mediciones más alta y se sacará el promedio simple.

Fieltro

| Evento | Fuerza [N] |
|--------|------------|
| 1 | 303.6 |
| 2 | 301.4 |
| 3 | 294.0 |
| 4 | 320.4 |
| 5 | 319.5 |
| 6 | 336.3 |

Fibra de vidrio

| Evento | Fuerza [N] |
|--------|------------|
| 1 | 99.5 |
| 2 | 101.8 |
| 3 | 126.3 |
| 4 | 113.6 |
| 5 | 108.5 |
| 6 | 123.2 |

Poliéster

| Evento | Fuerza [N] |
|--------|------------|
| 1 | 132.2 |
| 2 | 137.6 |
| 3 | 152.4 |
| 4 | 143.5 |
| 5 | 140.3 |
| 6 | 148.9 |

Filtro Nomex

| Evento | Fuerza [N] |
|--------|------------|
| 1 | 299.7 |
| 2 | 273.6 |
| 3 | 284.6 |
| 4 | 327.9 |
| 5 | 261.1 |
| 6 | 287.3 |

Fuerza de tijeras

| Evento | Fuerza [N] |
|--------|------------|
| 1 | 56.8 |

Para determinar la fuerza de corte se utilizan los valores de salida de la máquina para pruebas de tracción que son d y F .

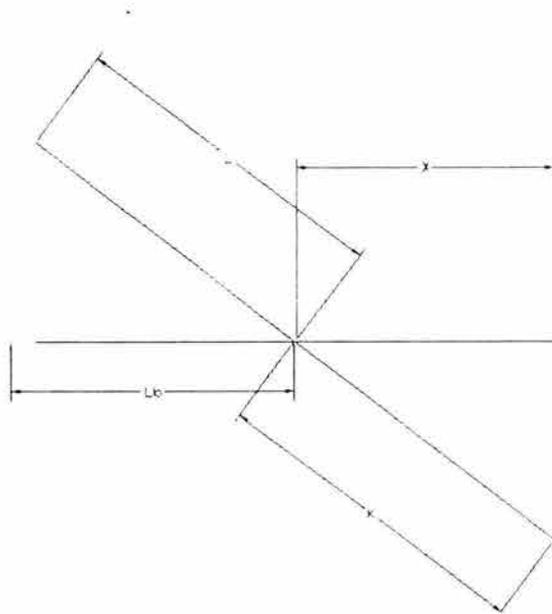


Fig. C.4 Diagrama de cuerpo libre del corte de tela

Para poder determinar la respuesta que se obtiene de aplicar el corte por medio de las tijeras, se supone que a partir del punto de apoyo se forman dos triángulos opuestos con los dos brazos de ella. A partir de este modelo de triángulos semejantes se parte utilizando la fórmula de palanca simple:

$$F \cdot l = R \cdot k$$

donde:

F : Es la Fuerza que se aplica

l : Es el brazo de aplicación de F

R : Es la Respuesta que ejerce la Fuerza por la palanca

k : Brazo de palanca de aplicación de la Respuesta

En la fórmula de un triángulo se sustituyen los valores requeridos para nuestro modelo.

Aquí :

l_b ; Es el valor de la base del triángulo que forma el punto de aplicación de F al punto de apoyo

y ; Es el valor de la Altura que se encuentra el punto de aplicación de F al punto de apoyo.

$$h = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$h = l$$

$$b = l_b$$

$$a = y$$

Utilizando el teorema del triángulo de Pitágoras.

Sustituyendo los valores por las longitudes de nuestro diagrama de cuerpo libre.

$$v_y = -\frac{y}{t}$$

$$v_y = -\frac{dy}{dt}$$

$$dy = -v_y \cdot dt$$

$$v_y = \text{const}$$

$$\int dy = -v_y \cdot \int dt$$

$$y = -v_y \cdot t + C$$

$$y = y_1, t = 0 \Rightarrow C = y_1$$

\therefore

$$y = -v_y \cdot t + y_1$$

$$l = \sqrt{(y_1 - v_y \cdot t)^2 + l_b^2}$$

$$d = v_y \cdot t$$

$$l = \sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2}$$

Como no conocemos y .

Sabemos que la velocidad en el eje Y es en dirección negativa.

Utilizando la expresión Velocidad Media. Suponemos que la v_y es constante.

Integrando la expresión.

Se obtiene la expresión de la posición de y .

Sustituyendo d en lugar de la constante de la ecuación.

Tenemos que la ecuación de la hipotenusa está totalmente definida. Lo que nos da la posición en l .

$$v_y = v_x$$

$$\frac{dl}{dt} = \frac{dk}{dt}$$

$$l^2 = (y_1 - d)^2 + l_b^2$$

$$\frac{dl^2}{dt} = \frac{d(y_1 - d)^2}{dt} + \frac{dl_b^2}{dt}$$

$$2l \frac{dl}{dt} = 2(y_1 - d) \frac{d(-d)}{dt}$$

$$\frac{dl}{dt} = \frac{(y_1 - d) \frac{d(-d)}{dt}}{l} = \frac{(y_1 - d) \frac{-d}{t}}{l}$$

$$\frac{dl}{dt} = \frac{-(y_1 - d)v_x}{\sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2}}$$

$$\frac{dl}{dt} = \frac{dk}{dt}$$

$$\frac{dk}{dt} = \frac{-(y_1 - d)v_x}{\sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2}}$$

$$dk = \frac{-(y_1 - d)v_x}{\sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2}} \cdot dt$$

$$\int dk = \frac{-(y_1 - d)v_x}{\sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2}} \cdot \int dt$$

$$k = \frac{-(y_1 - d)v_x}{\sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2}} \cdot t + C$$

$$t = 0, k = k_0 \Rightarrow C = k_0$$

$$k = \frac{-(y_1 - d)v_x}{\sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2}} \cdot t + k_0$$

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

$$k = \frac{-(y_1 - d)v_x}{\sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2}} \cdot \frac{d}{v_y} + k_0$$

$$k = \frac{-(y_1 - d) \cdot d}{\sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2}} + k_0$$

Para obtener la velocidad en l .

Suponemos que la velocidad en K es igual independientemente de sus longitudes.

Conocemos el valor de l , de la anterior ecuación.

Sustituyendo los valores en la igualdad de la ecuación de velocidades para l y k .

Desarrollando la expresión.

Obtenemos la velocidad en l .

Con lo que se obtiene la velocidad en k .

Con lo que se puede integrar la expresión para k .

Aplicando los valores de frontera.

Se supone que el tiempo es el mismo para todas las velocidades.

Sustituyendo.

Se Obtiene la posición de k .

$$F \cdot l = R \cdot k$$

$$l = \sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2}$$

$$k = \frac{-(y_1 - d) \cdot d}{\sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2}} + k_0$$

$$F \cdot \sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2} = R \cdot \frac{-(y_1 - d) \cdot d}{\sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2}} + k_0$$

$$R = \frac{F \cdot \sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2}}{\frac{-(y_1 - d) \cdot d}{\sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2}} + k_0}$$

$$R = \frac{F \cdot ((y_1 - d)^2 + l_b^2)}{-(y_1 - d) \cdot d + k_0 \cdot \sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2}}$$

$$\beta = \sqrt{(y_1 - d)^2 + l_b^2}$$

$$R = \frac{F \cdot \beta^2}{-(y_1 - d) \cdot d + k_0 \cdot \beta}$$

Utilizando la fórmula de la palanca.

Sustituyendo las expresiones de k y l que se obtuvieron.

Despejando R el valor de la respuesta.

Se obtiene la expresión que buscamos.

La expresión.

Valor de las Respuestas

En esta parte se calculan las respuestas, de las fuerzas necesarias para cortar las telas.

Se tomará como patrón de fuerza la tela de fieltro, ya que ésta es la que requiere más fuerza de corte.

Fieltro

| Evento | Fuerza [N] |
|--------|------------|
| 1 | 302.14 |
| 2 | 285.78 |
| 3 | 292.74 |
| 4 | 311.08 |
| 5 | 314.81 |
| 6 | 333.13 |

Fuerza de tijeras

| Evento | Fuerza [N] |
|--------|------------|
| 1 | 56.04 |

Por lo tanto tomamos la máxima fuerza del fieltro y le restamos la resistencia de cierre de las tijeras, esto es una fuerza de $F = 333.13[N] - 56.04[N] = 277.09[N]$

Este resultado lo multiplicamos por el factor de seguridad de $N = 1.5$

$$F_s = F \cdot N = 1.5(277.09[N]) = 415.635[N] \quad (42.42 \text{ [kg]})$$

Donde F_s es la fuerza de corte tomando en cuenta el factor de seguridad.

Esta es la fuerza necesaria que deben aplicar los accionamientos para cortar la más resistente de las telas y por extensión las demás telas.

Anexo D
Cálculos

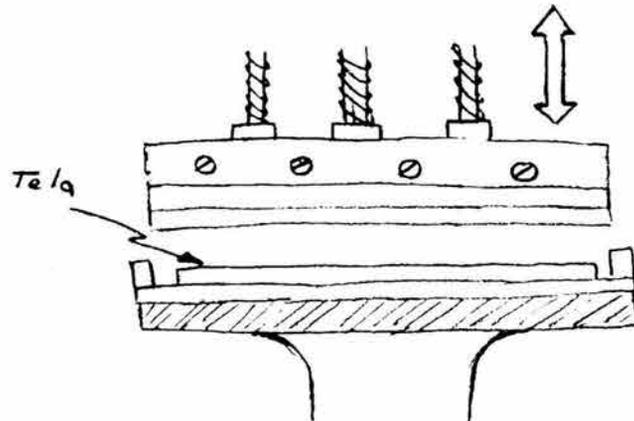


Fig. D.1 Esquema de corte por medio de cuchilla descendente

La fuerza puntual necesaria para cortar la tela es de 415.635[N]. Realizando el cálculo para determinar la fuerza necesaria que debe tener el accionamiento para realizar el trabajo.

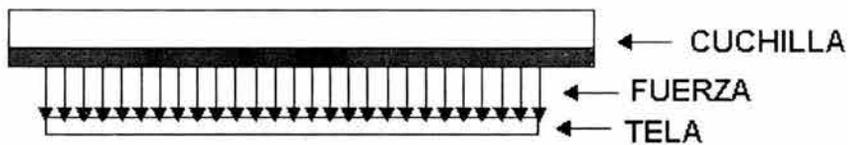


Fig. D.2 Esquema de distribución de fuerza de corte

Suponiendo que la fuerza actúa idealmente en 1 [cm] de tela, por lo que si el filtro con el diámetro aplastado es de 1.45 [m] a lo ancho de este material debemos tener 145 porciones de 1 cm cada uno activos por lo que la fuerza total debe de ser $F \times$ el número de partes activas.

Entonces se tiene que:

$$F_T = 415.635[\text{N/cm}] \times 145 [\text{cm}] = 60267.075 [\text{N}] = 6145.5313[\text{Kg}]$$

Guillotina

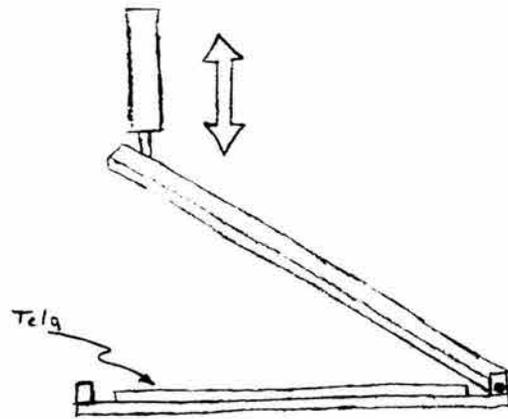


Fig. D.3 Esquema de corte con guillotina

Teniendo material de 1.45 [m] de ancho, se recomendaría un ancho de plancha de 1.50 [m]. La cuchilla tiene que ser de la misma longitud que la plancha, a continuación se presentan los cálculos para determinar el punto más alto, cuando la guillotina está abierta.

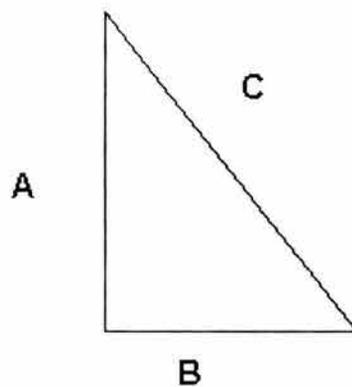


Fig. D.4 Triángulo de fuerza aplicada al corte

A: Altura máxima que alcanza el brazo y cuchilla

B: Longitud de la plancha

C: Longitud del brazo más la cuchilla ($C_u + C_B$)

La cuchilla tiene una longitud de 1.55 [m] (C_u) mientras que la mesa de trabajo tiene un ancho de 1.50 [m]. El ancho máximo de un filtro es de 1.45 [m] y una altura máxima de 0.03 [m].

Utilizando el teorema de Pitágoras para determinar el ángulo al que se encontrará la cuchilla:

$$C^2 = H^2 + B^2$$

Donde:

$$H = 3 \text{ [cm]}$$

$$B = 2.5 \text{ [cm]}$$

De la expresión anterior se obtiene que $C = 3.905125 \text{ [cm]}$

Con la ley de cósenos se obtiene que el ángulo entre C y B es de 50.19° . Este ángulo y la longitud de la cuchilla indica con la ley de senos:

$$A_a = C_u \cdot \text{sen}\phi$$

$$\phi = 50.19^\circ$$

$$A_a = 1.1907 \text{ [m]}$$

$$A_a = C_u \cdot \text{sen}(50.19^\circ)$$

La longitud total de C será de $C = B / \text{sen}(59.19^\circ)$

$$C = 1.9526 \text{ [m]}$$

Por lo tanto

$$C_B = C - C_u = 1.9226 \text{ [m]} - 1.1907 \text{ [m]} = 0.761988 \text{ [m]}$$

$$\text{La longitud A se calcula con } A = C \cdot \text{sen}50.19^\circ = 1.5019 \text{ [m]}$$

La longitud A indica la longitud del pistón (carrera), al ser grande esta longitud, el precio del accionamiento aumenta, y entra en conflicto con la restricción del volumen.

Estos puntos son importantes para descartar este concepto.

Resortes

La longitud de los resortes dependerá de la fuerza que requiera entregar, utilizando 1 [kg] cada 10 [cm], a lo largo del sujetador se necesitan 15 [kg].

Los resortes están en las dos puntas de los sujetadores, es decir que la fuerza de carga se dividirá entre dos; por lo tanto la fuerza en cada resorte será de 7.5 [kg].

Se supondrá una F_a de 2.5 [kg], con esto se lograría que la fuerza en el sujetador no varíe mucho.

Los resortes serán concéntricos a una guía de 1 [cm] de diámetro, por lo tanto los resortes deben ser de por lo menos 1.5 [cm] de diámetro medio.

Realizando los cálculos necesarios a continuación:

$$F_m = 7.5[\text{Kg}]$$

$$F_a = 2.5[\text{Kg}]$$

$$D_m = 1.5[\text{cm}]$$

Usando los valores anteriores en la ecuación de esfuerzo cortante $D_m = 1.5$ [cm]

$$S_s = \frac{8KF_m D_m}{\pi(D_w)^3}$$

Sustituyendo los valores de las literales

$$S_s = \frac{(8K \cdot 7.5 \cdot 1.5)}{\pi(D_w)^3}$$

donde K es el coeficiente de

$$K = \frac{4C-1}{4C-4} + \frac{0.615}{C}$$

y C es la razón de diámetros $C = \frac{D_m}{D_w}$

El valor de esfuerzo cortante se compara con el esfuerzo máximo permisible para resortes a trabajo constante

$$S_{sd} = 0.263 \frac{13790}{D_w^{0.166}}$$

Igualando las ecuaciones para poder determinar el diámetro mínimo de alambre

$$0.263 \frac{13790}{D_w^{0.166}} = \frac{\left(8 \left(\frac{4 \cdot \frac{1.5}{D_w} - 1}{4 \cdot \frac{1.5}{D_w} - 4} + \frac{0.615}{\frac{1.5}{D_w}} \right) \cdot 7.5 \cdot 1.5 \right)}{\pi (D_w)^3}$$

Acomodando ciertas incógnitas

$$0.263 \frac{13790}{D_w^{0.166}} = \frac{\left(8 \left(\frac{6 - D_w}{4 - 4D_w} + 0.41D_w \right) \cdot 7.5 \cdot 1.5 \right)}{\pi (D_w)^3}$$

realizando algunos cálculos

$$\frac{3626.77}{D_w^{0.166}} = \frac{\left(28.6479139544 \left(\frac{6 - D_w}{4 - 4D_w} + 0.41D_w \right) \right)}{(D_w)^3}$$

Despejando el valor del diámetro de alambre de la ecuación se obtiene que el valor del D_w para el cual son iguales los valores dando un valor límite es de:

$$D_w = 0.192634029833 \text{ [cm]}$$

Por lo tanto, sustituyendo en la ecuación del esfuerzo máximo, obtenemos que:

$$Ssd = 4767.10092096 \text{ [kg/cm}^2 \text{]}$$

Con esto se indica que el diámetro del alambre debe ser mayor a 0.192634029 [cm]

Revisando el valor de C

$$C = \frac{1.5}{0.192634029833} = 7.786786$$

Este valor de C es menor que 10, que es el máximo valor que debe de tener esta relación.

Ahora se debe ajustar el diámetro del alambre a los valores que se encuentran en tablas. El más cercano es de 2.032 [mm] es decir una galga del No. 14

Calculamos el espacio libre entre el eje el diámetro mínimo del resorte

$$\text{EspacioLibre} = D_m - D_u - \emptyset$$

$$\text{Espacio libre} = 1.5[\text{cm}] - 0.2032[\text{cm}] - 1.0[\text{cm}] = 0.2968 [\text{cm}]$$

Calculando la relación de diámetros

$$C = \frac{1.5}{0.2032} = 7.38188978$$

La razón C es de 7.38188978

Obteniendo el esfuerzo cortante para este diámetro de alambre

$$S_s = \frac{\left(8 \left(\frac{4 \frac{1.5}{0.2032} - 1}{\frac{1.5}{0.2032} - 4} + \frac{0.615}{\frac{1.5}{0.2032}} \right) \cdot 7.5 \cdot 1.5 \right)}{\pi (0.2032)^3}$$

$$S_s = 4100.1917 [\text{kg/cm}^2]$$

El Esfuerzo máximo permisible es de

$$S_{sd} = 0.263 \frac{13790}{0.2032^{0.166}}$$

$$S_{sd} = 4724.94 [\text{Kg/cm}^2]$$

Como podemos ver el valor del esfuerzo en el resorte es menor al esfuerzo máximo.

$$S_{sd} > S_s$$

Por lo tanto nuestras suposiciones son correctas con respecto al las características con que se esta diseñando el resorte.

Ahora hay que determinar el valor del factor de seguridad N . Para esto se requiere el Factor K_c , el cual se encuentra en la fig. D.5.

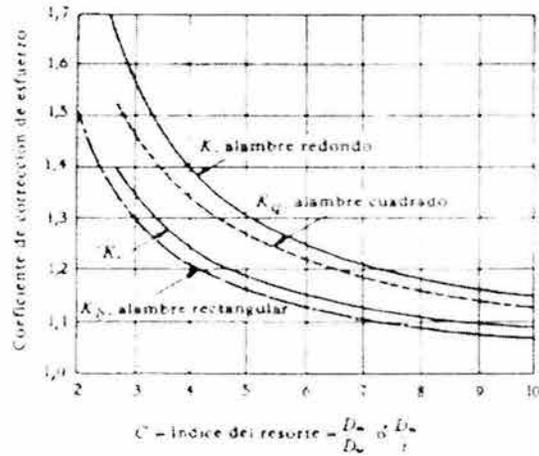


Fig. D.5 Coeficientes de corrección de esfuerzo

Utilizando,

$$K = \left(\frac{4 \frac{1.5}{0.2032} - 1}{4 \frac{1.5}{0.2032} - 4} + \frac{0.615}{\frac{1.5}{0.2032}} \right) = 1.20083$$

El valor de K_c es de 1.136 ya que K es de 1.20083

Se utilizan en la ecuación,

$$\frac{1}{N} = \frac{S_{ms} - S_{as}}{S_{ys}} + \frac{2S_{as}}{S_{no}}$$

Donde:

$$S_{ms} = \frac{8KF_m D_m}{K_c \pi (D_w)^3}$$

$$S_{ys} = 0.6 \frac{13790}{D_w^{0.166}}$$

$$S_{no} = \frac{3962}{D_w^{0.15}}$$

$$S_{as} = \frac{8KF_a D_m}{\pi(D_w)^3}$$

Introduciendo los valores que se requieren en las ecuaciones y obteniendo los resultados

$$S_{ms} = \frac{(8 \cdot 1.20083 \cdot 7.5 \cdot 1.5)}{1.136 \cdot \pi(0.2032)^3}$$

$$S_{ms} = 3609.32368776 \text{ [kg./cm}^2 \text{]}$$

$$S_{ys} = 0.6 \frac{13790}{0.2032^{0.166}}$$

$$S_{ys} = 10779.5388421 \text{ [kg/cm}^2 \text{]}$$

$$S_{no} = \frac{3962}{0.2032^{0.15}}$$

$$S_{no} = 5031.82 \text{ [kg/cm}^2 \text{]}$$

$$S_{as} = \frac{(8 \cdot 1.20083 \cdot 2.5 \cdot 1.5)}{\pi(0.2032)^3}$$

$$S_{as} = 1366.73057 \text{ [kg/cm}^2 \text{]}$$

Introduciendo estos valores en la ecuación del Factor de Seguridad

$$\frac{1}{N} = \frac{S_{ms} - S_{as}}{S_{ys}} + \frac{2S_{as}}{S_{no}}$$

$$\frac{1}{N} = \frac{3609.32368776 - 1366.73075}{10779.5388421} + \frac{2(1366.73057)}{5031.82}$$

Operando y despejando nos resulta que N es de 1.3310. Este factor de seguridad es inferior al 1.5 que se había planteado en el principio por lo que hay que buscar otro diámetro de alambre que lo pueda satisfacer.

El siguiente diámetro que se tiene en la tabla es:

$$D_w = 2.324 \text{ [mm]}$$

Se revisará su factor de seguridad con este nuevo diámetro de alambre.

$$\text{Espacio libre} = 1.5[\text{cm}] - 0.2324[\text{cm}] - 1.0[\text{cm}] = 0.2676 \text{ [cm]}$$

$$C = 6.45438898451$$

$$K = 1.23278794446$$

Repitiendo los cálculos de esfuerzos para el diámetro de alambre

$$S_s = 2813.66903528 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$S_{sd} = 4622.066275714 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

Podemos ver que el esfuerzo del resorte es menor al esfuerzo máximo

$$S_{sd} > S_s$$

De la fig tenemos que K_c es de 1.142

Realizando los cálculos para determinar el factor de seguridad

$$S_{ms} = 2463.80826207 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$S_{ys} = 10541.50017243 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$S_{no} = 4931.50017243 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$S_{as} = 937.889678428 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

Al despejar N de la ecuación de esfuerzos tenemos que

$$N = 1.90434752999$$

La cual es superior al de 1.5 que se deseaba.

Por lo tanto nos quedamos con la galga número 13 de 2.324 [mm] de diámetro.

Ahora hay que determinar la longitud de los resortes.

Sabemos que las fuerzas máxima y mínima son de :

$$F = 7.5 \pm 2.5 \text{ [kg]} \text{ lo que nos da}$$

$$F_{min} = 5 \text{ [kg]} \text{ y } F_{max} = 10 \text{ [kg]}$$

La deformación que deben sufrir es de:

$$d_{min} = 2 \text{ [cm]}$$

$$d_m = 3 \text{ [cm]}$$

$$d_{max} = 4 \text{ [cm]}$$

Con estas deformaciones calculamos el valor de k el coeficiente de deformación.

$$k = F_m/d_m = 7.5/3 = 2.5 \text{ [kg/cm]}$$

$$k = F_{min}/d_{min} = 5/2 = 2.5 \text{ [kg/cm]}$$

$$k = F_{max}/d_{max} = 10/4 = 2.5 \text{ [kg/cm]}$$

Sabemos que :

$$\delta_m = \frac{8 \cdot F_m \cdot D_m^3 \cdot N_c}{808500 D_w^4}$$

despejando el número de espiras tenemos que

$$N_c = \frac{808500 D_w^4 \delta_m}{8 \cdot F_m \cdot D_m^3}$$

$$N_c = \frac{808500 \cdot 0.2324^4 \cdot 3}{8 \cdot 7.5 \cdot 1.5^3}$$

Operando

$$N_c = 34.939826677 \sim 35 \text{ espiras}$$

$$L_{libre} = \pi D_m \cdot \tan \alpha \cdot N_c + D_w$$

Como el ángulo máximo permitido es de 12° , sustituyendo valores

$$L_{libre} = \pi 1.5 \cdot \tan 12^\circ \cdot 35 + 0.23324$$

$$L_{libre} = 35.2900923 \text{ [cm]}$$

$$L_{min} = N_c D_w$$

$$L_{min} = (35)(0.2324) = 8.134 \text{ [cm]}$$

$$d_{limite} = 35.2900923 - 8.134 = 27.1560923503 \text{ [cm]}$$

Ahora, si se quiere que el resorte sea de una longitud de 10 [cm]. se debe determinar el ángulo en el cual se encontrarán las espiras.

$$L_{libre} = \pi D_m \cdot \tan \alpha \cdot N_c + D_w$$

$$L_{libre} = \pi D_m \cdot \tan \alpha \cdot N_c + D_w$$

$$10 = \pi \cdot 1.5 \cdot 35 \cdot \tan \alpha + 2.324$$

despejando α

$$\alpha = \text{ang} \tan \left(\frac{(L_{libre} - D_w)}{\pi D_m N_c} \right)$$

$$\alpha = \text{ang} \tan \left(\frac{(10 - 0.2324)}{\pi \cdot 1.5 \cdot 35} \right)$$

$$\alpha = 3.38918084291^\circ$$

Por lo tanto si se requiere que un resorte de 10 cm de longitud entregue una fuerza media de 7.5 [kg], debe tener las siguientes características

$$D_m = 1.5 \text{ [cm]}$$

$$D_w = 2.324 \text{ [mm]}$$

$$\alpha = 3.389180^\circ$$

$$k = 2.5 \text{ [kg/cm]}$$

$$E = 808500 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

POTENCIA DE LOS MOTORES.

Cálculo de la potencia del servomotor

$$T_m = [J_1 + (\frac{n_1}{n_2})^2 \cdot J_2] \dot{\omega}_1 + [b_1 + (\frac{n_1}{n_2})^2 \cdot b_2] \omega_1 + (\frac{n_1}{n_2}) \cdot T_L$$

$$J_{ieq} = J_1 + (\frac{n_1}{n_2})^2 \cdot J_2$$

$$b_{ieq} = b_1 + (\frac{n_1}{n_2})^2 \cdot b_2$$

$$T_m = J_{ieq} \dot{\omega}_1 + b_{ieq} \cdot \omega_1 + n \cdot T_L$$

Considerando los engranes como dos rodillos de una altura pequeña y viceversa.

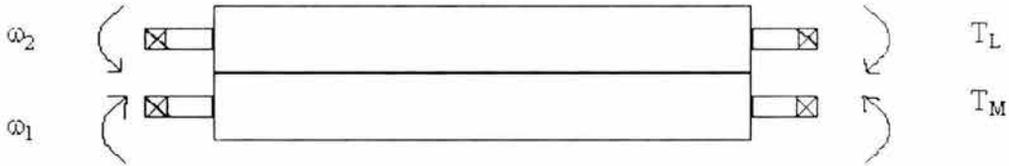


Fig. D.6 Rodillos de transmisión de movimiento

$$J_1 = J_R + J_E + J_P$$

Donde :

J_R = Inercia del rodillo

J_E = Inercia del Eje

J_P = Inercia de la Placa

Consideramos que $\omega_1 \cong \omega_2$, $J_1 \cong J_2$ y $b_1 \cong b_2$, por lo que:

$$\frac{\omega_z}{\omega_1} \approx 1 \quad \text{y como}$$

$$\therefore J_{\text{equ}} = 2J_1 \quad \text{y} \quad b_1 = 2b_1$$

$$T_m = 2J_1 \dot{\omega}_1 + 2b_1 \omega_1 + T_L$$

$$J_1 = M_R \frac{R_R^2 + r_R^2}{2} + 2M_E \frac{R_E^2}{2} + 2M_P \frac{R_P^2 + r_P^2}{2}$$

$$J_1 = 24.315 \frac{5.715^2 + 5.113^2}{2} + 2 \left(0.31231 \frac{5.113^2 + 2.54^2}{2} + 1.581 \frac{2.54^2}{2} \right) = 735.29 [\text{Kg} \cdot \text{cm}^2]$$

Tenemos que:

$$\omega = 46.1815 \text{ rad /s}$$

$$\alpha = 9.2363 \text{ rad /s}^2$$

Suponiendo que $b_1 = 0.5$ [kg cm s / rad]

$$T_m = 2(735.29)(9.2363) + 2(0.5)(46.1815) + T_L$$

$$T_m = 13628.8995 [\text{Kg cm}^2/\text{s}^2] = 1.36289 [\text{Nm}]$$

T_L = Es el par que se genera por el peso que se aplica en el rodillo inferior.

$$N = F \tan \phi$$

suponiendo que $\phi = 89^\circ$

$$F = \frac{N}{\tan \phi} = \frac{37.182}{\tan 89^\circ} = 0.65 \text{ Kg.}$$

$$T_L = F \cdot r = 0.65(5.715) = 3.70912 [\text{kg cm}] = 0.3641 [\text{Nm}]$$

$$T_m = 1.727 [\text{Nm}]$$

$$T_{Total} = T_m + T_T,$$

$$T_T = J_B \alpha = W_B R^2 \alpha,$$

Si $W_B = 4$ [kg].

$$T_T = 4 (5.715)^2 (9.2363) = 1.206.67 \text{ kg [cm}^2/\text{s}^2] = 0.12067 \text{ [Nm]}$$

$$T_{Total} = 1.52 \text{ [Nm]}$$

$$P = T\omega$$

$$P = 2\pi(7.763423)(46.1815) = 441 \text{ [W]}$$

$$P = 0.59145 \text{ [hp]}.$$

La potencia necesaria para que se muevan los rodillos de entrada de material, es la misma que se calculó en la parte anterior, con la única diferencia de que se le tiene que agregar la potencia necesaria para elevar el rodillo basculante.

$$T_p = Fr$$

Los valores de F se obtiene de modelar al rodillo basculante como un sistema de poleas con MA igual a 2.

Esto es:

$$F \cdot MA = m \cdot G$$

donde la masa del rodillo basculante es de 16.758 [kg].

Por lo tanto nos da una fuerza de:

$$F = 82.19799 \text{ [N]}$$

Aplicando la ecuación del par para la fuerza de la polea, nos da que el par es de:

$$T_p = (82.198)(0.05715) = 4.698 \text{ [Nm]}$$

Este par se suma al par que se obtuvo anteriormente de las inercias lo que da:

$$T_M = 6.2176 \text{ [Nm]}$$

$$P = 2\pi(6.2176)(46.1815) = 1804.14 \text{ [W]}$$

$$P = 2.4194 \text{ [hp]}$$

Anexo E

Dispositivo para las pruebas de corte

Para determinar la fuerza de corte se requirió utilizar la máquina de pruebas universal Instron, máquina de prueba de materiales.

De los dispositivos de sujeción para la máquina de pruebas, ninguno de ellos servía para sujetar las tijeras, por lo que se fabricó un dispositivo para sujeción de la tijera.

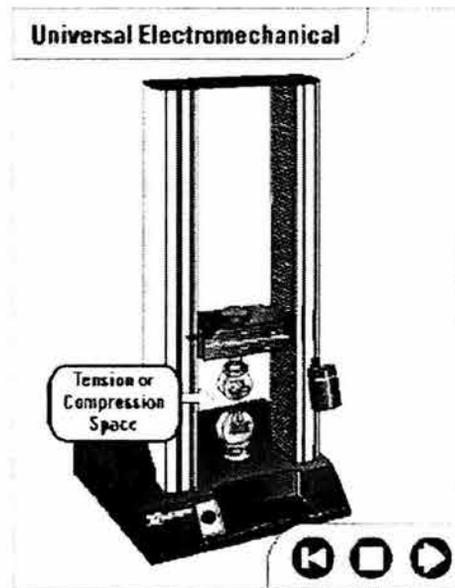


Fig. E.1 Máquina de Pruebas Universal

Este dispositivo tiene que sujetar la oreja grande de las tijeras con perno, de tal forma que puede desplazarse dentro de la oreja.

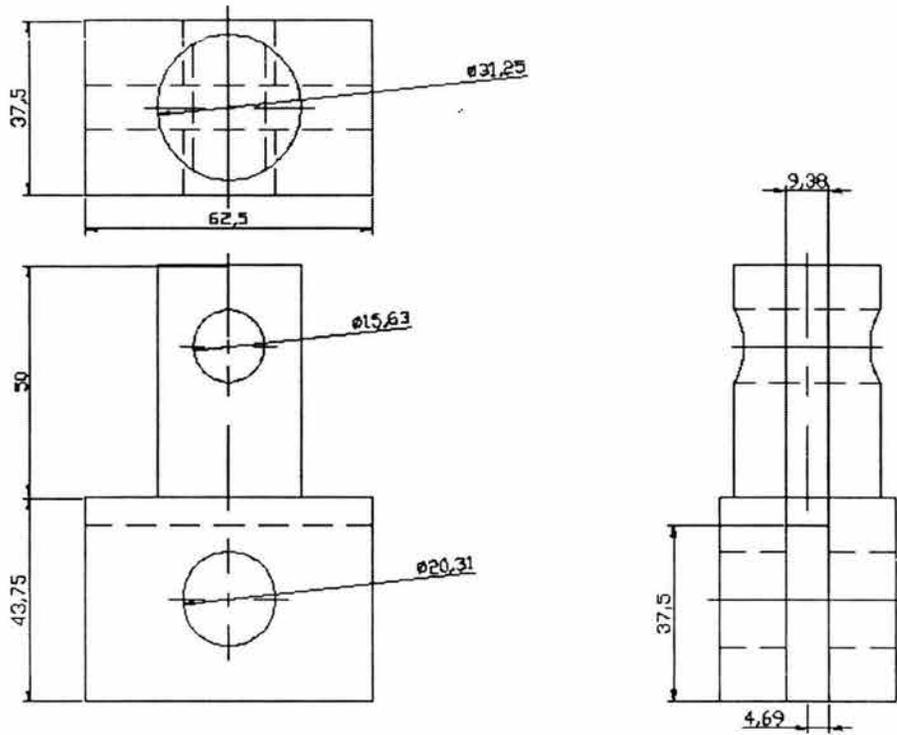


Fig. E.2 Dispositivo de acoplamiento para la Máquina Instron

La pieza terminada quedó de la siguiente manera:



Fig. E.3 Acoplamiento

También se fabricó un sistema para sujetar la tela ,para lograr que en la prueba interviniera lo menos posible el factor humano.

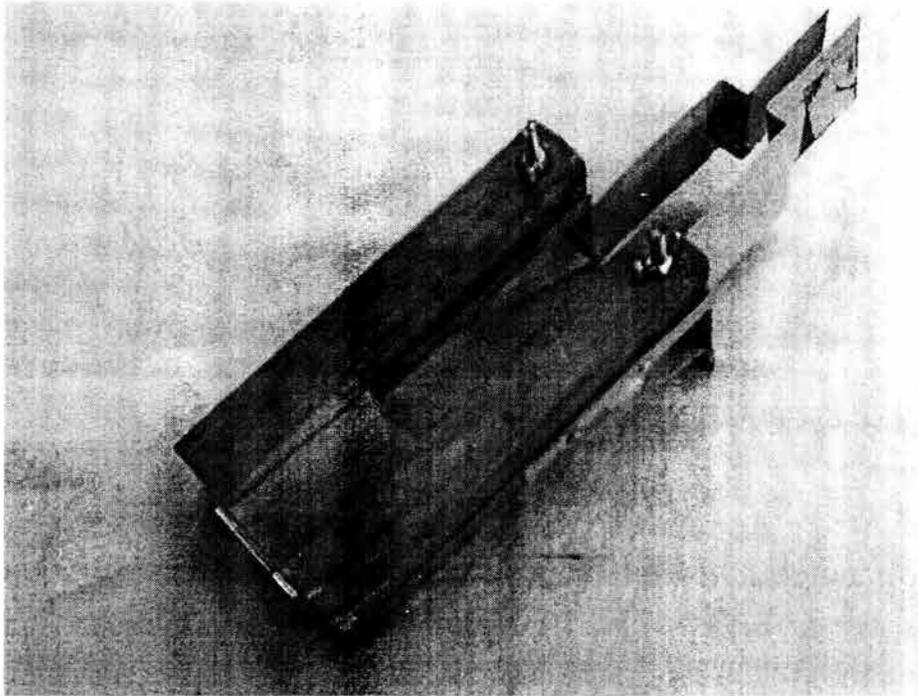


Fig.E.4 Dispositivo para sujeción de las probetas de tela

Todo el sistema ya instalado en la máquina luce de la siguiente manera, como se observa en las siguientes figuras:

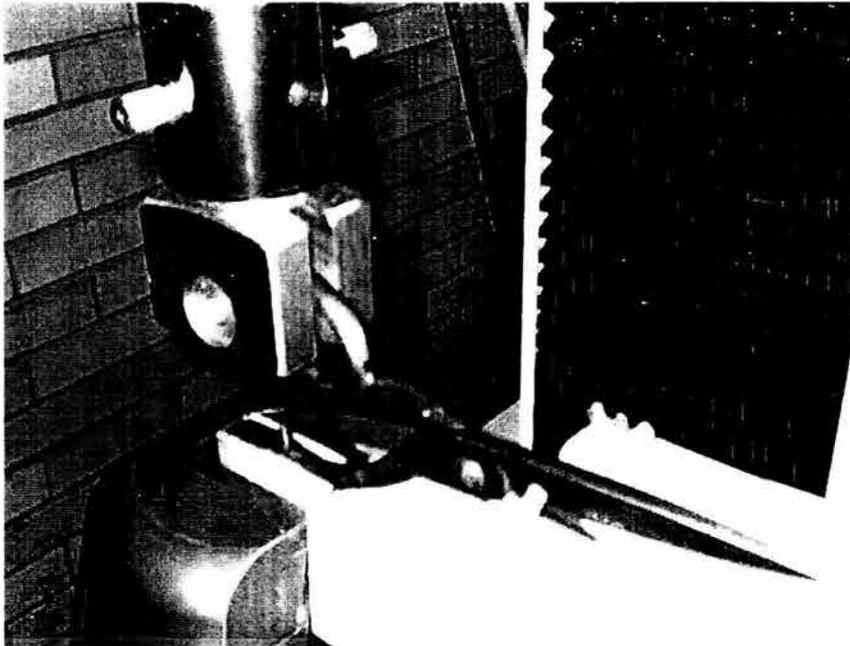


Fig. E.5 Disposición de conjunto en la máquina Instron

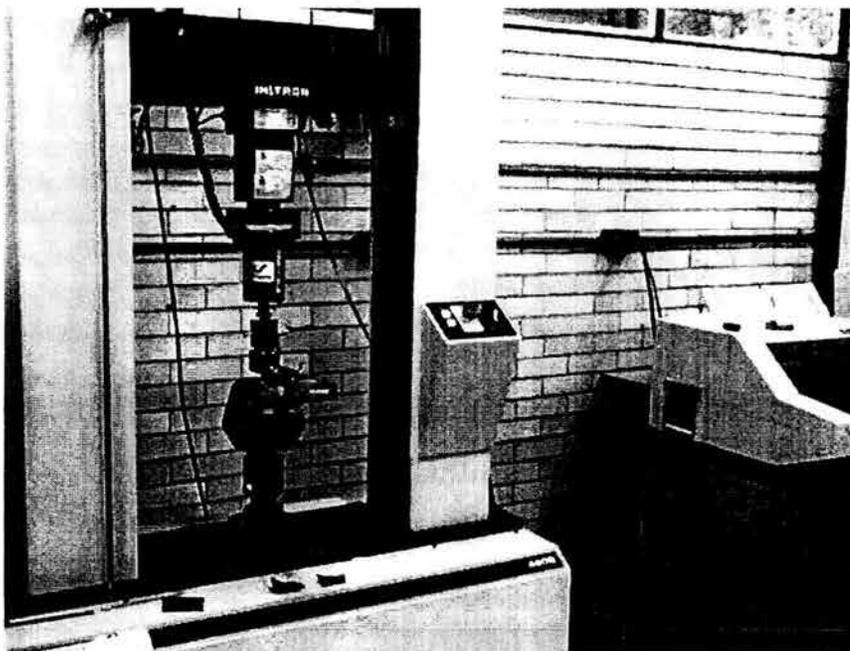


Fig. E.6 Disposición de conjunto

Anexo F

Planos

- Ensamble
- Plano de conjunto
- Sistema de alimentación
- Sistema de alimentación (Vistas)
- Sistema de corte
- Sistema de corte(Vistas)
- Sistema de desalojo
- Sistema de desalojo (Vistas)
- Explosión
- Soporte escuadra B
- Chumacera ovalada
- Soporte tubo A
- Escuadra dirección
- Guía del rodillo basculante
- Perfil del soporte
- Polea menor
- Polea mayor
- Tapa de transmisión
- Soporte de tubo
- Soporte del rodillo de dirección
- Soporte del servomotor
- Rodillo basculante
- Base de corte
- Calza
- Contra cuchilla
- Cuchilla
- Guía de corte

- Soporte de cuchilla
- Guía de sujeción
- Calza del sistema de corte
- Pistón
- Pisador
- Resorte
- Reten
- Soporte del pistón
- Soporte de corte
- Sostén de la sujeción del porta cuchilla
- Base para la escuadra
- Base de chumaceras
- Chumacera
- Escuadra
- Soporte lateral de escuadra
- Soporte lateral para chumacera
- Rampa
- Rodillo
- Tubo cédula 40
- Placa lateral
- Soporte del rodillo basculante
- Soporte chumacera oval
- Canal de soporte