

# RESUMEN

## 1. GENERALIDADES

La empresa VYMSA, procesadora de acero, ha venido desarrollando bisagras para las puertas de los hornos de las cocinas INDURAMA, MABE y FIBROACERO. Dichas bisagras requieren de resortes para su accionamiento.

Al momento la empresa elabora alrededor de 3600 resortes diarios, La fabricación de los resortes es netamente artesanal, por tanto requiere de un cierto nivel de habilidad del operario para obtener la forma deseada; esto genera que la calidad del resorte sea variable, pérdida de material en el producto defectuoso y retrasos en las entregas.

Es por esto que se ha decidido diseñar y construir una máquina automática que cumpla con los requisitos necesarios para dicho propósito.

## 2. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una máquina automática para la fabricación de resortes helicoidales de compresión y construir el sistema de enrollado para la empresa VYMSA.

## 3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el sistema para obtener una capacidad de producción mínima de 80000 resortes mensuales.
- Diseñar cada uno de los elementos y subsistemas que conforman la parte mecánica de la máquina con sus respectivos planos de construcción, despiece, ensamble y desmontaje.
- Diseñar la máquina de tal manera que brinde la facilidad de ampliar la fabricación, en un futuro, de otro tipo de resorte.
- Determinar la calibración más adecuada que deba tener la máquina en la fabricación de resortes para una optima operación de la misma.

- Realizar la construcción de cada uno de los elementos de la máquina con materiales existentes en el mercado ecuatoriano.
- Elaborar el manual de operación de la máquina con sus respectivas conexiones eléctricas y de control.
- Elaborar un manual de mantenimiento preventivo y correctivo para los distintos aditamentos de la máquina.
- Construir la máquina utilizando el presupuesto previsto de 6000 dólares.

#### 4. FACTORES PARA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

El tipo de resorte de compresión que la maquina va a fabricar es aquel que se presenta a continuación con sus especificaciones técnicas:

TIPO DE RESORTE	ESQUEMA	DIAMETRO ALAMBRE	LONGITUD	No. DE ESPIRAS
GRUESO E - BPH - 02		$\text{Ø}=3.25\pm 0.05$	72±1	12

La máquina de resortes, debe cumplir con características específicas que le permitan tener un funcionamiento óptimo, tanto en la fabricación como en sus cualidades relacionadas con el medio donde se va a operar y sin dejar de lado el factor económico. Para esto se han determinado parámetros que deben tenerse en cuenta para la selección de diferentes alternativas de los subsistemas de la máquina. Estos parámetros serán luego evaluados para escoger los sistemas más convenientes para las necesidades de la empresa y de diseño: Los parámetros que se deben considerar durante el diseño de los subsistemas son los siguientes:

1. Eficiencia
2. Vida útil
3. Tamaño
4. Peso
5. Facilidad de construcción
6. Facilidad de operación

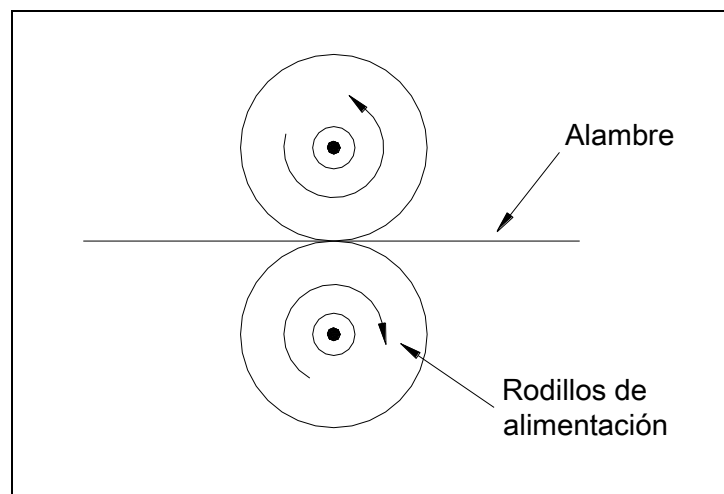
7. Facilidad de mantenimiento
8. Facilidad de montaje y desmontaje
9. Disponibilidad de materiales

Los subsistemas que conforman la parte medular de la maquina automática para la fabricación de resortes; luego de realizar un análisis evaluativo de varias alternativas para que cumplan dicho propósito, se detallara aquellos que aprobaron dicha evaluación y de los cuales se basara el cálculo de cada uno de sus componentes; son los siguientes:

## 5. SISTEMAS SELECCIONADOS

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE ALAMBRE:

- **Rodillos giratorios**

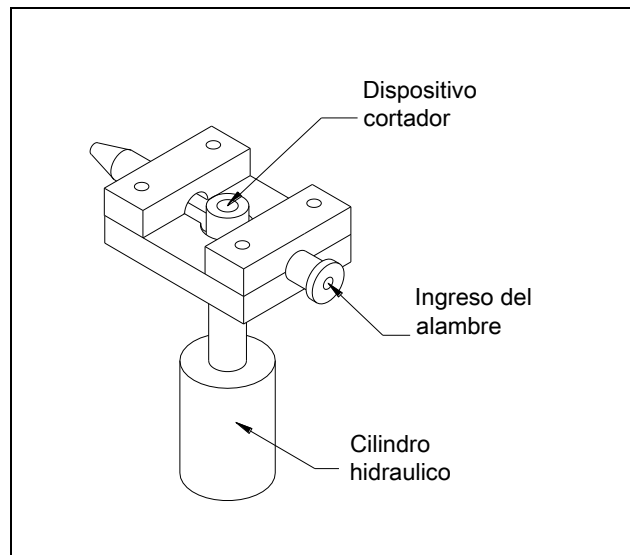


**Figura 1 Sistema de alimentación por rodillos**

En este sistema se utiliza la fuerza de fricción existente entre los rodillos y el alambre para desplazarlo. Uno de los rodillos es el cilindro motriz y el otro puede variar su altura para distintos diámetros de alambre.

## SISTEMA DE CORTE:

- **Actuador hidráulico**

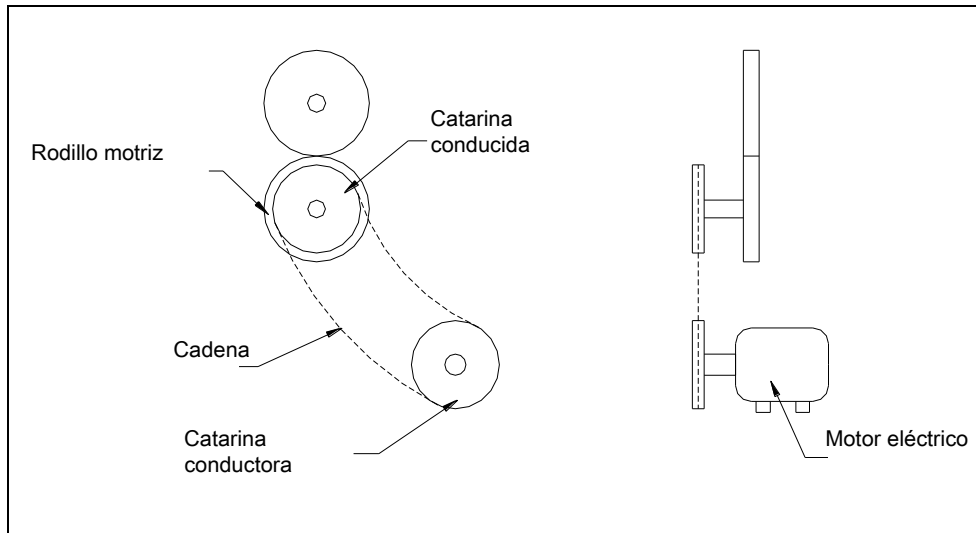


**Figura 2 Sistema de corte con actuador hidráulico**

El accionamiento del cilindro hidráulico se lo realiza mediante la utilización de una válvula solenoide, en la que el fluido de trabajo realiza el desplazamiento del embolo de dicho cilindro cada vez que se requiera de realizar el corte al alambre.

## SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA:

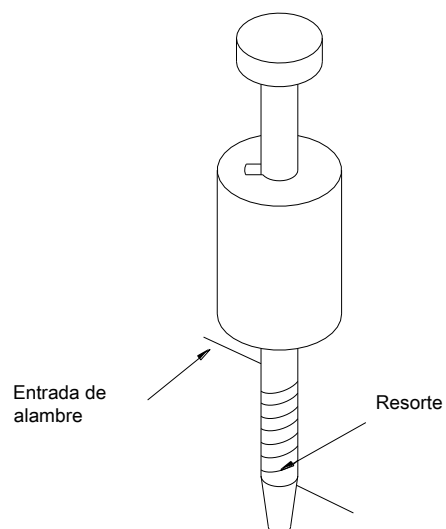
- **Por cadenas y catalinas**



**Figura 3 Sistema de transmisión por cadena y catalinas**

## Sistema de conformado de resortes:

- **Cilindro de conformado**



**Figura 4 Sistema de conformado por cilindro conformador**

En este sistema, el conformado de la espira depende del torque ejercido en la guía y el paso del resorte depende tanto de la velocidad de rotación como del desplazamiento rectilíneo vertical u horizontal de la guía, los cuales pueden ser controlados por un subsistema de leva en su parte superior o de un tornillo sinfín en la parte interior.

#### SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL:

- **PLC y variadores de frecuencia**

Para este sistema es necesario controlar las velocidades de giro y las rampas de aceleración del motor, motivo por el cual se debe emplear variadores de frecuencia. El control de los variadores de frecuencia y de la solenoide para el accionamiento del cilindro de corte, se facilita con el uso de un PLC, el cual realizaría las sincronizaciones debidas.

El diseño de la maquina de resortes permite obtener una capacidad de producción mínima de 80000 resortes mensuales, mejorando así la calidad en el producto, evitando retrasos en entregas y reduciendo la perdida de material en el proceso de fabricación. Además, la máquina de tal manera que brinde la facilidad de ampliar la fabricación, en un futuro, de otros tipos de resorte.

Cada uno de los elementos de la máquina, han sido elaborados con materiales existentes en el mercado ecuatoriano y de completa disponibilidad. Con la elaboración de los manuales de operación de la máquina con sus respectivas conexiones eléctricas y de control, facilita al operador el manejo de la maquina, haciendo mas seguro el ambiente de trabajo.

El manual de mantenimiento preventivo y correctivo para los distintos aditamentos de la máquina son requeridos para mantener en optimo el funcionamiento de la misma, y el caso de existir cualquier tipo de avería, guiar al operario a solucionarlo de la mejor manera en un corto plazo de tiempo, evitando paros excesivos por mantenimiento.

## 6. CONCLUSIONES

- Se realizó la construcción del sistema de enrollado, estableciendo una producción mínima de 96000 resortes mensuales teniendo como referencia que únicamente se opera durante 8 horas diarias a lo largo del mes.
- Se diseñó cada elemento que conforma la parte mecánica de la máquina con su respectivo plano de construcción, despiece y montaje de los sistemas que lo conforman, para que de esta forma se optimicen los tiempos en los respectivos mantenimientos.
- El diseño de la presente máquina brinda la facilidad de ampliar la producción a otros tipos de resortes simplemente con el cambio de pocos elementos y parámetros de funcionamiento, dándole a esta una gran versatilidad en lo que respecta a la fabricación de resortes en masa.
- Se realizó la calibración adecuada a la cual la máquina trabaja de forma óptima para la producción, tomando en cuenta todos los parámetros que intervienen en la pruebas.
- Los elementos que conforman la máquina están elaborados con materiales que se encuentran en el mercado Ecuatoriano, y que cumplieron con las normas y requerimientos que se establecen en el procedimiento del diseño.
- El manual de operación de la máquina facilita el control y supervisión del proceso de fabricación de resortes por parte del operador.
- El manual de mantenimiento de la máquina es un elemento fundamental, ya que, es aquel que presenta los parámetros que se deben seguir para que la máquina tenga un funcionamiento óptimo.

- Tanto en el diseño como en la construcción de la máquina se pusieron en práctica los conocimientos teórico-prácticos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Mecánica constituyéndose este proyecto en una gran experiencia pre-profesional.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Para cumplir con la producción establecida como mínima, se debe tener un minucioso control de operación de la máquina debido a la automatización de la misma y los elementos constituyentes deben someterse a un cuidadoso mantenimiento para asegurar de esa manera que se cumpla con la producción establecida y que no existan contratiempos que se puedan prevenir.
- Tanto los planos de despiece, montaje y desmontaje deben ser ubicados junto al manual de mantenimiento de la máquina, para otorgar el respectivo nivel de atención que requiere la presente, con la finalidad de optimizar el tiempo empleado para dicho procedimiento
- Con la finalidad de ampliar la versatilidad de la máquina intercambiando varios elementos, es factible realizar un análisis del comportamiento de la máquina, de los elementos constitutivos y del programa que controla la operación de la misma para evitar contratiempos
- Debido a que se trata de un dispositivo que se encuentra sometido a vibración y otros factores tanto internos como externos de la máquina, se debe tener un control constante para evitar cualquier eventualidad en la producción
- En el caso de que uno de los elementos mecánicos sufra algún tipo de avería, considerando el diseño de dicho elemento se puede emplear



cualquier material existente en el mercado nacional siempre y cuando cumpla con las normas de diseño.

- El operador debe tener muy en claro el funcionamiento de la máquina de resortes y del proceso que en ella se desarrolla, con la finalidad de tener una respuesta inmediata en caso de cualquier tipo de situación que se desarrollase.
- El departamento de mantenimiento es el encargado de llevar y ejecutar los chequeos periódicos tales como inspección, lubricación y overhauls menores; por tal motivo son los responsables de mantener el manual de mantenimiento actualizado y en ejecución en todo momento
- En el diseño se debe prever todas las situaciones que se puedan presentar durante la etapa de construcción para evitar retrasos y errores que eleven los costos de fabricación

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- NORTON, R. Diseño de máquinas. 1ra. ed. México, Prentice Hall, 1999. 1080 p.
- SHIGLEY J y MISCHKE C. Diseño en ingeniería mecánica. 4ta. ed. México, McGraw Hill, 1990. 900 p.
- JUVINALL R. Fundamentos de diseño para ingeniería mecánica. 1ra. ed. México, Limusa, 1993. p.p. 311-337.
- AARON D., MICHELL W. y WILSON, C. Diseño de máquinas – teoría y práctica. 4ta ed. México, Macmillan Publishing CO. INC., 1991. p.p. 573-590.
- BUAMEISTER T. y MARKS et. al. Manual del Ingeniero Mecánico. 9na ed. McGraw Hill, México, 2002. p.p. 900-920
- GERLING H. Alrededor de las máquinas herramientas. 2da.ed. España, Reverté, 1981. 250 p.
- LARBURU N. Máquinas prontuario, técnicas máquinas herramientas. 3ra ed. España, Paraninfo, 1991. 600 p.
- INEN. Código de dibujo técnico-mecánico. Ecuador, s.e., 1981. 150 p.
- IVAN BOHMAN. Catálogo de aceros. 1ra ed. Ecuador, s.e., 2000. 80 p.
- INDUSQUIMA. Duralón. 1ra ed. Ecuador, s.e., 2001. 3 p.
- INTERMEC. Catálogo de cadenas y catalinas. 1ra ed. Colombia, s.e., 2000. p.p. 1-35.
- <http://www.mts.com/torsionspring.html>. Máquinas para resortes, inglés, 09-2003.
- <http://www.itaya.com>. Máquinas para resortes, español, 08-2003.
- <http://www.bobbio.it>. Máquinas para resortes, italiano, 09-2003.
- <http://www.mts.com/torsionspring.html>. Máquinas para resortes, inglés, 09-2003.
- <http://www.bristolspring.com/torsionspring.html>. Máquinas para resortes, inglés, 08-2004.
- <http://www.chinyn.com.tw>. Máquinas para resortes, inglés, 09-2004.
- <http://www.buildwell.com.tw>. Máquinas para resortes, inglés, 08-2004.