

## DISEÑO DE MÁQUINA MECÁNICA DE RESORTES

Santillan-Valdelamar, M.G.<sup>a</sup>, Serrano-González, S.<sup>a</sup>, Dimas-Díaz, F.<sup>a</sup> y Pérez-Castillo, E.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, Mixquiahuala de Juárez Hidalgo México, 42700. msantillan@itsoeh.edu.mx

Recibido 03 de Noviembre de 2017; aceptado 30 de Diciembre de 2017

Palabras clave:

Compresión, Resistencia,  
Durabilidad

**RESUMEN.** En la empresa Resortes de Hidalgo S.A. de .C.V se diseñan y elaboran resortes de cualquier tamaño y se clasifican en helicoidales (a tensión, compresión o torsión), cónicos, planos de ballesta, espirales y barras de torsión. El resorte helicoidal de compresión es el de mayor demanda en la empresa, sin embargo al momento de su revisión y al hacerles pruebas existen quejas por parte del cliente debido a la calidad del resorte, el tiempo de vida y los costos elevados. El objetivo de este trabajo es diseñar una máquina de piezas mecánicas con un sistema de compresión para obtener resistencia y durabilidad en el resorte helicoidal de compresión. En el diseño del sistema se utiliza la fuerza de compresión existente entre la placa de acero que comprime y el resorte, esto depende de la velocidad de rotación y del desplazamiento rectilíneo horizontal de la guía, los cuales son controlados por un subsistema de leva y poleas que realiza la rotación de la leva para la compresión del resorte, así con la fuerza de un motor que tendrá conectado un controlador lógico programable (PLC) para conocer la resistencia del resorte. El diseño se realizó con la ayuda del software autocad, el cual le permitirá a la empresa construir la máquina a un menor costo que en el mercado y así mitigar la problemática existente del tiempo de vida en los resortes, su calidad y funcionamiento. El diseño de la máquina esta adecuada a las necesidades de la empresa y cumple con las características solicitadas.

Key words:

Compression, Resistance,  
Durability

**ABSTRACT.** In the company Resortes de Hidalgo S.A. de .C.V are designed and developed springs of any size and are classified as helical (tension, compression or torsion), conical, spring planes, spirals and torsion bars. The helical compression spring is the most demanded in the company, however at the time of review and to make tests there are complaints from the customer due to the quality of the spring, the life time and high costs. The objective of this work is to design a mechanical parts machine with a compression system to obtain strength and durability in the compression helical spring. In the design of the system the compression force between the compressing steel plate and the spring is used, this depends on the speed of rotation and the horizontal rectilinear displacement of the guide, which are controlled by a subsystem of cam and pulleys that realizes the rotation of the cam for the compression of the spring, thus with the force of a motor that will have connected a programmable logical controller (PLC) to know the resistance of the spring. The design was made with the help of autoCad software, which will allow the company to build the machine at a lower cost than in the market and thus mitigate the existing problems of life time in the springs, their quality and operation. The design of the machine is adapted to the needs of the company and meets the requested characteristics.

### INTRODUCCIÓN

La ley de Hooke dice que existe una relación lineal entre el esfuerzo y la deformación unitaria en una barra en tensión o compresión simple, Hooke fue el primero en investigar en forma científica las propiedades elásticas de los materiales, midió el estiramiento de alambres que sostenían pesos y observó que los alargamientos siempre guardan entre sí la misma proporción que los pesos que lo causaron.<sup>1</sup>

El diseño de ingeniería abarca varios campos, entre ellos el diseño de máquinas. Según Díaz<sup>2</sup> una máquina puede definirse como un aparato formado de unidades interrelacionadas llamadas elementos de máquina, que están dispuestas con el objeto de transformar movimientos y fuerzas. Esta relación

entre fuerzas y movimiento distingue el diseño de máquinas del de estructuras; en este último sólo se consideran fuerzas estáticas, mientras que para el primero, se incluye además el análisis de las cargas dinámicas asociadas al movimiento, masa y geometría de cada elemento; de aquí la importancia de los pre requisitos de la materia. Kolaric<sup>3</sup> dice que muchos historiadores de la tecnología consideran que las auténticas máquinas herramienta nacieron cuando se eliminó la actuación directa del hombre en el proceso de dar forma o troquelar los distintos tipos de herramientas favoreciendo la realización de algún trabajo con menor esfuerzo, mayor rapidez, precisión y costo.

La empresa Resortes de Hidalgo S. A. de C. V., (REHISA) elabora distintos tipos de resortes, los cuales, poseen características y técnicas diferentes. La empresa ha decidido implementar un plan de desarrollo integral en el área de producción, dentro de este plan se ve inmiscuida la implementación de nueva maquinaria, que permita elevar la calidad de los resortes. El estudio se centrará en los resortes de compresión, ya que sus características geométricas obligan a implementar un sistema modular que permita la producción de estos, por tanto la teoría y el diseño de la máquina estarán relacionados con este tipo de resorte. El diseño de esta máquina permitirá incrementar a fondo los estudios de su duración y aumentará el costo de cada uno de ellos.

El objetivo de este trabajo es diseñar una máquina de piezas mecánicas con un sistema de compresión para obtener resistencia y durabilidad en diferentes tipos de resortes en la empresa Resortes de Hidalgo S.A. de C.V.

## METODOLOGÍA

Se utilizó para la elaboración del diseño de la máquina la técnica del diseño de ingeniería concurrente, la cual Salazar<sup>4</sup> la describe como “*un esfuerzo sistemático para un diseño integrado, concurrente del producto y de su correspondiente proceso de fabricación y servicio. Pretende que los encargados del desarrollo desde un principio, tengan en cuenta todos los elementos del Ciclo de Vida del Producto (CVP), desde el diseño conceptual hasta su disponibilidad, incluyendo calidad, costo y necesidad de los usuarios*”.<sup>4</sup> En la ingeniería concurrente cada nuevo proyecto se trabaja con técnicas disciplinadas y en conjunto con un grupo multidisciplinario de tiempo completo. Éste equipo de trabajo debe estar formado por:

- Ingenieros de diseño
- Ingenieros de fabricación
- Personal de mercadeo
- Personal de compras
- Personal de finanzas
- Personal de seguridad y salud ocupacional

*Diseño.* Riba<sup>5</sup> menciona que las actividades que soportan la especificación de la entidad y de todos sus componentes con el fin de satisfacer sus requerimientos. Incluye tanto el diseño de todas las

tareas humanas como las realizadas con máquinas para todos los productos y servicios de los clientes de la entidad y sus funciones de gestión y control. Al iniciar el presente análisis se determinó que es un diseño técnico por lo que se está desarrollando una máquina la cual sirve para un proyecto útil que es la compactación de resortes que se elaboran en la empresa Resortes de Hidalgo S.A. de C.V. además de que la máquina es considerada como un diseño tanto utilizable como estético.

*Ideación.* En el proyecto se identificó que las empresas buscan máquinas importadas de primer mundo, sin embargo son de gran tamaño, van encaminadas a grandes empresas industriales donde puedan compactar ciertos tipos de resortes en gran cantidad. Por lo que para REHISA es difícil obtener una por su elevado costo. Se utilizó un dibujo de idealización del nuevo diseño de la máquina.

*Refinamiento.* Es un proceso repetitivo empleado para probar el diseño preliminar realizando cambios si es necesario y determinar si el diseño integra las metas del proyecto. Se utilizó el programa AutoCAD para realizar el modelo de la máquina con medidas exactas. Además se centra en los materiales para la elaboración del mecanismo y la base de la máquina, tomando en cuenta adicionalmente las partes del motor, asimismo se enfoca a un análisis funcional el cual determina si el diseño realiza las labores y cumple con los exigencias especificadas.

*Requisitos de la máquina.* Una máquina para compactar resortes, como toda maquinaria industrial debe cumplir con características distintas que le permitan 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 considerarse 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.

*Fuerza para el conformado de los resortes.* Para determinar la fuerza necesaria para el conformado del resorte, el material que se utilizara, es conocido como elasto plástico, el mismo que consta de un punto de fluencia claramente definido, del cual la deformación es casi nula a pesar que sigan aumentando las tensiones.

Materiales para fabricación de resortes. En la fabricación de resortes, existen un número ilimitado de materiales y aleaciones para este propósito. Las características deseadas en el material para resortes son: un elevado punto de fluencia y un módulo de elasticidad bajo, con el único fin de proporcionar al máximo el almacenamiento de energía. De acuerdo a Calderón<sup>6</sup> los materiales usados para la fabricación de resortes son:

- Aceros al carbono: SAE 1050, 1060, 1070, 1080, 1090
- Aceros aleados: Aceros al silicio-manganeso, serie SAE 9200.
- Aceros al cromo-manganeso, serie SAE 5100.
- Aceros al cromo-vanadio, serie SAE6100.
- Aceros al cromo-níquel-molibdeno, serie SAE 8600.
- Aceros inoxidables: Austeníticos: AISI 302, 304, 316. Martensítico: AISI414, 420, 431.
- Aleaciones a base de cobre:
- Latón (70% cobre, 30 % zinc).
- Bronce, fosforoso (95 % cobre, 5 % estaño).
- Cobre al berilio (98 % cobre, 2 % berilio).
- Aleaciones a base de níquel: (67 % níquel, 30 % cobre). (78 % níquel, 14 % cromo, 7 % hierro).
- Níquel (98 % níquel).

Estos materiales sirven para ejercer esfuerzos, proporcionar flexibilidad, almacenar o absorber energía. Pueden dividirse en muelles de alambre o de lámina, los muelles de alambre comprenden los resortes helicoidales y alambre redondo o cuadrado y sirven para resistir esfuerzos de tracción, compresión o torsión. Los muelles de láminas pueden ser de tipo elíptico o de voladizo. El alambre redondo es el material más utilizado para la fabricación de resortes, lo hay en una gran variedad de aleaciones y en una gama de tamaños. Se debe considerar en función del material como lo expresa Tulio<sup>7</sup>, esto es:

- a) Para los metales y polímeros industriales: Resistencia a la fluencia.
- b) Para los elastómeros: Resistencia al desgarramiento.
- c) Para materiales compuestos: Resistencia a la Tracción.
- d) Para resinas fenólicas y maderas: Resistencia a la Tracción.

Los resortes de acero por lo general se fabrican con procesos de deformación en frío o en caliente dependiendo del tamaño del material y de las propiedades deseadas, básicamente, el coeficiente de rigidez y propiedades de resistencia.

Tipos de mecanismos de compactación y su clasificación. Bavaresco<sup>8</sup> menciona que algunas máquinas diseñadas especialmente para un tipo de operación, se le puede conocer por el nombre de la operación, prensa punzadora o prensa compactadora. La clasificación está en relación a la fuente de energía, ya sea operada manualmente o con potencia. Las máquinas operadas manualmente se usan para trabajos en alambre delgado de metal, pero la mayor parte de maquinaria para compactación se opera con potencia. Otra forma de agrupar a las prensas, está en función del número de arietes o los métodos para accionarlos. Los tipos más generales de clasificación de prensas son los siguientes: Fuente de energía manual, potencia, mecánica, vapor, gas, neumática, hidráulica, ariete, vertical de simple efecto, vertical de doble efecto, en cuatro correderas, excéntrica, tornillo de potencia, cremallera y piñón, junta articulada, hidráulica, palanca acodillada, neumática, forja, entre otros. Para seleccionar el tipo de prensa a usar en un trabajo dado, se deben considerar: El tipo de operación a desarrollar, tamaño de la pieza, potencia requerida, y la velocidad de la operación. Para la mayoría de las operaciones de compactación, se usan generalmente prensas del tipo manivela o excéntrica. En estas prensas, la energía del volante se puede transmitir al eje principal, ya sea directamente o a través de un tren de engranes, tienen una carrera corta y es capaz de imprimir una fuerza extrema.

Sistemas para máquinas de compresión:

*Método hidráulico.* “La prensa hidráulica es un mecanismo conformado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferentes áreas que, mediante una pequeña fuerza sobre el pistón de menor área, permite obtener una fuerza mayor en el pistón de mayor área. Los pistones son llamados pistones de agua, ya que son hidráulicos. Estos hacen funcionar conjuntamente a las prensas hidráulicas por medio de motores”, como lo expresa Kolaric<sup>3</sup>.

Las prensas hidráulicas son accionadas por la presión de un líquido: agua en los modelos antiguos,

aceite en las prensas modernas. Como todas las máquinas de accionamiento hidráulico, ofrecen, sobre las de accionamiento mecánico, la ventaja de una mayor flexibilidad de funcionamiento de acuerdo a:

- a) Modificar el recorrido de la corredera
- b) Lograr carreras muy largas
- c) Regular la presión ejercida sobre la corredera de embutición
- d) Controlar constantemente la presión y la velocidad de descenso de la corredera.

*Método mecánico.* “El método mecánico o prensadora es la máquina que, de acuerdo a Arteaga<sup>9</sup>, a través de un volante de inercia, acumula energía y la transmite por vía mecánica o neumática a un troquelo matriz. Estas prensas, por lo tanto, permiten realizar el proceso conocido como compactación”. Las prensas mecánicas, de una mayor rapidez de funcionamiento y, generalmente, de menor precio que las prensas hidráulicas equivalentes, son las más utilizadas, dado que permiten alcanzar grandes velocidades de producción. El ciclo de una operación puede descomponerse en: - Avance rápido hasta el contacto con la chapa. - Parada de la corredera. - Embutición a una velocidad constante, tan pequeña como se desee. - Modificar la presión en el curso de la operación.

Diseño del sistema eléctrico y de control. Los componentes eléctricos y de control de cualquier dispositivo mecánico representan una parte esencial para su funcionamiento y más aún si se trata de un proceso de automatización en la fabricación de resortes, por esta razón es importante plantear los mecanismos que deberán ser controlados. Primeramente se debe identificar los componentes que requieren de un control eléctrico. Para darle continuidad a la conexión del sistema eléctrico se recomienda un tablero de control el cual por medio de un PLC nosotros le diremos a la máquina que hacer mediante una programación en su sistema.

Los tableros son equipos eléctricos, cajas o gabinetes que concentran dispositivos de conexión, barras de distribución, elementos de protección, señalización, comando y eventualmente, instrumentos de medida, alarma y de maniobra o comando, con sus cubiertas y soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico desde los

cuales se puede proteger y operar toda la instalación o parte de ella.

*Método de conexión del tablero eléctrico.* Cada uno de los dos cables gruesos negros con corriente que alimentan el disyuntor principal lleva 120 voltios desde el contador eléctrico y alimentan las dos barras colectoras con corriente del tablero. Estas barras suministran energía a los circuitos. Al variar el número de barras colectoras que se conectan a un disyuntor, se determinará si suministra 120 voltios o 240 voltios a un circuito. Los disyuntores de un polo suministran 120 voltios y se conectan a una sola barra colectora con corriente. Los disyuntores de doble polo suministran 240 voltios a un circuito y se conectan dentro de ambas barras colectoras con corriente. La corriente eléctrica sale del tablero a través del cable de energía negro y sigue su camino hacia el motor de la máquina.

Partes, estructura y conexión del PLC. De acuerdo a Ramírez<sup>10</sup>, un controlador lógico programable está constituido por un conjunto de tarjetas o circuitos impresos, sobre los cuales están ubicados componentes electrónicos.

El controlador programable tiene la estructura típica de muchos sistemas programables, como por ejemplo una microcomputadora. La estructura básica del hardware de un consolador programable propiamente dicho está constituido por:

- Fuente de alimentación
- Unidad de procesamiento central (CPU)
- Módulos de interfaces de entradas/salidas (E/S)
- Modulo de memorias
- Unidad de programación

En algunos casos cuando el trabajo que debe realizar el controlador es más exigente, se incluyen módulos inteligentes.

## RESULTADOS

El análisis de las ideas obtenidas al momento de la elaboración al diseño de la máquina y sus componentes mecánicos utilizando un software llamado Auto Cad, resulto un diseño enfocado a las necesidades requeridas para el proceso de compactación de resortes y a su mecanismo que



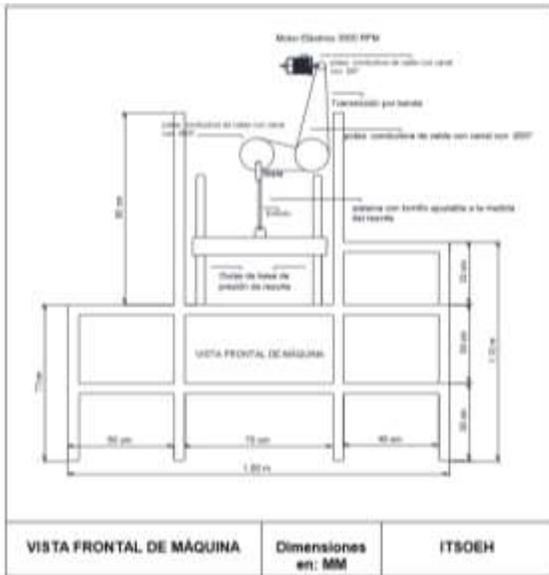


Figura 4: Segunda Propuesta estructural de mecanismo de máquina compactadora.

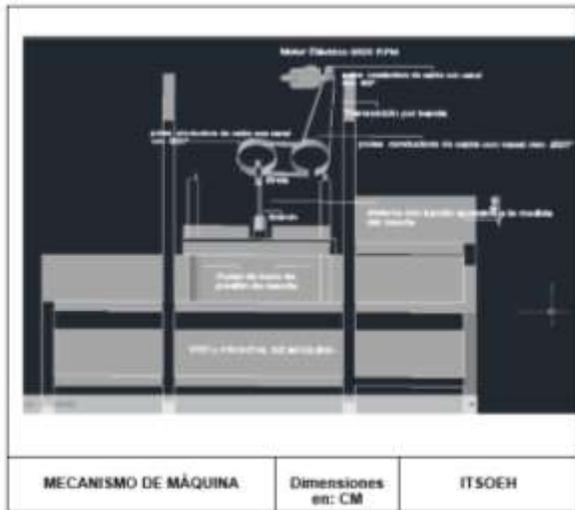


Figura 5: Diseño de la máquina junto con los componentes mecánicos.

En la Figura 7, se observa el motor conectado a la moto reductora con el cual trabajará una polea que le dará la orden al excéntrico de trabajar, de este modo la placa junto con las guías corredizas ayudarán a la placa en la compactación del resorte. En la figura 8 y 9 se muestran las vistas lateral derecha y lateral izquierda del armado del mecanismo. En la figura 10 se muestra el tornillo Allen a utilizar, que para el armado de la máquina en conjunto con sus piezas laterales y frontales se requerirán 100 con una

medida de 0.0079375m. Este tipo de tornillo se esconde dentro de las placas al momento de su ajuste y no estorbara para las labores de máquina.

En la Figura 11 se observan las dimensiones de la polea y las medidas correspondientes que ayudaran al mecanismo de la maquina en su funcionamiento de compresión de resortes.

En la Tabla 1 se presenta un aproximado del peso de los componentes de la máquina.

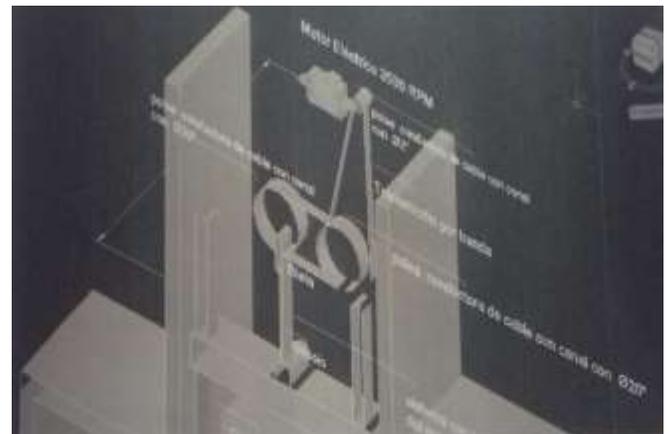


Figura 6. Partes mecánicas de la máquina.

Tabla 1. Peso de la máquina

Carga	Kg
Motor	22.567
Estructura de la máquina	127.435
Excéntrico con brazo de empuje	28.621
Barra de empuje	63.876
<b>Peso Total</b>	<b>242.499</b>

## DISCUSIÓN

El empuje de la máquina está considerado por una masa excéntrica que es la que hace la labor de compresión apoyado con un brazo de empuje haciendo valida la ley de Hooke en la cual los recursos necesarios son adecuados, además mediante esta ley podemos obtener resultados de resistencia y alargamiento al momentos de su compresión y la fuerza que se ejerce en un resorte al momento de regresar a su estado normal. El uso de un motor trifásico es el adecuado ya que es el más utilizado en una máquina de compresión no solo de

resorte sino de otro tipo de materiales donde se requiere obtener de ellos su resistencia y durabilidad.

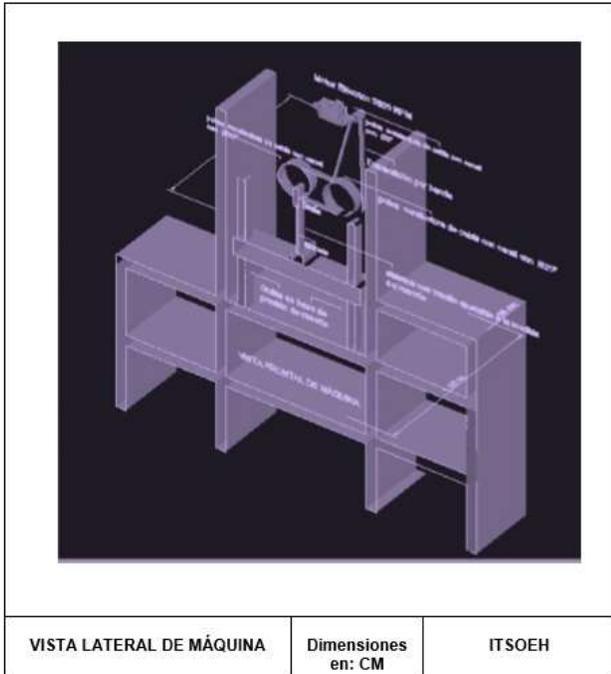


Figura 7. Mecanismo de la máquina

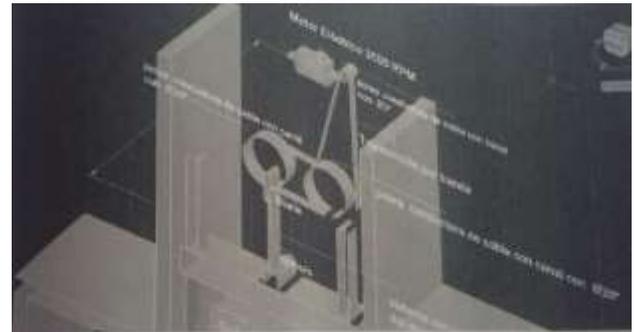


Figura 8: Vista lateral derecha

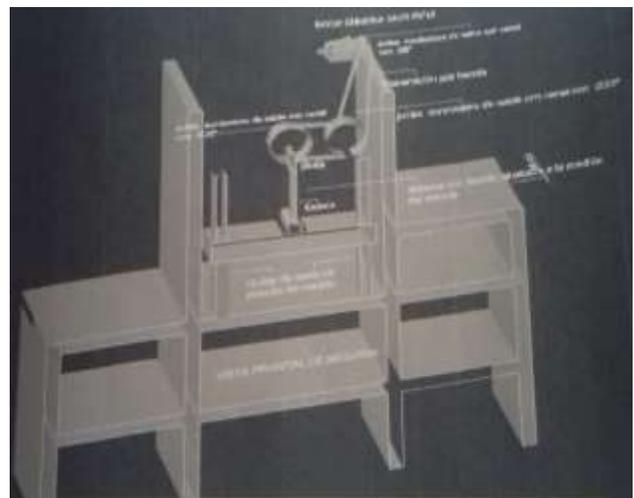


Figura 9: Vista lateral izquierda

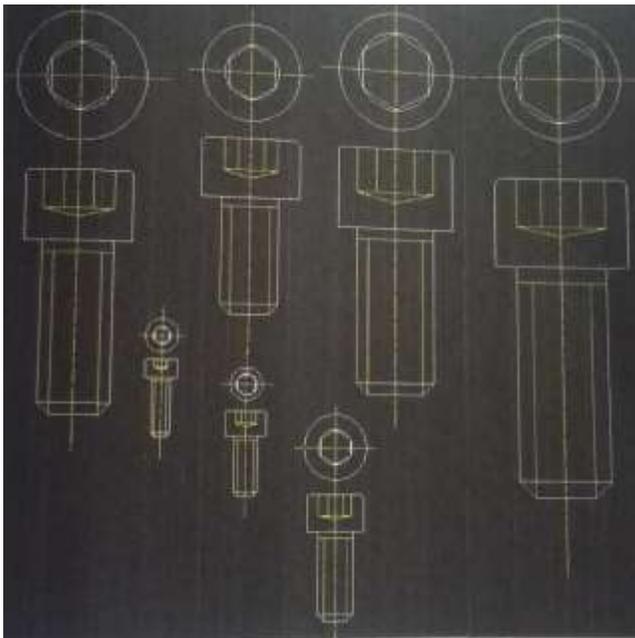


Figura 10. Tornillo Allen

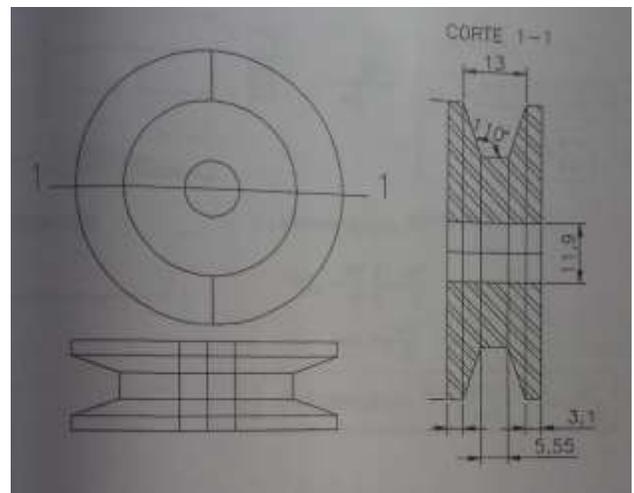


Figura 11. Polea

## CONCLUSIONES

Con el diseño de la máquina la empresa Resortes de Hidalgo (REHISA) lograra tener una máquina de compresión de resortes a bajo costo teniendo resistencia y durabilidad en el resorte helicoidal. El diseño realizado en Autocad permitirá la compresión entre la placa y el resorte que serán apoyados por la leva y las poleas considerando además un controlador programable. Por lo que el diseño de la máquina ayudara a la empresa a aumentar el tiempo de vida y calidad de los resortes.

## REFERENCIAS

1. Gere, J. *Mecánica de Materiales*. Sexta edición. Thompson
2. Díaz del Castillo, R. F. (2011). *Diseño de elementos de máquinas diseño de elementos*. Laboratorio de tecnología de materiales. Departamento de Ingeniería. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Disponible en: [http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina\\_ingenieria/mecanica/mat/mat\\_mec/m1/disenio\\_elementos%20de%20maquinas.pdf](http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m1/disenio_elementos%20de%20maquinas.pdf)
3. Kolaric, L. J. (2013.) *Facultad de ingeniería*. Disponible en: [http://www.uba.ar/archivos\\_secyt/image/Monograf%C3%ADa%20IMH%2001.pdf](http://www.uba.ar/archivos_secyt/image/Monograf%C3%ADa%20IMH%2001.pdf)
4. Salazar, L, B. (2016). *Ingeniería Concurrente*. *IngenieriaIndustrialOnline*. Colombia. Disponible en: <https://www.ingenieriaIndustrialOnline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/procesos-industriales/ingenieria-concurrente/>
5. Riba, C. y Molina A. (2006). *Ingeniería Concurrente: Una metodología integradora*. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/7851/Riba-Molina-2006-Ingenier%C3%ADa%20concurrente...secci%C3%B3n%20-v6.pdf>
6. Calderón C, J. (2015) *Exposición de resorte*. Disponible en <https://prezi.com/ayo51vtq4iqw/exposicion-de-resorte/>
7. Tulio P, M. (2014) *Mecánica de resortes y elásticos*. Cálculo de resortes. Disponible en [https://www.frbb.utn.edu.ar/frbb/images/carreras/elementosde\\_maquinas/cap05-01.pdf](https://www.frbb.utn.edu.ar/frbb/images/carreras/elementosde_maquinas/cap05-01.pdf)
8. Bavaresco, G. *Prensas*. GABP Ingeniería. Disponible en <https://gabpingenieria.weebly.com/uploads/2/0/1/6/20162823/prensas.pdf>
9. Arteaga N, L. (2005). *Diseño Mecánico*. Corporación Universitaria Autónoma de Nariño. Disponible en: <https://sites.google.com/site/assignaturasauar/mecanismos>
10. Ramírez V, C. (2005) *Controladores Lógicos Programables*. Cursos de informática. Mailxmail. <http://www.mailxmail.com/curso-controladores-logicos-programables/estructura-basica-plc>