

# FALLA DE ORIGEN

48

2Ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTTLAN

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN DISPOSITIVO  
PARA MEDIR LAS CARACTERISTICAS FISICAS  
DE PEQUEÑOS RESORTES HELICOIDALES  
BAJO CARGAS ESTATICAS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A:

MARIO JESUS SANCHEZ DIAZ

ASESOR: ING. FELIPE DIAZ DEL CASTILLO RODRIGUEZ

CUAUTTLAN IZCALLI, EDO DE MEX.

1995



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.

**A DIOS:**

**Por haber ayudado en los momentos mas difíciles de mi vida y por haber creado todas las cosas.**

**A MIS PADRES:**

**Por haberme dado la vida y guiarme a través de esta.**

# FALLA DE ORIGEN



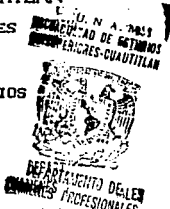
UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.



Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:  
"Diseño y construcción de un dispositivo para medir las  
Características físicas de resortes helicoidales  
bajo cargas estáticas".

que presenta el pasante: María Jesús Sánchez Ufay  
con número de cuenta: 8222737-9 para obtener el TÍTULO de:  
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con :

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuautilán Izcalli, Edo. de Méx., a 13 de Febrero de 1995

PRESIDENTE Ing. Ma. Soledad Alvarado Martínez  
VOCAL Ing. Gerardo Sosa Godínez  
SECRETARIO Ing. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez  
PRIMER SUPLENTE Ing. Enrique Cortés González  
SEGUNDO SUPLENTE Ing. Ma. del Pilar Zapata Moreno

## **INDICE:**

<b>1. INTRODUCCION:</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. OBJETIVO:</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. JUSTIFICACION:</b> .....	<b>1</b>
<b>1.3. DESCRIPCION:</b> .....	<b>2</b>
<b>2. DIFERENTES TIPOS DE RESORTES:</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1. PRINCIPALES CARACTERISTICAS:</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1.1. RESORTES HELICIODALES CONICOS:</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1.2. RESORTES HELICOIDALES DE TORSION:</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1.3. RESORTES HELICODALES SOMETIDOS</b>	
<b>A TENSION:</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1.4. RESORTE DE FUERZA CONSTANTE:</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1.5. RESORTE DE ESPIRAL O DE VOLUTA:</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1.6. RESORTES PLANOS DE MULTIPLES HOJAS:</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1.7. RESORTES BELLEVILLE:</b> .....	<b>12</b>

<b>3. RESORTES HELICOIDALES:</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1. MATERIALES PARA RESORTES:</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1.1. ACEROS PARA RESORTES ALTOS EN CARBONO:</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1.2. ACEROS INOXIDABLES PARA RESORTES:</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1.3. ALEACIONES A BASE DE COBRE:</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1.4. ALEACIONES A BASE DE NIQUEL:</b> .....	<b>25</b>
<b>3.2. CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS RESORTES HELICOIDALES SOMETIDOS A COMPRESION:</b> .....	<b>28</b>
<b>3.3. TIPOS DE EXTREMOS DE LOS RESORTES HELICOIDALES CILINDRICOS SOMETIDOS A COMPRESION:</b> .....	<b>31</b>
<b>3.4. CALCULO DE ESFUERZOS EN RESORTES HELICOIDALES CILINDRICOS:</b> .....	<b>32</b>
<b>3.5. TIPOS DE SERVICIO DE LOS RESORTES:</b> .....	<b>48</b>

**4. DISEÑO Y CONSTRUCCION: .....52**

**4.1. INTRODUCCION: .....52**

**5. PRUEBAS Y CONCLUSIONES: .....56**

**BIBLIOGRAFIA: .....58**

## **1. INTRODUCCION:**

### **1.1. OBJETIVO.**

Se pretende diseñar un dispositivo, por medio del cual se podrán medir algunas características físicas de los resortes helicoidales cilíndricos sometidos a una carga de compresión axial y estática.

### **1.2. JUSTIFICACION:**

Los resortes tienen una gran diversidad de aplicaciones tales como:

Almacenar energía, amortiguar impactos, mantener posicionadas diferentes partes de maquinas etc.

Debido a la importancia de los resortes como elementos mecánicos es preciso realizar una buena inspección en forma sencilla y rápida de sus características físicas y mecánicas durante su manufactura, para poder realizar esta inspección se a pensado idear un dispositivo que sea fácil de operar y se pueda armar y desarmar en forma sencilla.



### **1.3. DESCRIPCION:**

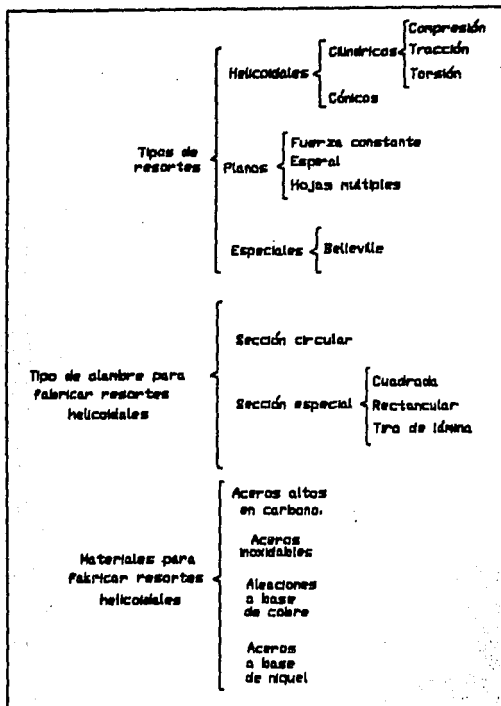
Durante el desarrollo de este trabajo se realizará una breve descripción de los diferentes tipos de resortes que se pueden encontrar en el mercado.

Se hará una explicación de las diferentes clases de materiales con los que se pueden elaborar los distintos tipos de resortes, así como de las características físicas de los resortes helicoidales cilíndricos sometidos bajo cargas de compresión axiales y estáticas.

Se elaborará una reseña del cálculo de esfuerzos en los resortes helicoidales cilíndricos bajo cargas de compresión axiales y estáticas, para posteriormente elaborar el diseño y construcción del dispositivo, realizar pruebas y así definir las conclusiones.

A continuación se da un cuadro sinóptico mencionando los diferentes tipos de resortes que se pueden encontrar así como las diferentes secciones de alambre, así como los materiales con los que se pueden fabricar los resortes.

## CUADRO SINOPTICO 1.0.0



## 2. DIFERENTES TIPOS DE RESORTES

### **2.1. PRINCIPALES CARACTERISTICAS:**

#### **2.1.1. RESORTES HELICOIDALES CONICOS.**

Los resortes cónicos helicoidales, (fig. 2.1.1 ) comúnmente trabajan a compresión, y se fabrican de alambre redondo o rectangular. Este tipo de resortes se emplea cuando hay limitación de espacio, o cuando se desea un resorte con una rigidez variable. La espira mayor, con diámetro  $D_2$ , se encuentra sometida al esfuerzo más grande, y este esfuerzo decrece hasta llegar al mínimo en la espira  $D_1$ .

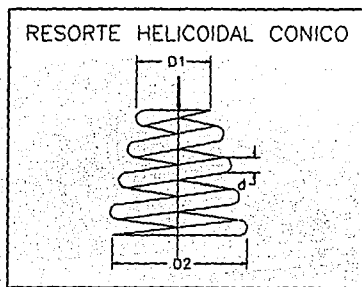


fig. 2.1.1.

De la fig. 2.1.1 tenemos que:

D1 = Diámetro menor

D2 = Diámetro mayor

d = Diámetro del alambre.

### **2.1.2. RESORTES HELICOIDALES DE TORSION.**

Los resortes helicoidales de torsión, (fig. 2.1.2) se emplean en bisagras, en las marchas de los automóviles, y de hecho, en cualquier aplicación que requiera un par. Un resorte de torsión se somete a la acción de un momento deflector, produciendo una tensión normal en el alambre, contrastante con los resortes a tensión y compresión en los que la carga produce una torsión en el alambre. por lo que los esfuerzos residuales, que se inducen durante el arrollamiento, pueden tener la misma dirección que las tensiones de trabajo que se producen durante su utilización. dichos esfuerzos servirán para que el resorte sea mas resistente. siempre que la carga se aplique de modo que haga que el resorte tienda a enrollarse más.

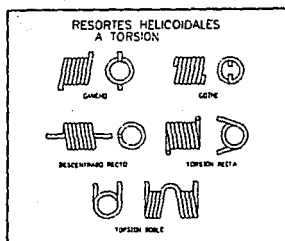


fig. 2.1.2.

### 2.1.3. RESORTES HELICOIDALES CILINDRICOS SOMETIDOS A TENSION.

Los resortes de tensión necesariamente deben tener medios para transmitir la carga desde el soporte hasta el cuerpo del resorte. Esto se puede realizar por medio de un tapón roscado o un gancho giratorio, ambos dispositivos aumentan el costo del producto terminado y, por lo tanto, suelen usarse algunos métodos indicados en la fig. 2.1.3. los resortes de tensión se aplican con poca frecuencia debido a que, su fabricación es más costosa, requieren mayor complejidad en sus extremos para transmitir la carga, están más propensos a ser cargados más allá de su límite elástico, en caso de ruptura, se pierde la cadena cinemática.

## EXTREMOS NORMALIZADOS NO REQUIEREN HERRAMIENTAS ESPECIALES



BUCLE CERRADO DE MANILERA Y BUCLE ABIERTO EN FORMA DE GANCHO EN EL MEDIO PLANO



BUCLE CERRADO DE MANILERA Y BUCLE ABIERTO EN FORMA DE GANCHO A SUO



DUAL PEQUEÑO A UN LADO



BUCLE CERRADO A MANO Y BUCLE EN FORMA DE GANCHO A 90



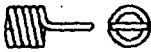
BUCLE DE ESPIRA COMPLETA A UN LADO Y DUAL PEQUEÑO CENTRADO



DUAL PEQUEÑO CENTRADO



BUCLE COMPLETO DE DOBLE ESPIRA CENTRADO



BUCLE COMPLETO DE UNA SOLA ESPIRA CENTRADA



EXTREMO CON ESPIRAS EN DISYUNCIÓN HASTA UN BUCLE CENTRADO



BUCLE DE ESPIRA COMPLETA A UN LADO



GANCHO PEQUEÑO SALIENTE A UN LADO MEDIO GANCHO DE MANILERA CENTRADO



MEDIO GANCHO DE MANILERA CENTRADO



MEDIO BUCLE DE MANO CENTRADO



EXTREMOS NORMALMENTE CURVADOS A ENCLAVADA

## EXTREMOS ESPECIALES REQUIEREN HERRAMIENTAS ESPECIALES



EXTREMO ALARGADO Y REDONDO EN FORMA DE GANCHO CENTRADO



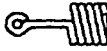
EXTREMO ALARGADO TORNADO EN GANCHO CUADRANGULAR CENTRADO



GANCHO EN V CENTRADO



EXTREMO CONICO CON DUAL PEQUEÑO GORATORIO



DUAL CONICO



DUAL EXTENDIDO CENTRADO O LATERAL



EXTREMO RECTO RECORRIDO PARA POSTERIOR CONFORMADO



EXTREMO CONICO CON GANCHO GORATORIO

fig. 2.1.3.

#### 2.1.4. RESORTE DE FUERZA CONSTANTE:

Se usan frecuentemente en cuerdas para juguetes, y en donde se requiere una fuerza constante. Este resorte (fig.2.1.4.) se fabrica con una tira de acero ligeramente curvada, no plana, de modo que la fuerza requerida para desenrollarlo permanece constante.

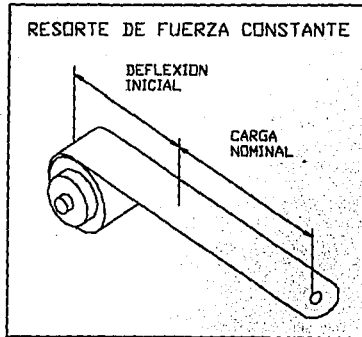


fig. 2.1.4

### 2.1.5. RESORTES DE ESPIRAL O DE VOLUTA:

Se utilizan frecuentemente en carros de combate y artillería pesada. Este tipo de resortes consta de una tira de acero delgada y ancha enrollada sobre sus planos, de manera que las espiras o vueltas quedan una dentro de otra. Puesto que las espiras no se superponen, la altura cerrada del resorte es igual al ancho de la tira.

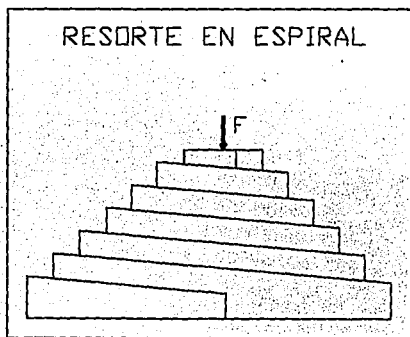


fig. 2.1.5



### **2.1.6. RESORTES PLANOS DE MULTIPLES HOJAS.**

Se utilizan frecuentemente para superar limitaciones de espacio, como en interruptores eléctricos relés y en automóviles.

Estos resortes pueden ser del tipo voladizo simple fig. 2.1.6.(b) o de hojas semielípticas fig. 2.1.6.(a) El diseño de estos resortes se basa generalmente en las relaciones de fuerza, deformación y esfuerzo que se aplican a vigas de resistencia constante y espesor uniforme. Tales vigas son de perfil triangular.

Básicamente, el resorte de múltiples hojas puede considerarse como una placa triangular, (figura 2.1.7.) cortada en  $n$  franjas de ancho  $b$ , las cuales están apiladas en forma graduada. Un resorte graduado hecho de una viga triangular se reduce a un punto en su extremo, lo cual es satisfactorio desde el punto de vista del esfuerzo de flexión. Sin embargo, debe disponerse de suficiente metal para soportar el esfuerzo cortante transversal y para proporcionar conexiones para la carga, la cual a su vez debe soportar frecuentemente acarreamientos, empujones y acciones de giro. Esto se logra añadiendo una o más hojas adicionales de longitud completa.

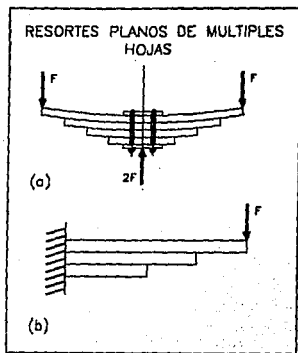


fig. 2.1.6

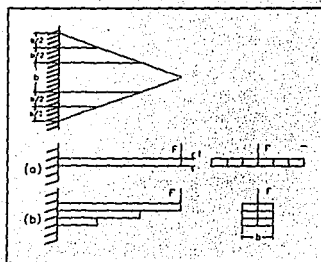


fig. 2.1.7.

### 2.1.7. RESORTES BELLEVILLE.

Se emplean donde se requieren resortes con una gran capacidad de carga que deban ocupar un reducido espacio. Estos resortes se hacen de arandelas cónicas, como la que se muestra en la fig. 2.1.8 Las arandelas se pueden apilar en serie o en paralelo o en una combinación de serie y paralelo.

De la fig. 2.1.8 tenemos que:

$t$  = espesor.

$d_i$  = diámetro interior.

$d_o$  = diámetro exterior.

$h$  = altura libre menos el espesor.

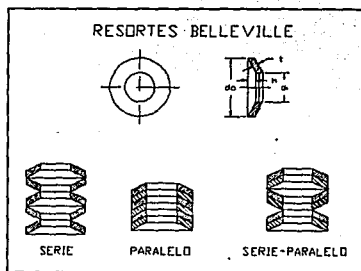


fig. 2.1.8

## **1. RESORTES HELICOIDALES.**

### **3.1 MATERIALES PARA RESORTES:**

Los materiales para resortes más generalmente utilizados son los siguientes: 1) Aceros altos en carbono para resortes, 2) Aceros inoxidables para resortes, 3) Aleaciones a base de cobre para resortes y 4) Aleaciones a base de níquel para resortes.

#### **3.1.1. ACEROS PARA RESORTES ALTOS EN CARBONO:**

##### **CUERDA DE PIANO, ASTM A228 (0.8 A 0.95% DE CARBONO).**

Este es el material para resortes de uso más extendido para fabricar pequeños resortes que trabajan a temperaturas de hasta 120 °C. Es tenaz, tiene alta resistencia a la tracción y puede soportar elevados esfuerzos repetidos. Se obtiene fácilmente en sección redonda y diámetros que van desde 1/64" a 1/8" y algunos tamaños mayores hasta 3/16". No se obtiene en secciones cuadradas o

rectangulares con altas resistencias a la tracción. La cuerda de piano puede ser sometida a tratamiento superficial con facilidad y se puede obtener cadmiado, pero generalmente se prefiere hacer este tratamiento después de la fabricación del resorte, con lo que se obtiene una máxima resistencia a la corrosión.

**GRADO MB DE TEMPLE EN ACEITE, ASTM A229 (0.60 A 0.70% DE CARBONO).**

Este acero de resortes de uso general, se utiliza normalmente en muchos tipos de resortes helicoidales en los que el costo de la cuerda de piano es prohibitivo y cuando se precisan tamaños mayores que los correspondientes a dicho material. Es fácilmente obtenible en diámetros que van de 1/8" a 1/2", pero también pueden obtenerse en tamaños superiores e inferiores a dicha gama. No se utiliza con cargas de impacto o choque ni a temperaturas por encima de 180 °C o extraordinariamente bajas. Se pueden conseguir secciones rectangulares o cuadradas de alambre en tamaños de fracción de pulgada. Se suministra también material recocido para temple y revenido después de la fabricación. El tratamiento

térmico produce cascarilla en este material que debe ser eliminada antes del tratamiento.

**GRADO HB DE TEMPLE EN ACEITE, SAE 1080 (0.75 A 0.85% DE CARBONO).**

Este material es similar al anterior con la diferencia de su mayor contenido en carbono y mayor resistencia a la tracción. Se obtiene en los mismos tamaños y se utiliza para trabajos más precisos, pero no se obtiene con la misma facilidad. En vez de usar este material puede ser mejor el acero aleado para resortes, particularmente si se necesita una mayor duración y resistencia a la fatiga. Existen secciones redondas y cuadradas con temple al aceite o recocido.

**GRADO MB ESTIRADO EN FRIO, ASTM A227 (0.60 A 0.70% DE CARBONO).**

Este tipo se emplea para resortes de uso general cuando el costo es un factor importante. Aunque su creciente uso en los últimos años ha dado lugar a una mejora en la calidad, es conveniente no usarlo cuando es importante una

**larga vida y se busca precisión en la aplicación de cargas en flechas. Se obtiene en secciones cuadradas pero con resistencia a la tracción reducida. Se trata superficialmente con facilidad. Su aplicación debe limitarse a temperaturas que oscilan entre 0 y 120 °C.**

#### **ACEROS ALEADOS PARA RESORTES:**

**Estos aceros se utilizan para condiciones de esfuerzos elevados y cargas de impacto o choque. Pueden soportar temperaturas más extremas que los aceros altos en carbono y se suministra en estado recocido.**

#### **ACERO AL CROMO VANADIO ASTM A231.**

**Este acero para resortes es muy utilizado, en condiciones de elevados esfuerzos y cuando se recomiendan aceros altos en carbono o bien cuando se precisa una alta resistencia a la fatiga y la duración. Tiene buen comportamiento bajo cargas**

de impacto. El material se suministra en diámetros que van de 1/32" a 1/2" y también algunos tamaños mayores. Las secciones cuadradas se suministran en fracciones de pulgada. Se suministra recocido, en secciones redonda, cuadrada y rectangular. Se utiliza extensamente en resortes para válvulas de motores de aviación y resortes que trabajan a temperaturas hasta 220 °C.

#### **ACERO AL SILICIO Y MANGANESO.**

Es menos costoso que el acero al cromo vanadio y se suministra en secciones cuadrada, redonda y rectangular en estado recocido y pretemplado y en tamaños que oscilan desde 1/32" a 1/2". Se utilizo primeramente para resortes de suspensión de automóviles. Se emplea en hojas de ballestas de camión y es un sustituto de los aceros para resortes a menor costo.



### **ACERO AL CROMO SILICIO ASTM A401.**

Esta aleación se utiliza para resortes sometidos a un alto esfuerzo y que requieren larga vida y están sujetos a cargas de impacto. Puede tratarse obteniéndose durezas superiores a otros aceros de resorte de forma que se consiguen con elevadas resistencias a la tracción. Los tamaños más usuales van de 1/32" a 1/2" de diámetro. Muy raramente se utilizan secciones cuadradas, planas o rectangulares. Las durezas normalmente son de 50 a 53 Rockwell c son de uso muy común y la aleación puede utilizarse hasta temperaturas de 250 °C. Este material hay que pedirlo específicamente para cada uso.

#### **3.1.2. ACEROS INOXIDABLES PARA RESORTES:**

El uso de aceros inoxidable para resortes se ha incrementado y son obtenibles diversas composiciones, las cuales pueden utilizarse para temperaturas de hasta 290 °C. Son resistentes a la corrosión.

#### **TIPO INOXIDABLE 302 ASTM A313 (18% DE CROMO, 8% DE NIQUEL).**

Este es un acero inoxidable muy común para resortes, puesto que tiene una alta resistencia a la tracción y propiedades muy uniformes. Para conseguir sus propiedades mecánicas es estirado en frío y no puede ser endurecido por tratamiento térmico. Este material es antimagnético solamente cuando esta recocido totalmente, pero se vuelve ligeramente magnético cuando se le trabaja en frío para darle las propiedades de resorte. Es apropiado para usar a temperaturas de hasta 290 °C y por debajo de cero. Es muy resistente a la corrosión. El material que presenta las propiedades mecánicas mejores oscila en diámetros de 1/164" a 1/32" aunque también puede obtenerse algunos diámetros mayores. Se suministra también en fleje laminado en frío. Asimismo se obtienen secciones rectangulares y cuadras, pero son de uso poco frecuente.

#### **TIPO INOXIDABLE 304 ASTM A313 (18% DE CROMO, 8% DE NIQUEL).**

Muy similar al tipo 302 pero tiene mejores propiedades a la flexión y aproximadamente un 5% menos a la tracción. Es un poco mas fácil de estirar debido a un contenido en carbono ligeramente inferior.

**TIPO INOXIDABLE 316 ASTM A313 (18% DE CROMO, 12% DE NIQUEL, 2% DE MOLIBDENO).**

Es muy semejante al tipo 302, pero ligeramente más resistente a la corrosión por su mayor contenido de níquel. Su resistencia a la tracción es del 10% al 15% inferior al tipo 302. Se utiliza en resortes para aviación.

**TIPO INOXIDABLE 17-7 PH, ASTM A313 (17% DE CROMO, 7% DE NIQUEL).**

Esta aleación, que también contiene pequeñas cantidades de aluminio y titanio, se obtiene en un estado moderadamente duro y luego se endurece más por precipitación a temperaturas relativamente bajas durante varias horas para obtener resistencias a la tracción casi comparables a la cuerda de piano. Este material no es fácil de conseguir en todos los tamaños y tiene aplicaciones limitadas debido a su elevado costo de fabricación.

### **TIPO INOXIDABLE 414, SAE 51414 (12% DE CROMO, 2% DE NIQUEL).**

Esta aleación tienen una resistencia a la tracción de un 15% aproximadamente inferior al tipo 302 puede ser endurecida por tratamiento térmico. Para mejorar la resistencia a la corrosión es necesario un alto pulimentado y mantenerlo limpio. Puede obtenerse estrado en frío con diámetros de hasta 1/32" y se utiliza generalmente en fleje laminado en frío para trabajos de estampación. No es apropiado para utilizarlo a temperaturas bajas.

### **TIPO INOXIDABLE 420, SAE 51420 (13% DE CROMO).**

Este es el mejor acero inoxidable para usos en diámetro grande, por encima de 1/32", y se utiliza también frecuentemente en tamaños pequeños. Esta formado en estado recocido, siendo después templado y revenido. No presenta propiedades inoxidables sino después de templado. Las superficies limpias y brillantes proporcionan una buena resistencia a la corrosión, por lo tanto debe ser eliminada la cascarilla del tratamiento térmico. Se recomiendan los métodos de endurecido brillante.

### **TIPO INOXIDABLE 431, SAE 51431 (16% DE CROMO, 2% DE NIQUEL).**

Esta aleación para resortes adquiere altas propiedades de resistencia a la tracción, (aproximadamente la misma que la cuerda de piano) mediante la combinación de tratamiento térmico para endurecer el alambre y un posterior estirado en frío. Su resistencia a la corrosión no es igual a la del tipo 302.

#### **3.1.3. ACEROS ALEADOS A BASE DE COBRE:**

Las aleaciones a base de cobre son materiales muy adecuados para resortes debido a sus buenas propiedades eléctricas junto con su alta resistencia a la corrosión. Aunque estos materiales son mas caros que los aceros aleados altos en carbono, se utilizan, sin embargo, con frecuencia en elementos eléctricos y para trabajos a temperaturas bajo cero. Las aleaciones más comunes son:

### **LATON PARA RESORTES, ASTM B134 (70% DE COBRE, 30% DE CINC).**

Este es el material menos costoso y de mayor conductividad eléctrica de entre todas las aleaciones a base de cobre. Posee baja resistencia a la tracción y sus cualidades elásticas son pobres, pero su uso está muy extendido en estampaciones planas cuando se precisan curvaturas muy acusadas. No puede ser endurecido por tratamiento térmico y no debe utilizarse a temperaturas superiores a los 70 °C, pero es especialmente indicado para temperaturas inferiores a los 0 °C. Se encuentra disponible en secciones redondas y fleje, este material estirado en frío se utiliza normalmente con el temple DUREZA DE RESORTE.

### **BRONCE FOSFOROSO, ASTM B159 (95% DE COBRE, 5% DE ESTAÑO).**

Esta aleación es la más utilizada de este grupo, puesto combina las mejores cualidades de resistencia a la tracción, dureza, conductividad eléctrica y resistencia a la corrosión con el menor costo. El material no endurece por tratamiento térmico. Puede utilizarse a temperaturas hasta 100 °C y bajo cero. Se

suministra en secciones redondas y flejes normalmente con los temple extraduro o dureza resorte. Se utiliza con frecuencia en contactos de ruptor debido a sus propiedades de baja formación de arco.

#### **COBRE AL BERILIO, ASTM B197 (98% DE COBRE, 2% DE BERILIO).**

Esta aleación puede conformarse en estado recocido y endurecerse por precipitación después del conformado a temperaturas de alrededor de 315 °C, durante dos o tres horas. Este tratamiento le confiere una alta dureza junto con una elevada resistencia a la tracción. Después de endurecido, el material resulta muy frágil y puede soportar muy poca o ninguna conformación. Esta aleación es una de las mas caras del grupo y su tratamiento térmico resulta caro debido a la necesidad de sujetar las piezas en útiles apropiados para evitar la deformación. El uso principal de esta aleación es para conducir corriente eléctrica en interruptores y equipos eléctricos.

### **3.1.4. ACEROS ALEADOS A BASE DE NIQUEL.**

Las aleaciones a base de níquel son resistentes a la corrosión, soportan temperaturas elevadas y bajo cero, sus característica antimagnética las hace útiles para aplicaciones tales como giroscopios, cronoscopios e instrumentos indicadores en general. Estos materiales tienen alta resistencia eléctrica y por lo tanto no deben ser utilizados como conductores de corriente.

#### **MONEL (67% DE NIQUEL, 30% DE COBRE).**

Esta es la más barata de las aleaciones a base de níquel. Tiene también la resistencia a la tracción más baja, pero es útil debido a su resistencia a la corrosión del agua de mar y sus propiedades antimagnéticas. Esta aleación puede ser sometida a esfuerzos ligeramente superiores a los del bronce fosforoso y cobre al berilio. Adquieren una alta resistencia a la tracción a sí como dureza, como resultado del estirado y laminado en frío únicamente, puesto que no puede ser endurecido por tratamiento térmico. Puede utilizarse en una gama de temperaturas que va desde -75 a 220 °C a esfuerzos de trabajo normales y se



suministra en alambres de sección redonda hasta 3/16" de diámetro con resistencias a la tracción muy altas. Se dispone de mayores diámetros y fleje con resistencia a la tracción algo inferiores.

**MONEL K (78% DE NIQUEL, 29% DE COBRE, 3% DE ALUMINIO).**

Este material es similar al MONEL con la diferencia de que la adición de aluminio lo convierte en una aleación de endurecimiento por precipitación. Puede conformarse en estado blando o ligeramente endurecido, y permite un aumento posterior de la dureza mediante tratamiento térmico o envejecimiento de larga duración, con lo que adquiere una resistencia a la tracción y una dureza, superior a la del MONEL y casi tan alta como la del acero inoxidable. Puede utilizarse en tamaños mayores que los generalmente empleados con aleación MONEL, es también no magnético y puede emplearse en una gama de temperaturas desde -75 hasta 232 °C con esfuerzos de trabajo normales por debajo de los 3 200 Kg / cm<sup>2</sup>

### **INCONEL (78% DE NIQUEL, 14% DE CROMO 7% DE HIERRO).**

Esta es una de las aleaciones no magnéticas a base de níquel más utilizadas por su resistencia a la corrosión y porque puede ser empleada a temperaturas de hasta 370 °C. Su dureza y resistencia a la tracción son superiores a las de MONEL K y se obtienen como resultado de estirado o laminado en frío exclusivamente. No puede ser endurecida por tratamiento térmico. Los alambres con diámetros de hasta 1/4" tienen las mejores propiedades de resistencia a la tracción. Se usa frecuentemente en válvulas de vapor, reguladores y resortes de calderas, compresores, turbinas y motores a reacción.

### **INCONEL X (70%DE NIQUEL, 16% DE CROMO, 7% DE HIERRO).**

Material muy similar al INCONEL las pequeñas cantidades de titanio, columbio y aluminio que entran en su composición le confieren propiedades de aleación de endurecimiento por precipitación. Puede conformarse en blando o parcialmente endurecido y aumentar su dureza después manteniéndolo a 650 °C durante 4 horas. Es antimagnético y se usa en secciones mayores que el inconel. Esta

aleación se emplea a temperaturas de hasta 450 °C y con tensiones de hasta 3 900 Kg / cm<sup>2</sup>

### **DURANIQUEL (NIQUEL Z) (98% DE NIQUEL).**

Aleación antimagnética y resistente a la corrosión, tiene una alta resistencia a la tracción y es endurecible por precipitación a 485 °C durante 6 horas. Puede someterse a los mismos esfuerzos que el INCONEL, pero no debe utilizarse a temperaturas superiores a 269 °C.

## **3.2. CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS RESORTES**

### **HELICOIDALES CILINDRICOS SOMETIDOS A COMPRESIÓN**

En las figuras 3.2.1 y 3.2.2. se representan las características físicas de los resortes helicoidales cilíndricos:

De la figura tenemos que:

$d$  = diámetro de alambre

$D$  = diámetro medio del resorte.

$F$  = Fuerza axial.

$T$  = momento torsionante.

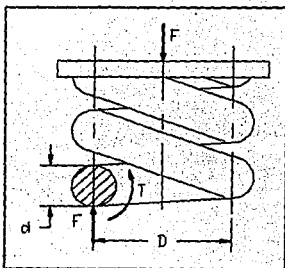


fig. 3.2.1

### LONGITUD LIBRE:

La longitud libre de un resorte helicoidal cilíndrico, es la longitud del resorte cuando se encuentra sin carga. (fig. 3.2.2(a)).

### LONGITUD SOLIDA:

Es la longitud total de un resorte helicoidal, cuando se encuentra comprimido y sus espiras contiguas se toquen entre si (fig 3.2.2(b)).

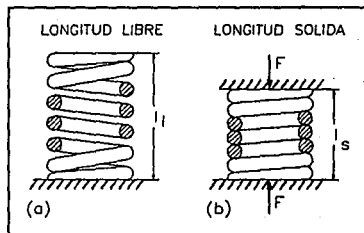


fig. 3.2.2

### 3.3. TIPOS DE EXTREMOS DE LOS RESORTES HELICOIDALES CILINDRICOS SOMETIDOS A COMPRESION

Los extremos pueden ser: simples, rebajados simples, a escuadra y rebajados a escuadra, representados en la fig. 3.3.1

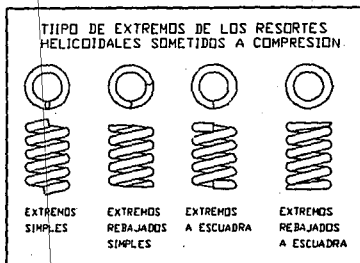


fig. 3.1.

Los diferentes tipos de extremos, ocasionan una disminución del número de espiras activas y afectan la longitud libre y la longitud solida de los resortes, como se muestra en la tabla 3.3.A. En donde:  $p$  = paso,  $n$  = número de espiras activas,  $d$  = diámetro del alambre.

**TABLA 3.3.A.**

<b>TIPO DE EXTREMOS</b>	<b>Nº TOTAL DE ESPIRAS</b>	<b>LONGITUD SOLIDA</b>	<b>LONGITUD LIBRE</b>
<b>SIMPLE</b>	<b>n</b>	<b>(n + 1)d</b>	<b>np + d</b>
<b>REBAJADO SIMPLE</b>	<b>n</b>	<b>nd</b>	<b>np</b>
<b>A ESCUADRADA</b>	<b>n + 2</b>	<b>(n + 3)d</b>	<b>np + 3d</b>
<b>REBAJADO A ESCUADRA</b>	<b>n + 2</b>	<b>(n + 2)d</b>	<b>np + 2</b>

### **3.4. CALCULO DE ESFUERZOS EN RESORTES HELICOIDALES CILINDRICOS**

Realizando un diagrama de cuerpo libre fig. 3.4.1. se observa que la fuerza F aplicada al resorte es resistida por otra fuerza de la misma magnitud pero de sentido contrario y un par  $T=FD/2$ . De la fig. 3.4.1.tenemos que:

**d** = Diámetro del alambre

**F** = Fuerza axial.

**T** = Par.

**D** = diámetro medio.

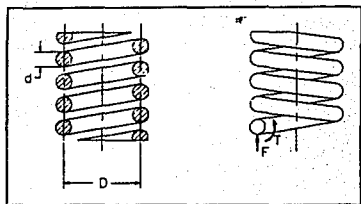


fig. 3.4.1

Por lo tanto los esfuerzos inducidos por el par  $T$  y la fuerza  $F$ , son respectivamente:

$$\tau_1 = \frac{Tr}{J} \quad (3.4.1.)$$

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (3.4.2.)$$

el esfuerzo cortante que actúa en la sección, es la suma de ambos

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 = \frac{Tr}{J} + \frac{F}{A} \quad (3.4.3.)$$



Donde:

A = área transversal del alambre..

T = par.

r = radio del alambre.

J = momento de inercia del área transversal del alambre.

F = Fuerza axial.

Y son iguales a:

$$T = \frac{FD}{2} \quad (3.4.4.)$$

$$r = \frac{d}{2} \quad (3.4.5.)$$

$$J = \frac{\pi d^4}{32} \quad (3.4.6.)$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (3.4.7.)$$

Sustituyendo expresiones, el esfuerzo cortante será:

$$\tau = \frac{8FD}{\pi d^3} + \frac{4F}{\pi d^2} \quad (3.4.8.)$$

En la fig. 3.4.2. esta representado gráficamente los esfuerzos a los que se encuentra sometido el resorte helicoidal:

En la figura 3.4.2. a) Esfuerzo cortante puro; b) esfuerzo cortante directo; c) resultante de los esfuerzos cortantes directo y torsional; d) resultante de los esfuerzos cortante directo, torsional y por curvatura.

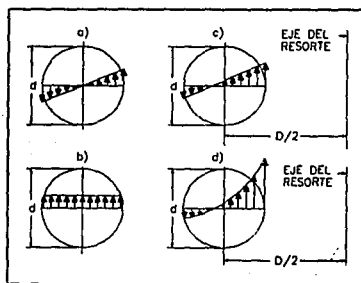


fig. 3.4.2

### INDICE DEL RESORTE:

Es la proporción geométrica del resorte y esta definido por:

$$C = \frac{D}{d} \quad (3.4.9.)$$

En donde:

D = diámetro medio del resorte.

d = diámetro del alambre.

En diseño de resortes es recomendable manejar un valor

$$4 < C < 12$$

Acomodando la ecuación 3.4.9. e introduciendo el concepto de índice del resorte

tenemos:

$$\tau = \frac{8FD}{\pi d_s} \left(1 + \frac{0.5d}{D}\right) \quad (3.4.10.)$$

$$\tau = \frac{8FC}{\pi d^3} \left(1 + \frac{0.5}{C}\right) \quad (3.4.11.)$$

El término  $1 + \frac{0.5}{C}$  para facilitar el manejo de la ecuación se renombra como,  $K_s$  (factor de multiplicación del esfuerzo), por lo tanto:

$$\tau = \frac{8FC}{\pi d^3} K_s = \frac{8FD}{\pi d^3} K_s \quad (3.4.12.)$$

La ecuación anterior es aplicable a resortes cuando se encuentran bajo cargas estáticas, cuando se trata de cargas dinámicas se debe considerar otro factor de corrección de WAHL (K), por lo tanto la ecuación anterior se escribirá como:

$$\tau = K \frac{8FD}{\pi d^3} \quad (3.4.13.)$$

El valor de K se obtiene de la siguiente relación:

$$K = \frac{4C-1}{4C-4} + 0.615C \quad (3.4.14.)$$

Definiendo:  $K = K_c K_s$ ,

Donde  $K_c$  es solamente el efecto por curvatura, por lo tanto:

$$K_c = \frac{K}{K_s} \quad (3.4.15.)$$

El efecto del esfuerzo cortante por curvatura se encuentra concentrado en la parte interior del resorte, estos elementos cuando se encuentran bajo cargas estáticas sufrirán fluencia en la fibra interior y aliviarán ese esfuerzo, por lo tanto es posible desprestigiar el esfuerzo de curvatura y utilizar la ecuación 3.4.12.

Para cargas de fatiga  $K_s$  se utiliza como factor de reducción de la resistencia a la fatiga, por consiguiente la ecuación 3.4.13. da el esfuerzo correcto cuando la fatiga es un factor a considerar.

### LA DEFLEXION EN LOS RESORTES HELICOIDALES:

Considerando un elemento de alambre determinado por 2 secciones transversales próximas (fig. 3.4.3.) de longitud  $dx$ , con un diámetro  $d$ , el segmento  $ab$  se sitúa sobre la superficie del alambre y paralelo al eje del mismo, debido a la aplicación de la carga girará un ángulo  $\varphi$  hasta la posición  $ac$ .

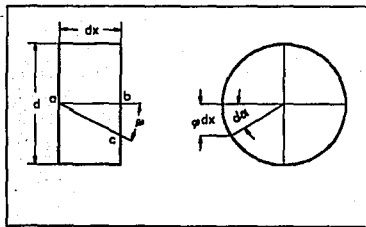


Fig. 3.4.3.

Aplicando la ley de hooke en el caso de torsión se tiene:

$$\varphi = \frac{\tau}{G} = \frac{8FD}{\pi d^3 G} \quad (3.4.16.)$$

### LA DEFLEXION EN LOS RESORTES HELICOIDALES:

Considerando un elemento de alambre determinado por 2 secciones transversales próximas (fig. 3.4.3.) de longitud  $dx$ , con un diámetro  $d$ , el segmento  $ab$  se sitúa sobre la superficie del alambre y paralelo al eje del mismo, debido a la aplicación de la carga girará un ángulo  $\varphi$  hasta la posición

ac.

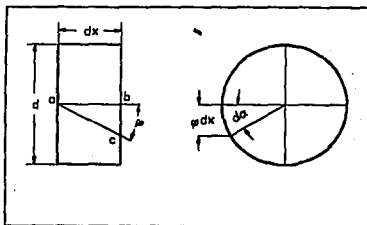


Fig. 3.4.3.

Aplicando la ley de hooke en el caso de torsión se tiene:

$$\varphi = \frac{\tau}{G} = \frac{8FD}{\pi d^3 G} \quad (3.4.16.)$$

Y considerando que:

$G$  = módulo de elasticidad al esfuerzo cortante.

$\tau$  = esfuerzo.

$F$  = fuerza axial.

$d$  = diámetro del alambre.

$D$  = diámetro medio del resorte.

En donde el esfuerzo se obtiene de la ecuación 3.4.12. y se considera igual a la unidad el valor del factor de corrección de WAHL, la distancia  $bc$  es  $\varphi dx$  y el ángulo  $d\alpha$ , que gira una sección transversal con respecto a la otra es:

$$d\alpha = \frac{\varphi dx}{d/2} = \frac{2\varphi dx}{d} \quad (3.4.17.)$$

Si el número de vueltas o espiras activas es  $n$ , la longitud total del alambre será  $\pi Dn$ .

Sustituyendo  $\varphi$  en la ecuación 3.4.17. y se integra, la desviación angular será:

$$\alpha = \int_0^{\pi Dn} \frac{2\varphi}{d} dx = \int_0^{\pi Dn} \frac{16FD}{\pi d^4 G} dx \quad (3.4.18.)$$



$$\alpha = \frac{16FD^2n}{d^4G} \quad (3.4.19.)$$

La carga F tiene un brazo de palanca de D/2 y así la deflexión será:

$$y = \alpha \frac{D}{2} = \frac{8FD^3n}{d^4G} \quad (3.4.20.)$$

#### PANDEO EN LOS RESORTES HELICOIDALES:

Los resortes helicoidales de compresión con una longitud libre mayor que 4 veces su diámetro medio, tiende a tener pandeo.

Cuando es necesario tener un resorte con una longitud libre mayor que 4 veces el diámetro medio se debe utilizar varios resortes con discos guías. En la fig. 3.4.4. se representa la zona donde se presenta pandeo en resortes helicoidales, ambas curvas son para resortes con extremos cerrados y a escuadra. Para la curva A, un extremo del resorte se comprime contra una superficie redondeada. Para la curva B ambos extremos del resorte se comprimen contra superficies planas y paralelas.

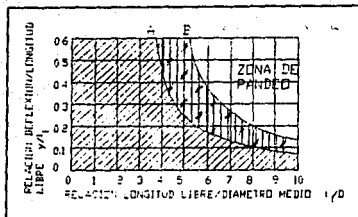


fig. 3.4.4.

### ENERGIA ABSORBIDA POR UN RESORTE HELICOIDAL:

Al realizar un trabajo externo sobre un elemento elástico, se convierte en energía potencial elástica o de deformación cuando este se deforma. La energía potencial almacenada en un elemento deformado elásticamente una distancia "y", es igual al producto de la fuerza media y la deflexión total, o sea:

$$U = \frac{F}{2}y \quad (3.4.21.)$$

Sustituyendo la deflexión (ecuación 3.4.20) en la ecuación anterior:

$$U = \frac{F}{2} \left( \frac{8FD^3n}{d^4G} \right) \quad (3.4.22.)$$

Reacomodando la ecuación obtendremos que:

$$U = \frac{4F^3D^3n}{d^4G} \quad (3.4.23.)$$

#### LA RAZON ELASTICA:

La razón elástica o constante elástica se define como: la carga por deformación.

$$K_{ax} = \frac{F}{y} \quad (3.4.24.)$$

En donde:

F = fuerza axial.

y = deformación.

Para un resorte helicoidal sometido a carga axial tenemos:

Donde:

**G** = módulo de elasticidad al esfuerzo cortante.

**d** = diámetro medio.

**C** = índice del resorte.

**n** = número de espiras activas.

La razón elástica para resortes en paralelo (fig. 3.4.5.) que tienen razones elásticas individuales es:

$$k_{\text{total}} = k_1 + k_2 + k_3 \quad (3.4.26.)$$

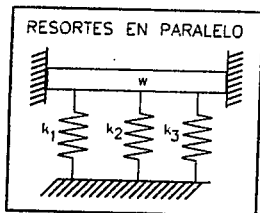


fig. 3.4.5.

La razón elástica para resortes en serie, (fig. 3.4.6.) es:

$$k_{total} = \frac{1}{1/k_{elast1} + 1/k_{elast2} + 1/k_{elast3}} \quad (3.4.27.)$$

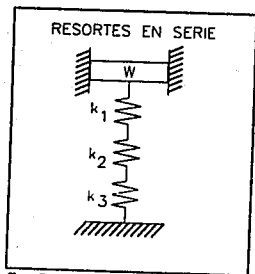


fig. 3.4.6.

## **ESFUERZOS DE TRABAJO ADMISIBLES EN LOS RESORTES:**

El esfuerzo de trabajo de seguridad para un determinado resorte depende de las siguientes características:

1. Tipo de resorte: si es compresión, extensión, torsión etc.
2. Tamaño del resorte.
3. Material del resorte.
4. Tamaño del material del resorte.
5. Tipo de servicio: ligero, medio o severo.
6. Gama de esfuerzos: bajo medio o alto.
7. Tipo de carga: estática, dinámica o de choque.
8. Temperaturas de funcionamiento.
9. Diseño del resorte: resorte para indicador, con dobleces muy cerrados

### **3.5. TIPOS DE SERVICIO DE LOS RESORTES:**

El tipo de servicio es un factor fundamental en la determinación del esfuerzo de trabajo de seguridad y estos son:

#### **SERVICIO LIGERO:**

Comprende a resortes sometidos a cargas estáticas y en resortes poco utilizados como los de las espoletas de bombas, y los aplicados en dispositivos de seguridad. Este servicio es para un número de oscilaciones comprendido entre 1000 y 10000

#### **SERVICIO MEDIO:**

Este tipo de servicio comprende a resortes de uso general en máquinas herramientas, productos mecánicos y componentes eléctricos. La frecuencia normal de oscilaciones no debe exceder de 18000 por una hora, pudiendo soportar de 100000 a 1000000 de oscilaciones.

### **SERVICIO SEVERO:**

**Comprende resortes sujetos a oscilaciones rápidas, durante largos períodos de tiempo y cargas de choque como en martillos neumáticos, controles y válvulas hidráulicas, etc. Este servicio es para un número de oscilaciones superior a 1 000 000. Si se reducen las oscilaciones en un 10%, se puede llegar a los 10000000 de oscilaciones.**

### **CAUSAS DE FALLAS EN LOS RESORTES:**

**Las fallas de los resortes pueden ser: rotura, deformación permanente o pérdida de capacidad de carga. Las causas se pueden dividir en diferentes grupos representados en las siguientes tablas:**



TABLA 3.5.A.

CAUSAS	GRUPO 1 (RECOMENDACIONES Y COMENTARIOS)
Esfuerzo elevado	La mayoría de las fallas de los resortes son debidos a esfuerzo elevados producidos por grandes deformaciones bajo fuertes cargas. Los esfuerzos elevados solo deben aplicarse a resortes cargado estáticamente. Esfuerzos bajos alargan la vida de fatiga.
Fragilidad por hidrogenación	Los métodos inadecuados de electrodeposición y limpieza por ácido de los resortes sin el debido tratamiento de estabilización, produce fragilidad de los resortes de acero y constituyen una causa frecuente de falla, los resortes no féreos son inmunes.
Taladros y dobleces agudos	Los dobleces agudos en los resortes de extensión, torsión y planos los taladros o muescas, producen una alta concentración de esfuerzos dando lugar a fallas. Los radios de curvatura deben ser tan grandes como sea posible y evitarse las marcas de herramientas.
Fatiga	Las deformaciones repetidas de los resortes, especialmente por encima del 1000000 de ciclos, incluso con esfuerzos medios puede producir su falla. Si el resorte ha de estar sujeto a ciclos de operación muy elevados, debe utilizarse bajo esfuerzos de poca consideración.

**TABLA 3.5.B.**

<b>CAUSAS</b>	<b>GRUPO 2 (RECOMENDACIONES Y COMENTARIOS)</b>
Cargas de choque.	Las cargas de impacto o choque y aplicadas rápidamente producen esfuerzos mucho más altos que los calculados por medio de las fórmulas ordinarias. Los aceros para resortes altos en carbono no soportan cargas de choque como los aceros aleados.
Corrosión	El óxido ligero o picado producido por ácido, alcalis, corrosión galvánica, corrosión de fractura por esfuerzo en atmósfera corrosiva, debilitan el material y producen tensiones más elevadas en la zona afectada.
Tratamiento térmico defectuoso	Manteniendo los materiales a la temperatura de temple durante períodos más largos de lo necesarios produce un crecimiento indeseable de la estructura granular, creando fragilidad aunque la dureza puede estar correcta.
Material defectuoso	El material de baja calidad con inclusiones, uniones y material plano con bordes bastos o hendidos pueden ser causa de una falla prematura. El alambre sobrestirado, la dureza inadecuada y la pobre estructura granular puede dar lugar a un deterioro prematuro.

TABLA 3.5.C.

CAUSAS	GRUPO 3 (RECOMENDACIONES Y COMENTARIOS)
Alta temperatura	Las altas temperaturas reducen: 1) El temple del resorte. 2) El módulo de elasticidad se reduce dando lugar a capacidades de carga inferiores. 3) Aumenta la corrosión, por lo tanto se debe utilizar aleaciones de níquel u otras resistentes a la corrosión.
Baja temperatura	Las temperaturas bajas por debajo de 40°C reducen la capacidad de los aceros al carbono de soportar impactos. Los aceros al carbono se hacen frágiles a menos 57°C. Deberán utilizarse aleaciones resistentes a la corrosión, de níquel u otros materiales no féreos.
Roza-miento	Los ajustes apretados con los árboles o en los agujeros dan lugar a un desgaste del material y ocasiona una falla.
Otras causas	Los ganchos agrandados en los resortes de extensión aumentan el esfuerzo en los dobleces. La conducción excesiva de corriente eléctrica puede producir falla. Los distintos tipos de soldadura utilizada van destruyendo al resorte. Las marcas de herramientas, muescas y cortes aumentan las tensiones.

## **4. DISEÑO Y CONSTRUCCION.**

### **4.1 INTRODUCCION:**

Para elaborar el diseño del dispositivo se considera las características físicas de los posibles resortes a los cuales se le va a medir la carga y la deformación sufrida, para así poder establecer las dimensiones del dispositivo, así como debemos seleccionar los materiales que sean más fácilmente de ser encontrados en el mercado y además de que sean fácilmente maquinados.

Un factor también importante que se debe considerar para elaborar el diseño del dispositivo es , con que herramientas se cuenta y que más adelante se da una lista de las herramientas y materiales utilizados.

**Dimensiones: 158 mm X 93 mm de base y 141 mm de altura**

**Peso: 0.500 Kg**

**CARACTERISTICAS DE LOS RESORTES HELICOIDALES CILINDRICOS QUE  
SON POSIBLES DE MEDIR.**

**Díametro interior de 3/16 " a 3/8 "**

**Díametro del alambre: 1/64 A 3/64 "**

**Longitud libre: hasta 1.5 "**

**LISTA DE MATERIALES UTILIZADOS.**

**Barra redonda de 1.25 " COLD ROLL ACERO SAE 1010**

**Barra redonda de 1/2 " COLD ROLL ACERO SAE 1010**

**Barra cuadrada de 5/8 " COLD ROLL ACERO SAE 1010**

**Solera 1/8 " COLD ROLL ACERO SAE 1010**

**Placa de aluminio 1/8 "**

**Angulo de aluminio de 1/8 " X 1 " x 1 "**

**Barra redonda de latón 1.5 "**

## **LISTA DE HERRAMIENTAS:**

**Torno paralelo con aditamentos:** chuck universal chuck de cuatro mordazas, punto giratorio, torreta con llave, porta buril recto con buril de 1/4 " acero rápido, broquero con llave, calibrador, mazo de hule.

**Fresadora vertical con aditamentos:** llaves españolas, perico, bridas de sujeción, boquilla para cortador, barrilla de sujeción, broquero con llave, calzas, escuadra universal.

**Taladro de columna con aditamentos:** prensa, tornillos de sujeción, brocas.

**Brocas:** de centros N°4, 3/16 " , 3/8 " , 9/64 " 1/4 " , 1/8"

**Otras herramientas:** aceitera, botador, cono reductor, martillo, machuelo 5/32" 32NS, machuelo 1/2" 10NS, tarraja 1/2" 10NS.

## **DIBUJOS:**

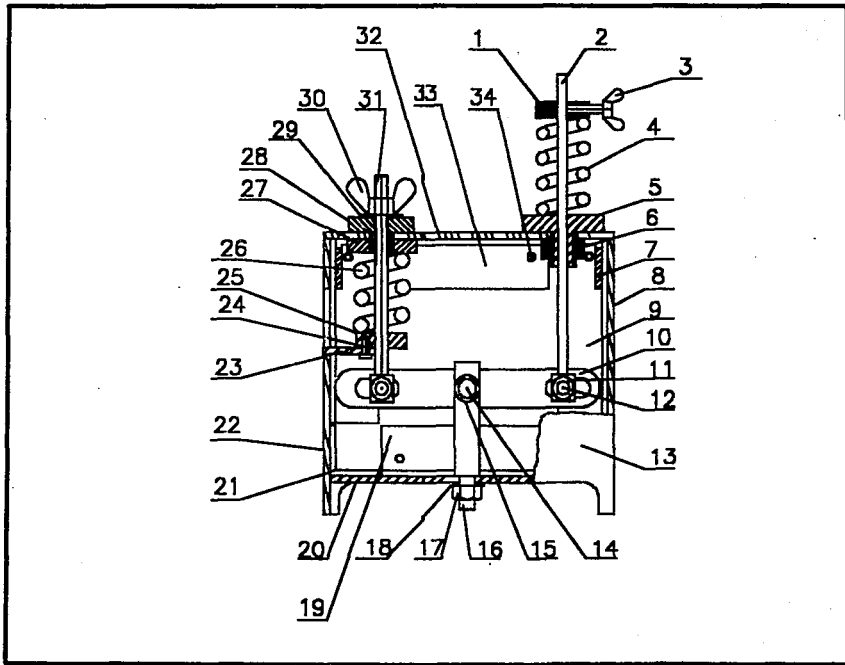
A continuación se da el dibujo de conjunto del dispositivo así como los dibujos de las piezas que son maquinadas.

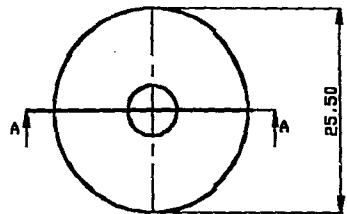
34	42	TORNILLO		5/32" 32NS X 7/16"
33	2	ANGULO DE APOYO	ALUMINIO	
32	1	TAPA SUPERIOR	ALUMINIO	
31	1	EJE	SAE 1010	
30	1	TUERCA MARIPOSA		1/4" 12NS
29	1	ARANDELA		1/4"
28	1	BUJE	LATON	1/4"
27	1	ANILLO SUJETADOR	LATON	
26	1	RESORTE PATRON		
25	1	TOPE AJUSTABLE	SAE 1010	
24	1	TORNILLO		1/8" 32NS X 7/16"
23	1	INDICADOR	ALUMINIO	
22	2	TAPA LATERAL	ALUMINIO	
21	2	ANGULO DE APOYO	ALUMINIO	
20	1	TAPA INFERIOR	ALUMINIO	
19	2	ANGULO DE APOYO	ALUMINIO	
18	1	ARANDELA		3/8"
17	1	TUERCA		3/8"
16	1	POSTE	SAE 1010	
15	1	ARANDELA TRUARC		5/16"
14	1	EJE	SAE 1010	
13	2	TAPA LATERAL	ALUMINIO	
12	1	EJE	SAE 1010	
11	2	ARANDELA TRUARC		3/16"
10	1	BARRA GIRATORIA	SAE 1010	
09	2	ANGULO DE APOYO	ALUMINIO	
08	2	TAPA LATERAL	ALUMINIO	
07	2	ANGULO DE APOYO	ALUMINIO	
06	1	TUERCA		1/2" 10NS
05	1	BUJE	LATON	
04	1	RESORTE DE PRUEBA		
03	1	TORNILLO		5/32" 32NS
02	1	EJE	SAE 1010	
01	1	TOPE SOPORTE	SAE 1010	
PARTE CANTIDAD		DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES
ESCALA 1:2		DISPOSITIVO PARA MEDIR CARACTS. FISICAS DE RESORTES HELICOIDALES CILINDRICOS.		ELABORO SANCHEZ DIAZ MARIO J.
		UNAM FES - CUAUTITLAN		NUMERO DE DIBUJO 1

**TESIS SIN PAGINACION**

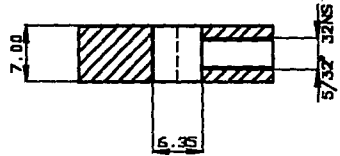
**COMPLETA LA INFORMACION**



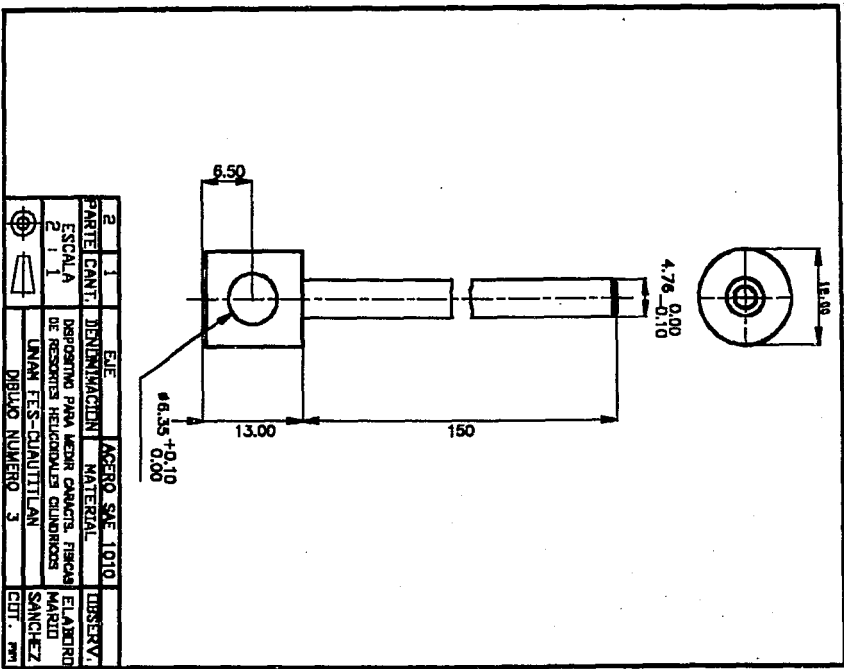




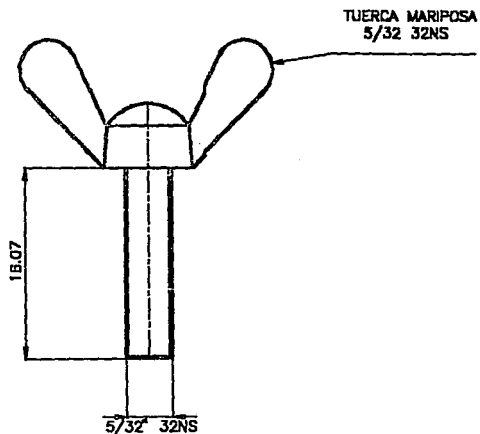
CORTE AA



1	1	TOPE SOPORTE	ACERO SAE 1010	
PARTE	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERV.
ESCALA	2 : 1	DISPOSITIVO PARA MEDIR CARACTS FISICAS DE RESORTES HELICOIDALES CILINDRICOS		ELABORO MARIO SANCHEZ
		UNAM FES-CUAUTITLAN		
		DIBUJO NUMERO 2		COT. mm



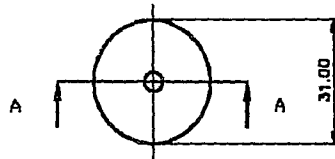
2	1	EJE	ACERO SAE 1010	INSERVA
PARTI CANT.	DENOMINACION	MATERIAL		
2	1	DEPOSITO PARA MEDIR CARGAS, FERRAS DE RESORTES HELICODIALES CILINDRICOS UNAN FES-QUAUTILIAN		ELABORADO
2	1			MARZO
				DRIBUO NUMERO 3
				CHT. PMS



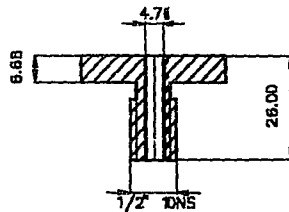
TORNILLO CON  
CABEZA CILINDRICA  
SOLDADO CON  
TORNILLO  
MARIPOSA

3	1	TORNILLO FIJADOR	ACERO SAE 1030
PARTE	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL
ESCALA		DISPOSITIVO PARA MEDIR CARACTS. FISICAS	
1 : 1		DE RESORTES HELICOIDALES CILINDRICOS	
		UNAM FES-CUAUTITLAN	
		DIBUJO NUMERO 4	

OBSERV.  
ELABORO  
MARIO  
SANCHEZ  
COT. mm

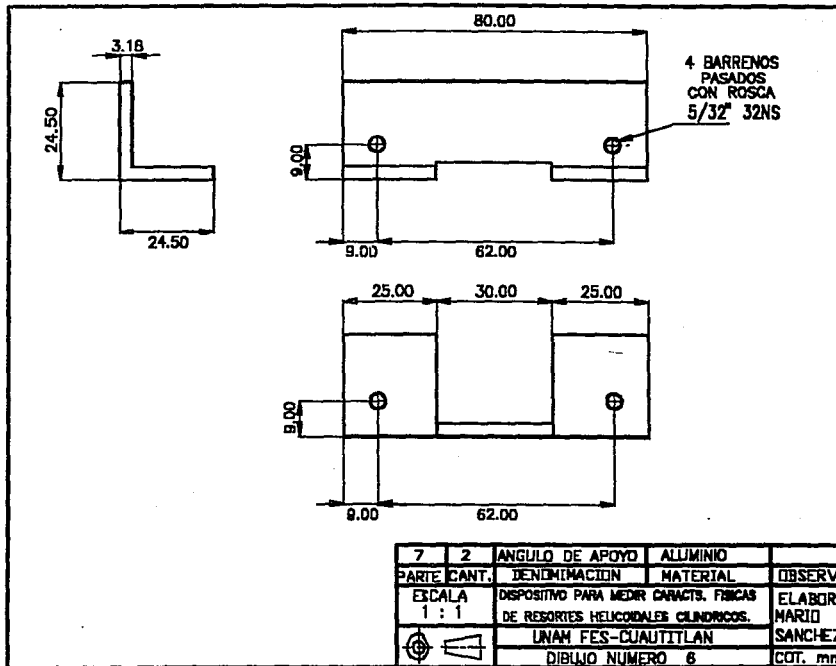


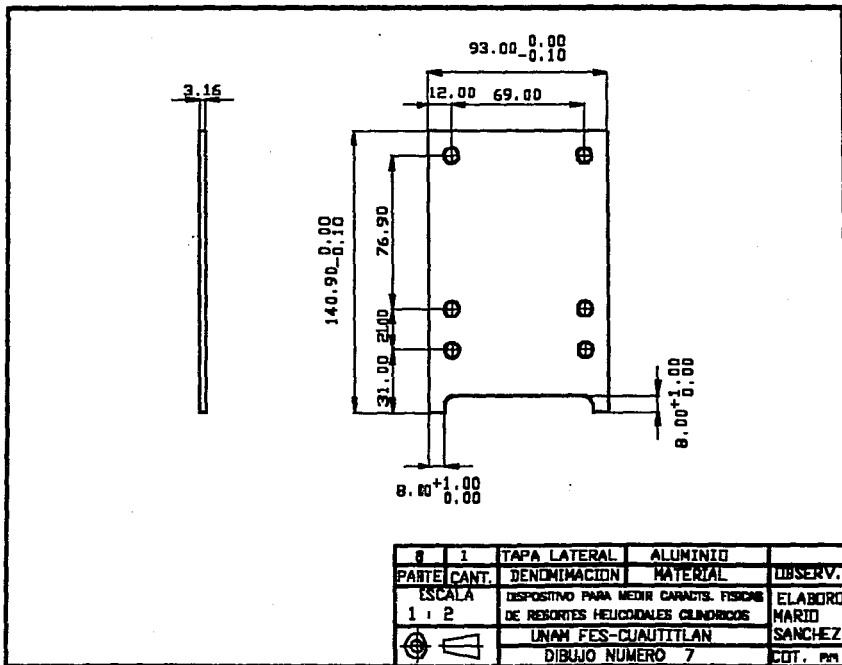
CORTE AA

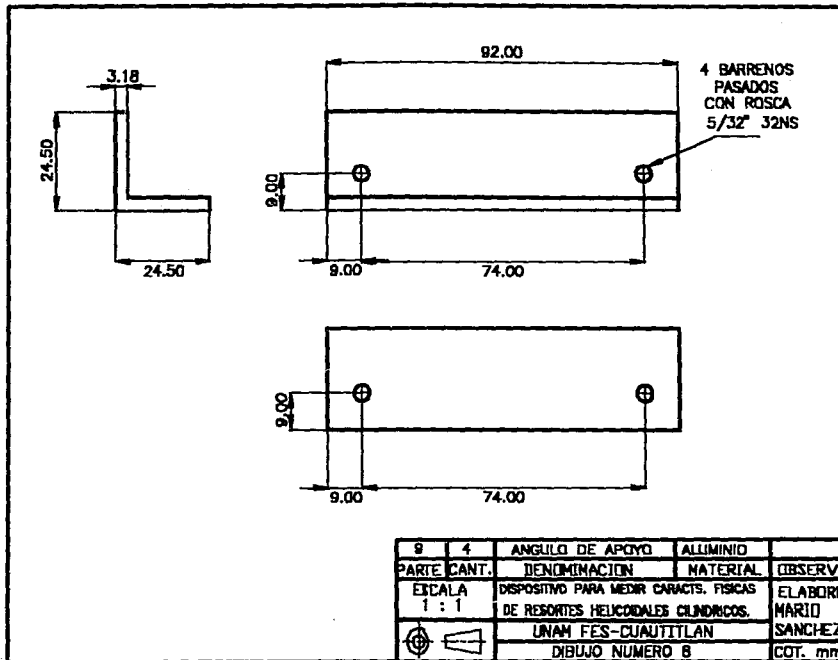


S	1	BLUE	LATON	
PARTES	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERV.
ESCALA	1 : 1	DISPOSITIVO PARA MEDIR CARACT. FISICAS DE RESORTES HELICIALES CILINDRICOS		ELABOR. MARIU
		UNAM FES-CUAUTITLAN		SANCHEZ
		DIBUJO NUMERO 5		COJ. mm

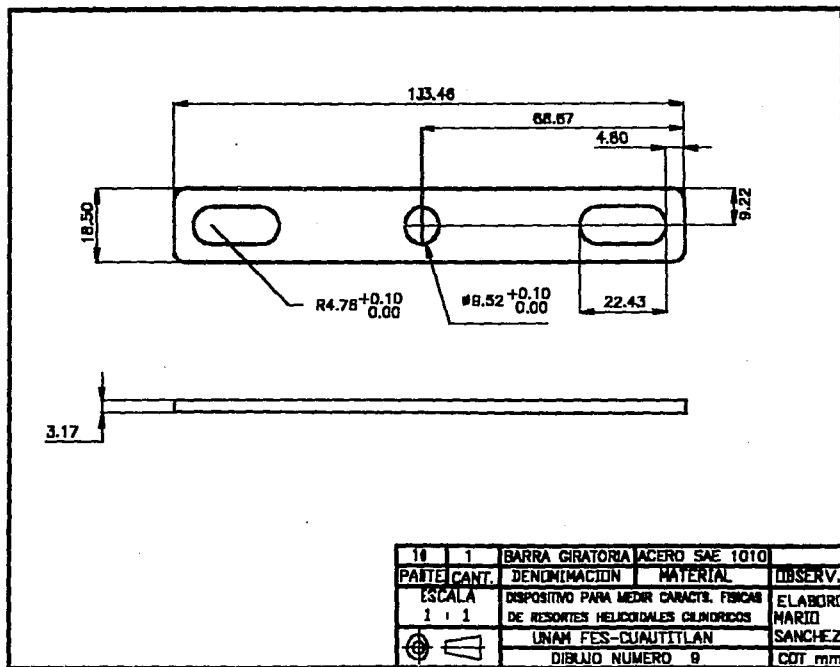


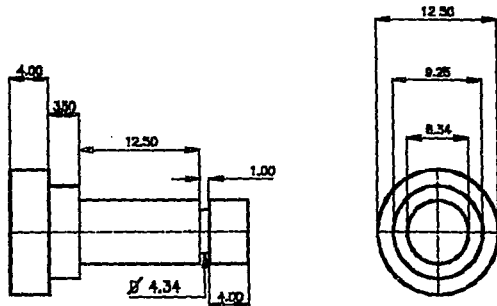




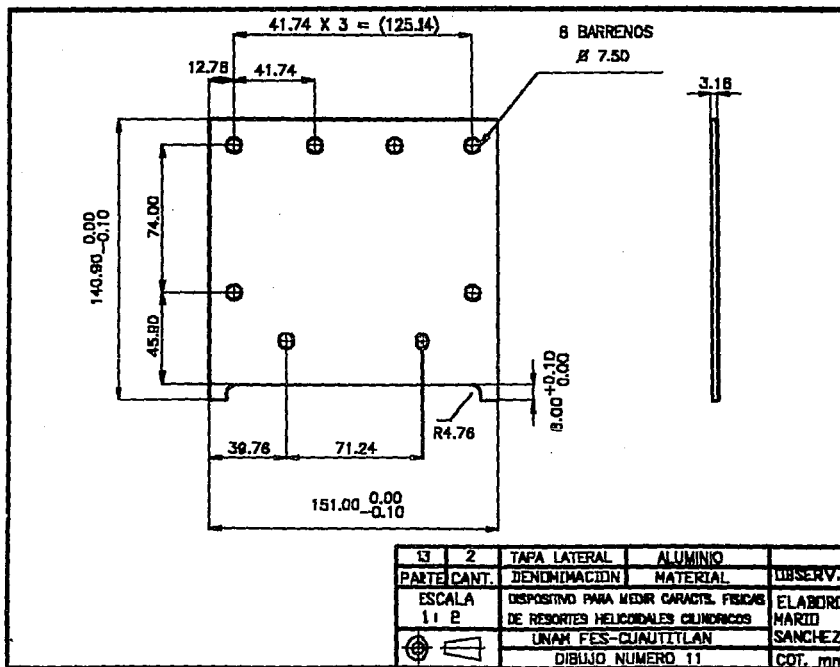


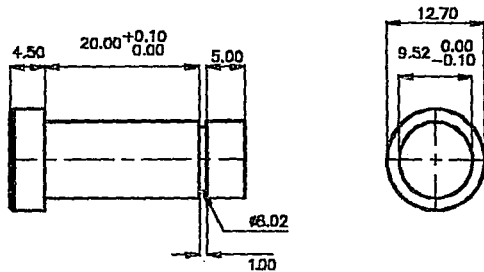






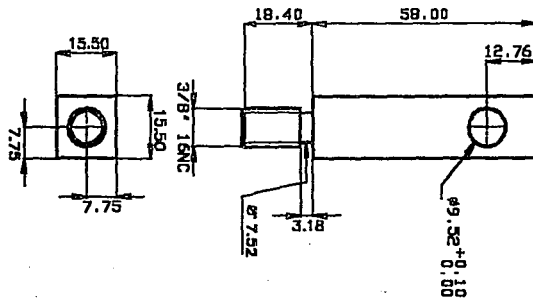


12	2	EJE	ACERO SAE 1010	
PARTE	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERV.
ESCALA	2.5	DISPOSITIVO PARA MEDIR CARGAS FISICAS		ELABORO
	1	DE RESORTES HELICOIDALES CILINDRICOS		MARID
		UNAM FES-CUAUTITLAN		SANCHEZ
		DIBUJO NUMERO 10		COT. mm

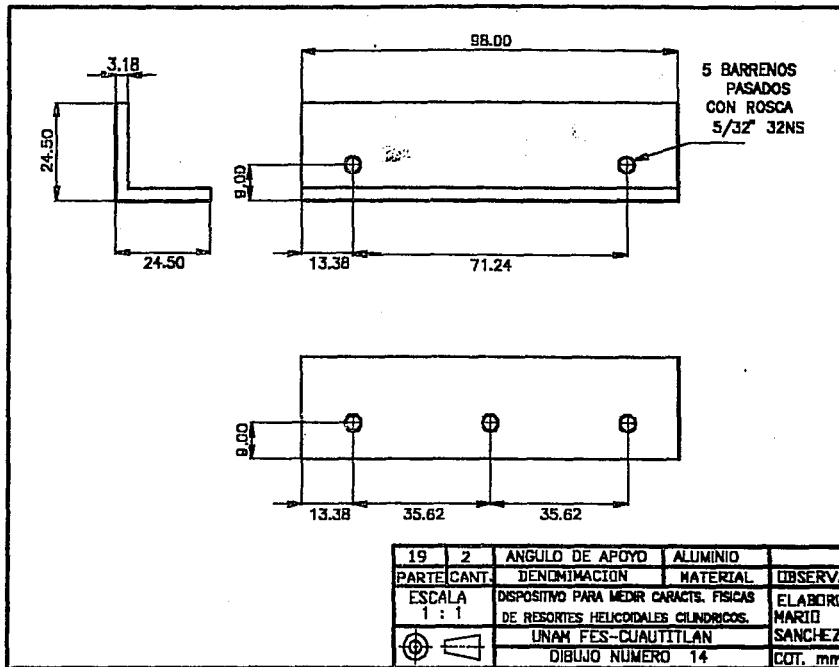


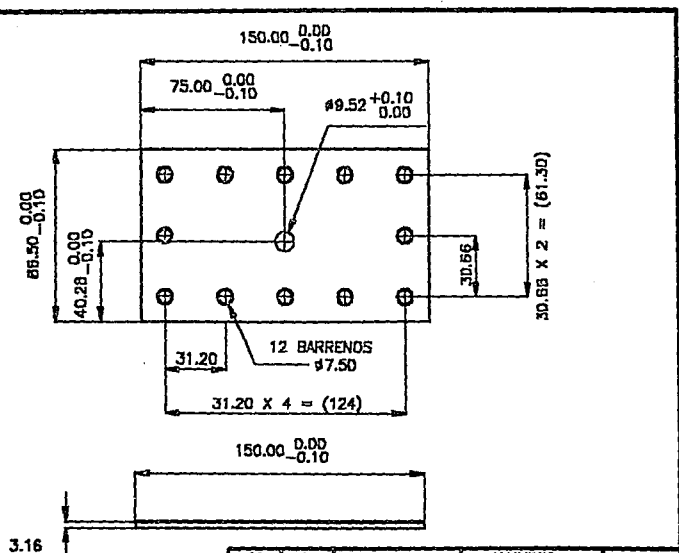


14	1	EJE	ACERO SAE 1010	
PARTE	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERV.
ESCALA	2 : 1	DISPOSITIVO PARA MEDIR CARACTS. FISICAS DE RESORTES HELICIDIALES CILINDRICOS		ELABORO MARIO SANCHEZ
		UNAM FES-CUAUTITLAN		SANCHEZ
		DIBUJO NUMERO 12		COT mm

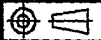


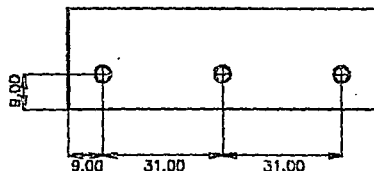
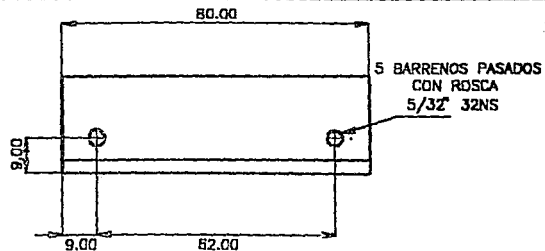
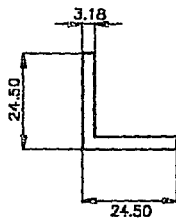
18	1	POSTE	ACERO SAE 1010	
PARTE	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERV.
ESCALA	1 : 1	DISPOSITIVO PARA MEDIR CARACTS. FISICAS DE RESORTES HELICIDIALES CILINDRICOS		ELABORO MARIO
		UNAM FES-CUAUTITLAN		SANCHEZ
		DIBUJO NUMERO 13		COT. MM





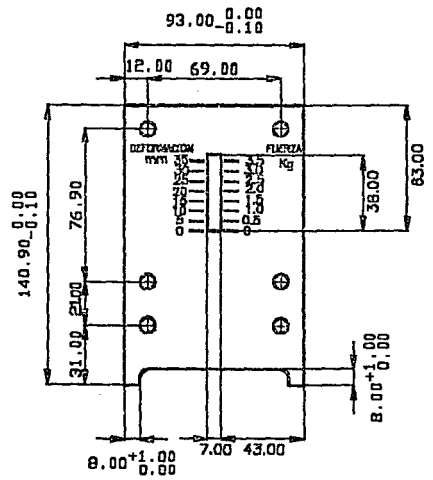
PARTE	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERV.
20	1	TAPA INFERIOR	ALUMINIO	
ESCALA	1 : 2	DISPOSITIVO PARA MEDIR CARACT. FISICAS DE RESORTES HELICIDIALES CILINDRICOS		ELABORO HARIOT
		UNAM FES-CUAUTITLAN		SANCHEZ
		DIBUJO NUMERO 15		COT. mm



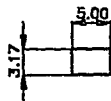
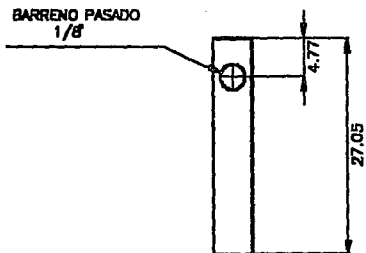


21	2	ANGULO DE APOYO	ALUMINIO	
PARTE	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERV.
ESCALA	1:1	DISPOSITIVO PARA MEDIR CARACTS. FISICAS DE RESORTES HELICOIDALES CILINDRICOS.		ELABORADO MARIO SANCHEZ
		UNAM FES-CUAUTITLAN		SANCHEZ
		DIBUJO NUMERO 16		COT. mm

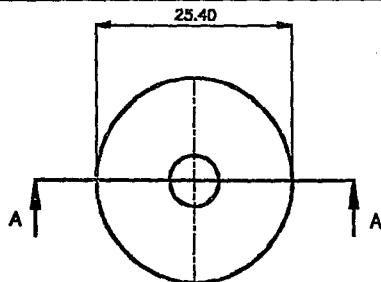




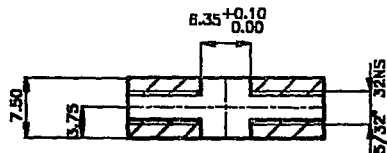
22	1	TAPA LATERAL	ALUMINIO	
PARTE	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERV.
ESCALA	1 : 2	DISPOSITIVO PARA MEDIR CARACTS. FISICAS DE RESORTES HELICOIDALES CILINDRICOS		ELABORO MARIÑO SANCHEZ
		UNAH FES-CUAUITLAN		SANCHEZ
		DIBUJO NUMERO 17		COT. mm



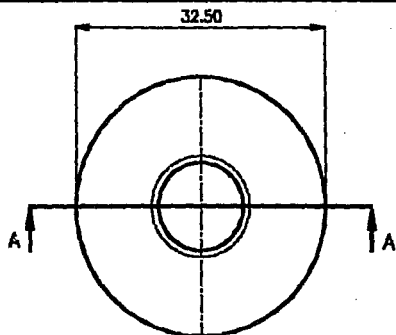
23	1	TAPA LATERAL	ALUMINIO	
PARTE	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERV.
ESCALA		DISPOSITIVO PARA MEDIR CARACTS. FISICAS		ELABORO
1 : 2		DE RESORTES HELICOIDALES CILINDRICOS		MARIO
		LINAM FES-CUAUTITLAN		SANCHEZ
		DIBUJO NUMERO 18		COT. PPH



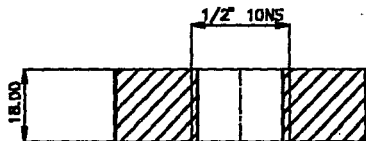
CORTE AA



25	1	TOPE AJUSTABLE	ACERO SAE 1010	
PARTE CANT.		DENOMINACION	MATERIAL	OBSERV.
ESCALA		DISPOSITIVO PARA MEDIR CARACTER. FISICAS		ELABORO
1 : 2		DE RESORTES HELICOIDALES CILINDRICOS.		NARCIZO
		LINAM FES-CUAUITLAN		SANCHEZ
		DIBUJO NUMERO 19		COT. mm

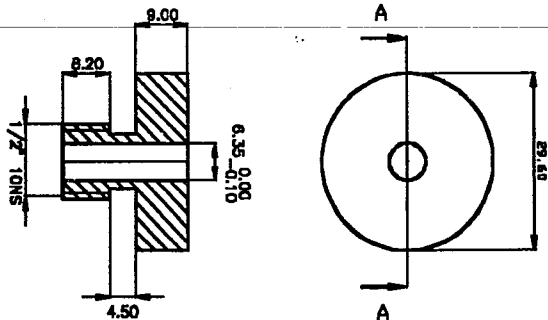


CORTE AA

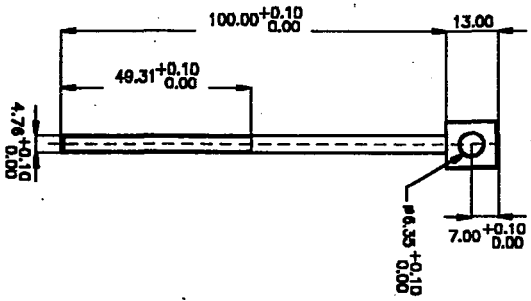


27	1	ANILLO SILETADOR	LATON	
PARTE	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERV.
ESCALA	2 : 1	DISPOSITIVO PARA MEDIR CARACTS FIBRAS DE RESORTES HELICOIDALES CILINDRICOS		ELABORO MARRI
		UNAM FES-CLAUTILAN		SANCHEZ
		DIBUJO NUMERO 20		COT. mm

CORTE AA

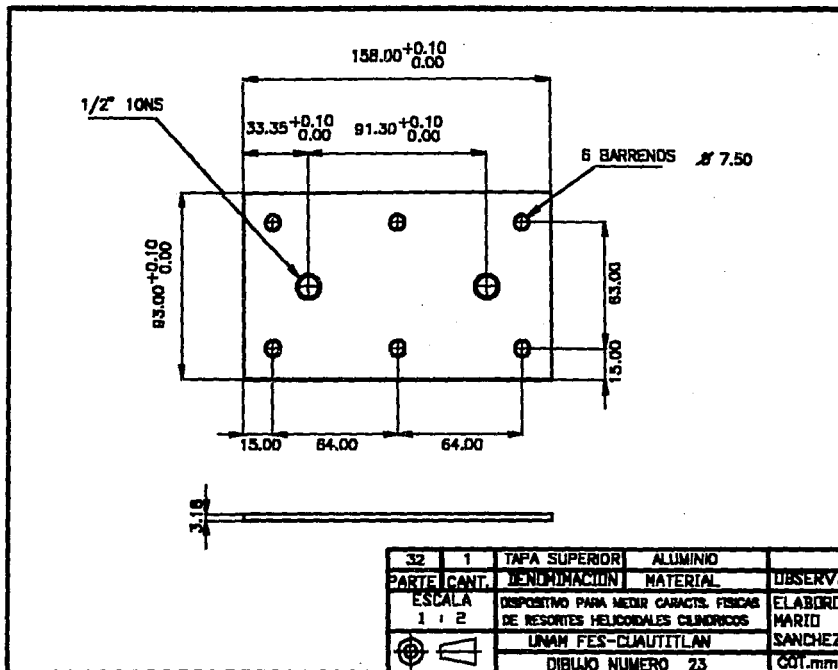


ZB	1	BLJE	LATON	
PARTE	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERV.
	ESCALA	DISPOSITIVO PARA MEDIR CARACTS FISICAS DE RESORTES HELICOIDALES CILINDRICOS		ELABORADO
	1.5 : 1	UNAM FES-CUAUTITLAN		MARZO
		DIBUJO NUMERO 21		SANCHEZ
				COT. mm

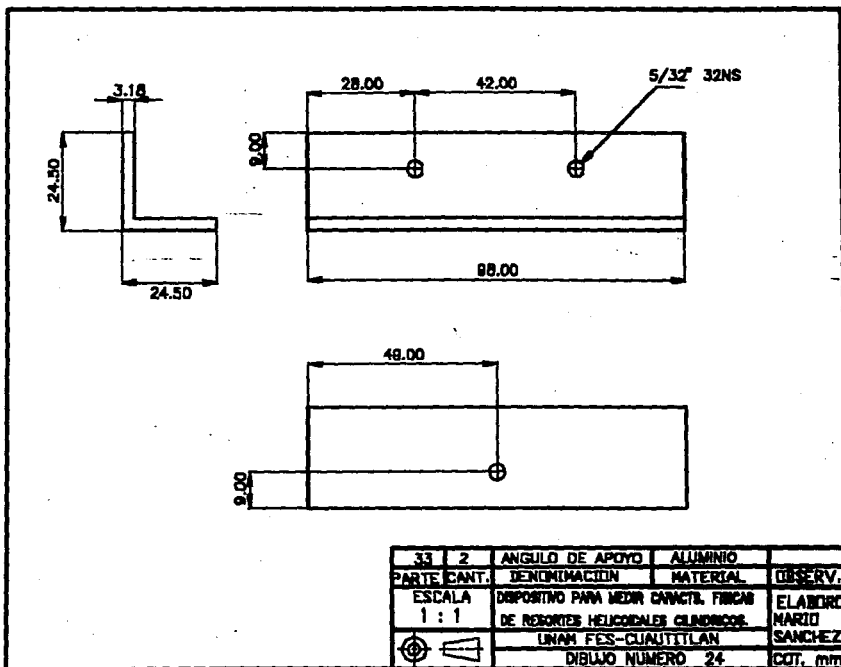


31	1	EJE	ASERO SAE 1010	DESERV.
PARTE CANT.		DEMINIMACION	MATERIAL	ELABORADO
ESCALA		1:1	DEPARTAMENTO PARA MEDIR CONTACTO FISICO	PARADO
		EN RESERVAS HELICOIDALES CALIBRADO	UNAN FES-CUALTITLAN	SMANCHEZ
			DIBUJO NUMERO 22	CONT. MM





32	1	TAPA SUPERIOR	ALUMINIO	
PARTE	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERV.
ESCALA	1 : 2	DISPOSITIVO PARA MEDIR CARACTS. FISICAS DE RESORTES HELICIDIALES CILINDRICOS		ELABORO MARID
		UNAM FES-CUAUTITLAN		SANCHEZ
		DIBUJO NUMERO 23		601.mm





## 5. PRUEBAS Y CONCLUSIONES:

A continuación se da una tabla con las dimensiones de los resortes probados con sus respectivas cargas y sus deformaciones

NUMERO DE ESPECIMEN	DIAMETRO INTERIOR MM	DIAMETRO EXTERIOR MM	DIAMETRO DEL ALAMBRE MM	CARGA APLICADA KG	DEFORMACION MM	CONSTANTE ELASTICA KG/MM
1	7.5	9.5	1.00	1.28	18	0.07
2	6.9	8.4	0.75	1.45	20.5	0.07
3	8.7	10.0	0.65	0.72	7.8	0.09

## CONCLUSIONES:

La gran diversidad de aplicaciones de los resortes en los diferentes tipos de máquinas, podemos encontrar resortes en mecanismos muy sencillos hasta mecanismos muy complejos esto ha provocado que se fabriquen en muy variadas formas, además de producir materiales con propiedades más óptimas para su fabricación.

Podemos considerar por lo antes expuesto que el resorte tiene un papel importante como elemento dentro de un sistema mecánico, por lo consiguiente es de suma importancia obtener una óptima selección de este o en su defecto en su diseño, por lo tanto para tener una óptima selección o diseño es importante medir uno de los parámetros más importantes del resorte como es la carga contra su deformación. por ello es el motivo de el diseño del dispositivo para poder medir la carga, y enfocado únicamente para medir solo en resortes helicoidales cilíndricos a compresión y aplicando carga axial estático, debido a que este es el resorte más comúnmente utilizado y bajo la carga ya descrita.

## **BIBLIOGRAFIA:**

**Guillermo Aguirre Esponda**

**Diseño de elementos de maquinas**

**Editorial trillas**

**Febrero 1990**

**E. Oberg, F.D. Jones y H.L. Horton**

**Manual universal de la técnica mecánica.**

**Editorial Labor.**

**Traducción de la 21 ava edición norteamericana.**

**Theodore Baumeister, Eugene A. Avallone**

**Theodore Baumeister III**

**Marks manual del ingeniero mecánico**

**Editorial Mc Graw Hill**

**Octava edición.**

**A. Chevalier**

**Dibujo industrial**

**Editorial Montaner y Simon S.A. Barcelona.**

**1979**

**A.s. Hall, A.R. Holowenco.**

**Diseño de máquinas**

**Editorial Mc Graw Hill**

**Octubre 1990**

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

**George Omura**

**AutoCad referencia instantanea**

**Editorial Macrobit**

**1990**

**Joseph E. Shigley, Larry D. Mitchell**

**Diseño en ingeniería mecánica**

**Editorial Mc Graw Hill**

**tercera edición en español**

**E. A. French**

**Dibujo de ingeniería**

**Editorial Mc Graw hill**

**12 ava edición**

**Ferdinand L. Singer.**

**Resistencia de materiales**

**Editorial Haría**

**Adaptación de la 3a edición en ingles.**

**Heinrich Gerling**

**Alrededor de las máquinas herramientas**

**Editorial Reverte S.A.**

**Versión al español de la 2a edición alemana**