

CAPÍTULO 9 DISEÑO DE RESORTES



DISEÑO I

Profesor: Libardo Vanegas Useche

17 de mayo de 2011

Temas

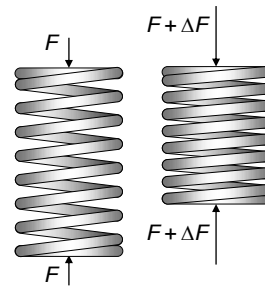
- 1. INTRODUCCIÓN**
 - **¿Qué es un resorte?**
 - **Funciones**
 - **Tipos y configuraciones**
- 2. RESORTES HELICOIDALES DE COMPRESIÓN**

¿Qué es un resorte?

Los resortes:

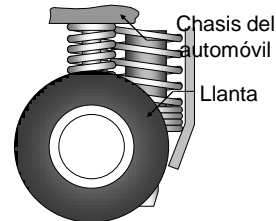
- Son **elementos** de máquinas
- Se **deforman** significativamente cuando se les aplica carga

$$dF = kd\delta$$



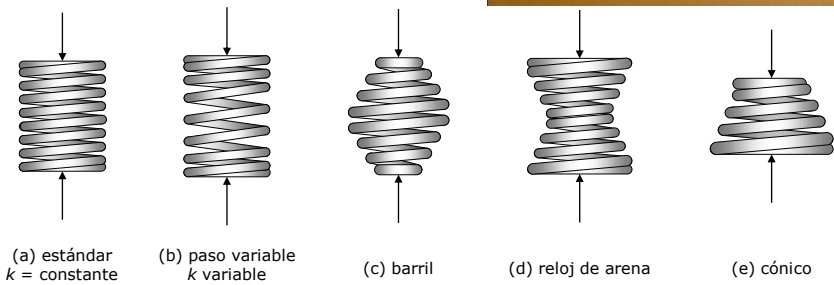
Funciones

- Absorción de **energía** o cargas de **choque**: *suspensión de vehículos*
- Elementos **motores** o fuentes de energía: *relojes y juguetes de cuerda*
- Para ejercer **fuerza** o mantener **posición**: *levas y seguidores, troqueladoras, lapiceros*
- Para absorber **vibraciones**
- Para **convertir** deformación en fuerza: *elementos de medición*



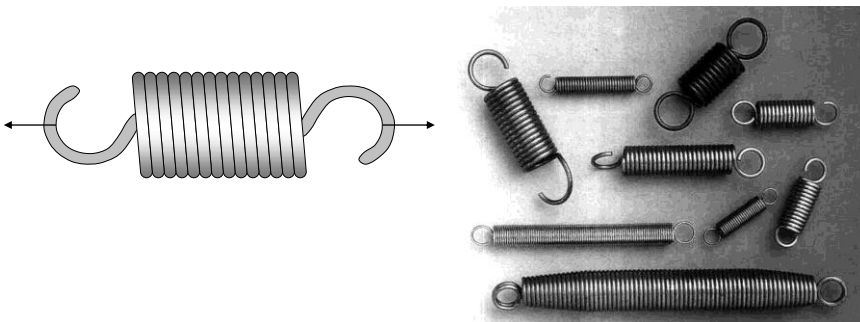
Tipos y configuraciones de resortes (1)

- *Resortes helicoidales de compresión*



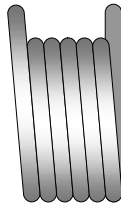
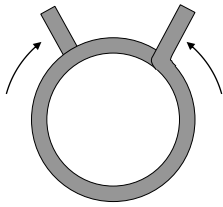
Tipos y configuraciones de resortes (2)

- *Resortes helicoidales de extensión*



Tipos y configuraciones de resortes (3)

- *Resortes de torsión*



www.resortesasociados.com

Tipos y configuraciones de resortes (4)

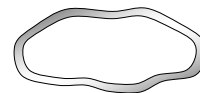
- *Roldanas de resorte*



(a) Belleville



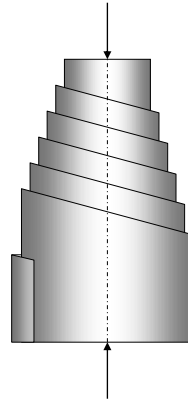
(b) ranurado



(c) Ondulado

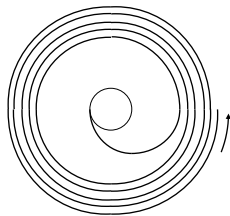
Tipos y configuraciones de resortes (5)

- *Resorte de voluta de compresión*



Tipos y configuraciones de resortes (6)

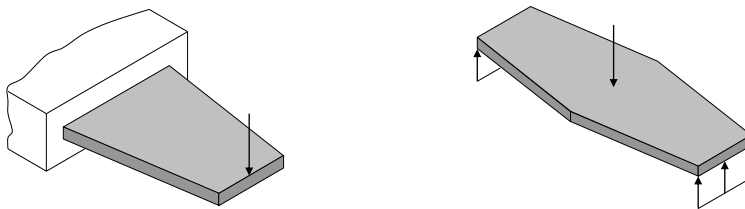
- *Resortes de energía o motores*



www.resortesasociados.com

Tipos y configuraciones de resortes (7)

- *Resorte planos o en forma de viga*



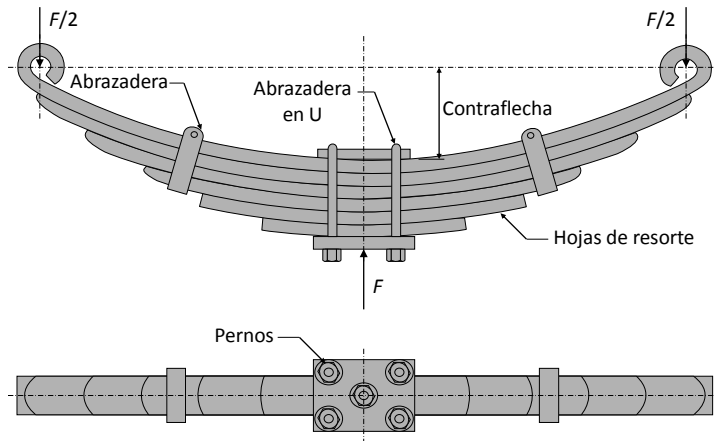
Tipos y configuraciones de resortes (8)



<http://www.twistedandes.com/foro/showthread.php?t=55137&page=13>

Tipos y configuraciones de resortes (9)

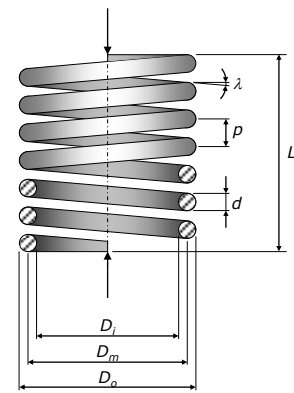
- *Resortes de hojas o de ballestas*



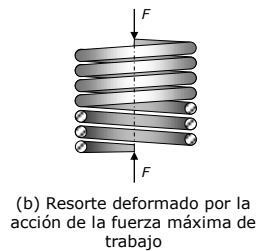
Resortes helicoidales de compresión

- **Ampliamente utilizados**
- **Aplicaciones:** seguidores de levas, embragues, suspensión de vehículos, en procesos de manufactura como troquelado y forjado, juguetes, lapiceros
- Alambre de **sección** circular, cuadrada, elíptica o rectangular

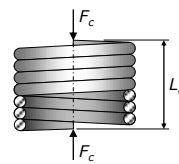
Nomenclatura y características (1)



(a) Resorte sin deformar
(la fuerza es cero)



(b) Resorte deformado por la acción de la fuerza máxima de trabajo



(c) Resorte comprimido a cierre

δ : Deformación axial o flecha

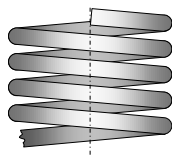
k : Tasa del resorte.
Se le conoce también como "módulo", "relación", "escala", "gradiente" y "constante" (sólo cuando k no sea variable)

N_t : número de espiras (totales)

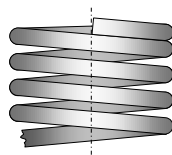
N_a : número de espiras activas



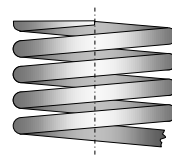
Nomenclatura y características (2)



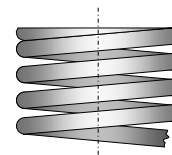
(a) Extremo simple



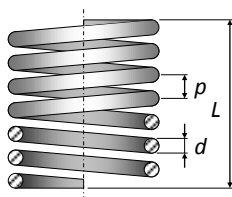
(b) Extremo escuadrado



(c) Extremo simple amolado

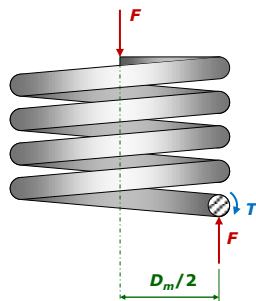


(d) Extremo escuadrado amolado

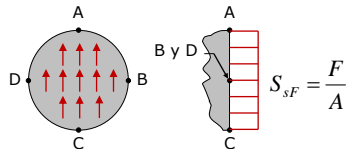


Extremos	L	N_t	L_c
Simple (o plano)	$pN_a + d$	N_a	$dN_a + d$
Plano amolado	pN_a	N_a	dN_a
Escuadrado	$pN_a + 3d$	$N_a + 2$	$dN_a + 3d$
Escuadrado amolado	$pN_a + 2d$	$N_a + 2$	$dN_a + 2d$

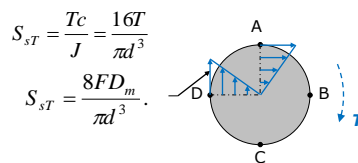
Esfuerzos (1)



(a) Reacciones en el corte mostrado: fuerza cortante F y un par de torsión $T = FD_m/2$

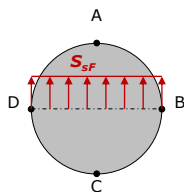


(b) Distribución de esfuerzos cortantes producida por la fuerza F (asumiendo distribución uniforme)

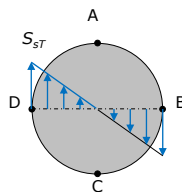


(c) Distribución de esfuerzos cortantes producida por el par de torsión T

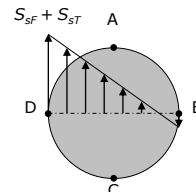
Esfuerzos (2)



(a) Distribución de esfuerzos cortantes producida por la fuerza F



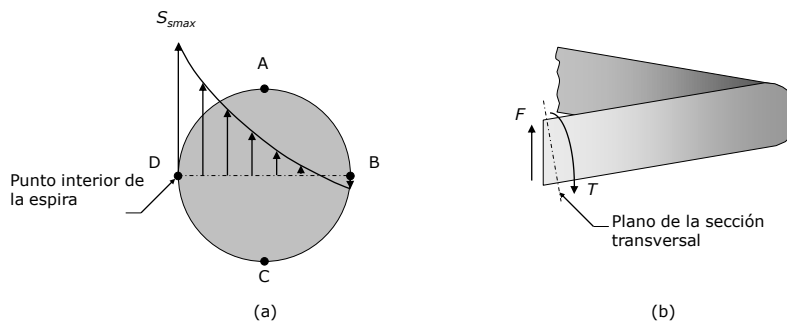
(b) Distribución de esfuerzos cortantes producida por el par de torsión T



(c) Distribución total de esfuerzos cortantes

Esfuerzos (3)

- **El estado de esfuerzos en D es diferente:**
- Efecto de curvatura (concentración de esfuerzos) en el interior de la espira
- Esfuerzo de compresión en el alambre
- Esfuerzos residuales, al curvar el alambre
- Esfuerzos debidos a una pequeña flexión
- La sección de corte es ovalada



Esfuerzos (4)

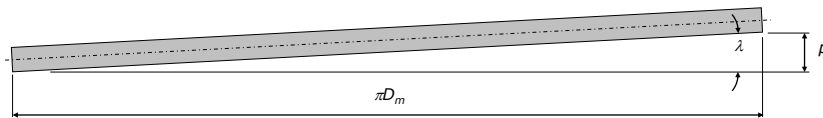
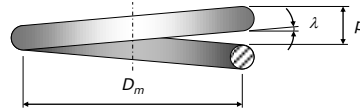
$$S_{smax} = S_s = K_W \frac{8FD_m}{\pi d^3}, \quad \text{con } \lambda \leq 12^\circ \quad K_W = K_c K_s,$$

$$K_W = \frac{4C-1}{4C-4} + \frac{0.615}{C}, \quad C = \frac{D_m}{d}.$$

- K_W : coeficiente de Wahl
- K_c : factor de curvatura
- K_s : factor de cortante directo
- C : índice del resorte (agudeza de la curvatura): se recomienda que $4 \leq C \leq 12$

Ángulo de paso, λ

(a) una espira del resorte, de paso, p , ángulo de paso, λ , y diámetro medio, D_m .



(b) espira completa estirada

$$\lambda = \tan^{-1} \left(\frac{p}{\pi D_m} \right)$$

Tasa del resorte, K

$$k = \frac{dF}{d\delta},$$

Si k es constante

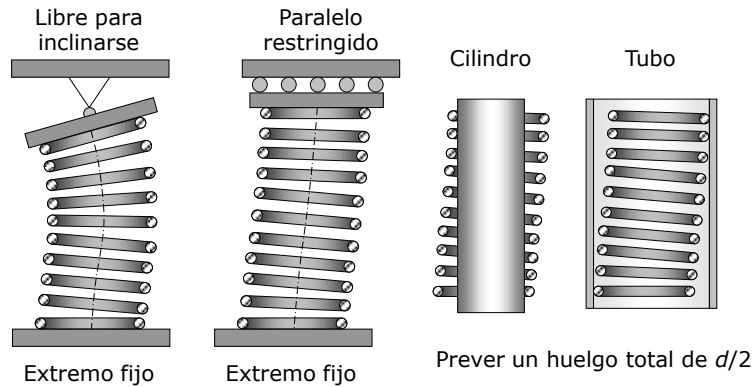
$$k = \frac{F}{\delta}.$$

$$\delta = \frac{8FD_m^3 N_a}{Gd^4} = \frac{8FC^3 N_a}{Gd}$$

$$k = \frac{Gd^4}{8D_m^3 N_a} = \frac{Gd}{8C^3 N_a}$$

Pandeo de resortes a compresión

La relación L/D_o no debe ser muy grande y depende de δ/L



Diseño

- **Cálculo por tanteo:** no hay una solución única
- **Datos:**
 - Fuerza máxima (y fuerza mínima)
 - Limitaciones de espacio
 - Deformación máxima-mínima
 - Disponibilidad de material
- **Determinar:** material, D_m , d , L , N_{tr} , N_a
- **Verificar:**
 - Resistencia **estática** o a la **fatiga** (según sea el caso)
 - Resistencia de comprimido a **cierre**
 - Posibilidad de pandeo
 - Frecuencias naturales

Materiales para resortes

Requisitos

- Elevada resistencia máxima, de fluencia y de fatiga
- Ojalá, bajo módulo de elasticidad

Los más comunes son **aceros de medio y alto carbono y de aleación** (laminados o estirados en frío o en caliente), también se utilizan aceros inoxidable, latón, bronce, cobre

El alambre más usado es el redondo.

Aceros comunes:

ASTM A227 o SAE 1066 (estirado en frío), ASTM A228 o SAE 1085 (alambre de piano), ASTM A229 o SAE 1065 (alambre revenido al aceite), ASTM A230 o SAE 1070 (alambre revenido en aceite), ASTM A232 o SAE 6150 (Cromo vanadio)

Tabla 9.2 Aceros duros, aceros aleados y aceros inoxidables para resortes

Material	Designaciones	Descripción
Alambre estirado en frío (estirado duro) (0.60 - 0.70 C)	UNS G10660 AISI/SAE 1066 ASTM A227-47	Es el acero de resorte de uso general de menor costo . Se usa cuando la exactitud, la deformación y la duración no son muy importantes (no adecuado para cargas variables o de impacto). Diámetros de 0.8 a 12 mm ^[3] (o 0.8 a 16 mm ^[1]). Rango de temperaturas 0 a 120 °C.
Alambre revenido en aceite (0.60 - 0.70 C)	UNS G10650 AISI/SAE 1065 ASTM A229-41	Mayor costo que el del SAE 1066 pero menor que el del SAE 1085. No es adecuado para cargas variables o de impacto. Diámetros de 3 a 12 mm ^[3] , aunque es posible obtener otros tamaños (0.5 a 16 mm ^[1]). Rango de temperaturas 0 a 180 °C.
Alambre para cuerda musical (0.80 - 0.95 C)	UNS G10850 AISI/SAE 1085 ASTM A228-51	Es el mejor, más resistente a la tracción, más resistente a la fatiga, más tenaz, y más utilizado para resortes pequeños. Diámetros de 0.12 a 3 mm ^[3] (o 0.10 a 6.5 mm ^[1]). Rango de temperaturas 0 a 120 °C.
Alambre revenido en aceite	AISI/SAE 1070 ASTM A230	Calidad de resorte de válvula. Adecuado para cargas variables.
Al cromo-vanadio	UNS G61500 AISI/SAE 6150 ASTM A231-41	Es el acero aleado más utilizado para aplicaciones con esfuerzos más elevados que los que soportan los aceros duros al carbono, y aquellas donde se necesiten altas resistencia a la fatiga y durabilidad. Soportan cargas de impacto. Ampliamente utilizado en válvulas de motores de avión. Diámetros de 0.8 a 12 mm. Temperaturas hasta 220 °C.
Al cromo-silicio	UNS G92540 AISI/SAE 9254 ASTM A401	Es excelente para aplicaciones con altos esfuerzos, en las que se requiera tenacidad y gran duración. El segundo más resistente después del alambre para cuerda musical. Dureza Rockwell aproximadamente entre C50 y C53. Diámetros de 0.8 a 12 mm. Temperaturas hasta 220/250 °C.
Acero inoxidable	SAE 30302 ASTM A313 (302)	Adecuado para carga variable.