

Torquímetro y freno de Prony

PAR MECÁNICO Y DEFINICIÓN DE TORSIÓN

Se dice que una barra está en torsión cuando está rígidamente sujeta en uno de sus extremos y torcida en el otro extremo por un par mecánico o torque [$T (= Fd)$] aplicado en un plano perpendicular al eje de la barra.

EFFECTOS DE LA TORSIÓN

Los efectos de una carga torsional aplicados a una barra son:

1. Impartir un desplazamiento angular en la sección transversal de un extremo con respecto al otro.
2. Registrar un esfuerzo cortante sobre cualquier sección transversal de la barra perpendicular a su eje.

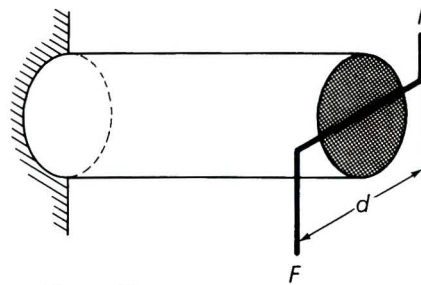


Figura 15.1.

MOMENTO DE TORSIÓN

Ocasionalmente un número de pares actúan a lo largo de un eje. En ese caso es conveniente introducir una nueva cantidad. El momento de torsión para cualquier sección a lo largo de la barra se define como la suma algebraica de los momentos de los pares aplicados que yacen a un lado de la sección en cuestión. La elección del lado siempre es arbitraria.

MOMENTO POLAR DE INERCIA

Para un eje circular hueco de un diámetro exterior D_o , y con un orificio circular concéntrico de diámetro D_i , el momento polar de inercia del área de sección transversal, usualmente es identificado por J , es

$$J = \frac{\pi}{32} (D_o^4 - D_i^4)$$

que desplegando algebraicamente son:

$$J = \frac{\pi}{32} (D_o^2 + D_i^2) (D_o^2 - D_i^2) = \frac{\pi}{32} (D_o^2 + D_i^2) (D_o + D_i) (D_o - D_i)$$

Esta fórmula es especialmente útil para tubos donde $(D_o - D_i)$ es pequeña.

ESFUERZO CORTANTE TORSIONAL

Ya sea sólido o hueco el eje circular sujeto a un momento de torsión T , el esfuerzo cortante torsional S_s a una distancia ρ del centro del eje está dado por:

$$S_s = \frac{T\rho}{j}$$

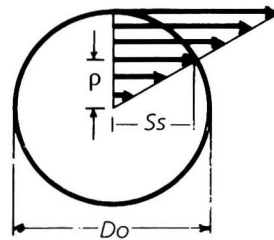


Figura 15.2.

DEFORMACIÓN AL CORTE

Una línea generadora $a - b$ marcada en la superficie de una barra sin carga se moverá a una posición como la mostrada $a - b$ después de aplicar un momento de torsión T . El ángulo γ , medido en radianes, entre las posiciones final e inicial de la línea generadora se define como la deformación al corte en la superficie de la barra; la misma definición podría mantenerse en cualquier punto interior de la barra.

MÓDULO CORTANTE DE ELASTICIDAD

La razón del esfuerzo cortante S_s entre el ángulo de deformación al corte γ es llamado el *módulo cortante de la elasticidad* G .

$$G = \frac{S_s}{\gamma}$$

ÁNGULO DE TORSIÓN

Si un eje de longitud L está sujeto a un momento de torsión constante T a lo largo de su longitud.

Entonces el ángulo θ en que un extremo de la barra se tuerce en forma relativa respecto al otro es:

$$\theta = \frac{TL}{GJ} = \frac{32 TL}{\pi G (D_o^4 - D_i^4)}$$

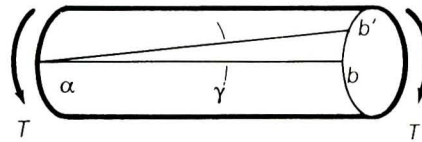


Figura 15.3.

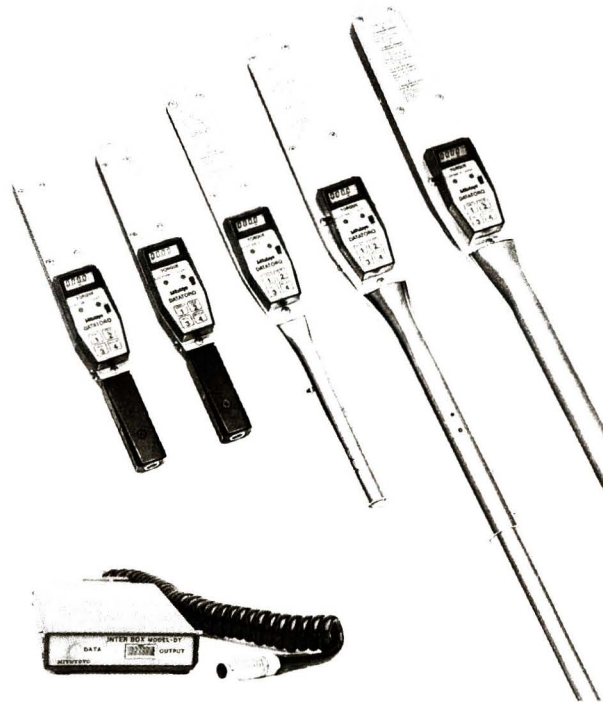


Figura 15.4.

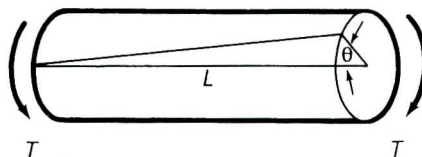


Figura 15.5.

FRENO DE PRONY

Para medir el momento de torsión y la disipación de potencia se ha usado el freno de Prony (GCFM Riche, barón de Prony [1755-1839]). Éste se muestra en la figura 15.6. El par o momento de torsión ejercida en el freno del Prony lo da la fórmula

$T = FL$ y la potencia será $P = \frac{2\pi TN}{33\,000}$ hp, donde T está en pie-libra-fuerza; N es la velocidad rotacional en revoluciones por minuto.

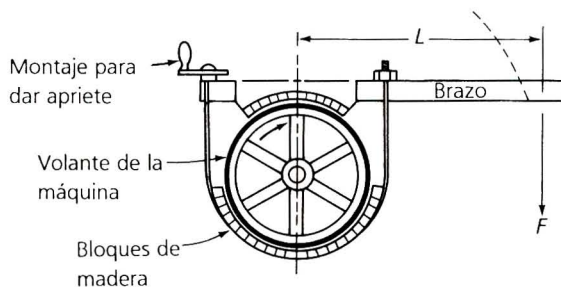


Figura 15.6

MEDIDORES DE DEFORMACIÓN CON RESISTENCIA ELÉCTRICA (*Strain gages*)

Estos medidores, también llamados banda extensométrica o calibradores, se acoplan a una de las resistencias de un circuito puente de determinación de resistencias y se adhieren con pegamento al material que se quiere verificar y con el cambio de tamaño o deformación cambia su resistencia, la cual se verifica en el puente.

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

L = longitud

A = área de sección transversal

ρ = resistividad del material

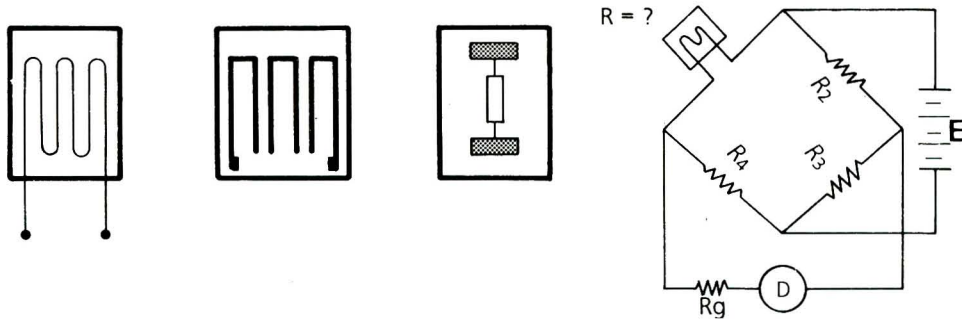


Figura 15.7.

Tabla 15.1. Características de algunos materiales usados en los medidores de deformación por resistencia

Material	Nombre comercial	Factor F aprox. de medidor	Resistividad aproximada a 20 °C, $\mu \Omega\text{-cm}$	Coef. de temp. de la resistencia $^{\circ}\text{C}^{-1} \times 10^6$	Observaciones
55% Cu, 45% Ni	Advance, Constantán Copel	2.0	49	11	F constante en un margen amplio de deformación; uso a baja temperatura, menos de 360°C.
4% Ni, 12% Mn, 84% Cu	Manganin	0.47	44	20	Igual al anterior
80% Ni, 20% Cu	Nicromo V	2.0	108	400	Adecuado para uso en alta temperatura, hasta 800°C
36% Ni, 8% Cr, 0.5% Mo, 55.5% Fe	Isoelástico	3.5	110	450	Usado para baja temperatura, hasta 300°C
67% Ni, 33% Cu	Monel	1.9	40	1900	Útil a 750°C
74% Ni, 20% Cr, 3% Al, 3% Fe	Karma	2.4	125	20	Útil a 750°C
95% Pt, 5% Ir		5.0	24	1250	Útil a 1000°C
Semiconductor de silicio		- 100 a + 150	10^9	90 000	Frágil, pero tiene un alto factor de medidor; no es adecuado para medir grandes deformaciones