

Conversión de unidades de vibraciones [Imperial]

$$\text{mils}_{pk-pk} = \frac{19098 \text{ in}/s_{pk}}{f_{cpm}}$$

$$\text{in}/s_{pk} = \frac{5217 G_{rms}}{f_{cpm}}$$

$$\text{mils}_{pk-pk} = \frac{9.958 \times 10^7 G_{rms}}{f_{cpm}^2}$$

$$G_{rms} = \frac{f_{cpm} \text{ in}/s_{pk}}{5217}$$

$$\text{in}/s_{pk} = \frac{f_{cpm} \text{ mils}_{pk-pk}}{19098}$$

$$G_{rms} = \frac{f_{cpm}^2 \text{ mils}_{pk-pk}}{9.958 \times 10^7}$$

Conversión de unidades de vibraciones [métrico]

$$\mu\text{m}_{pk-pk} = \frac{27009 \text{ mm}/s_{rms}}{f_{cpm}}$$

$$\text{mm}/s_{rms} = \frac{93712 G_{rms}}{f_{cpm}}$$

$$\mu\text{m}_{pk-pk} = \frac{2.53 \times 10^9 G_{rms}}{f_{cpm}^2}$$

$$G_{rms} = \frac{f_{cpm} \text{ mm}/s_{rms}}{93712}$$

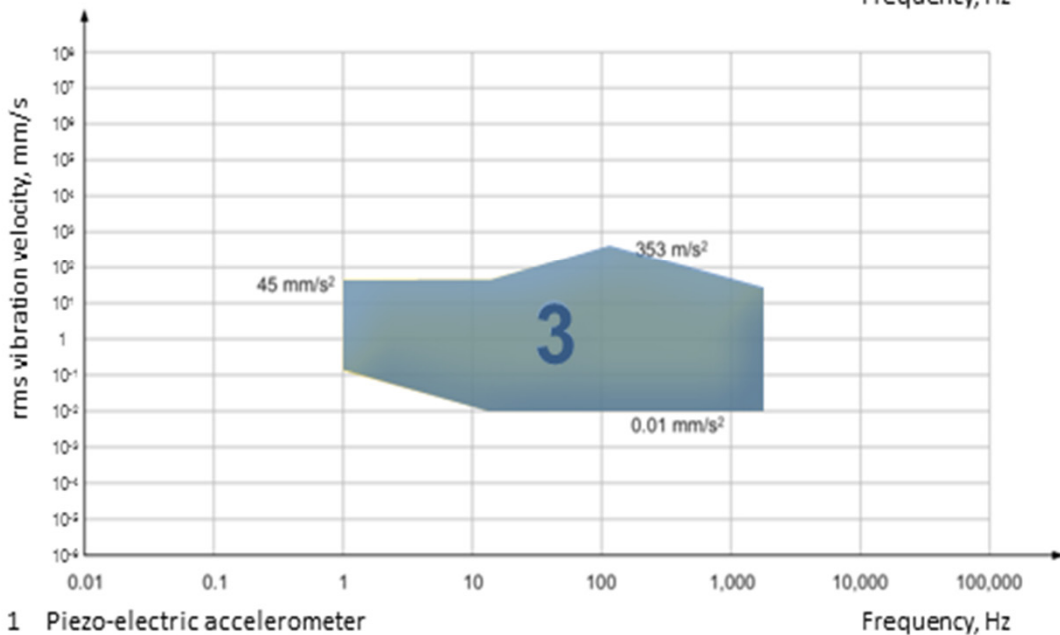
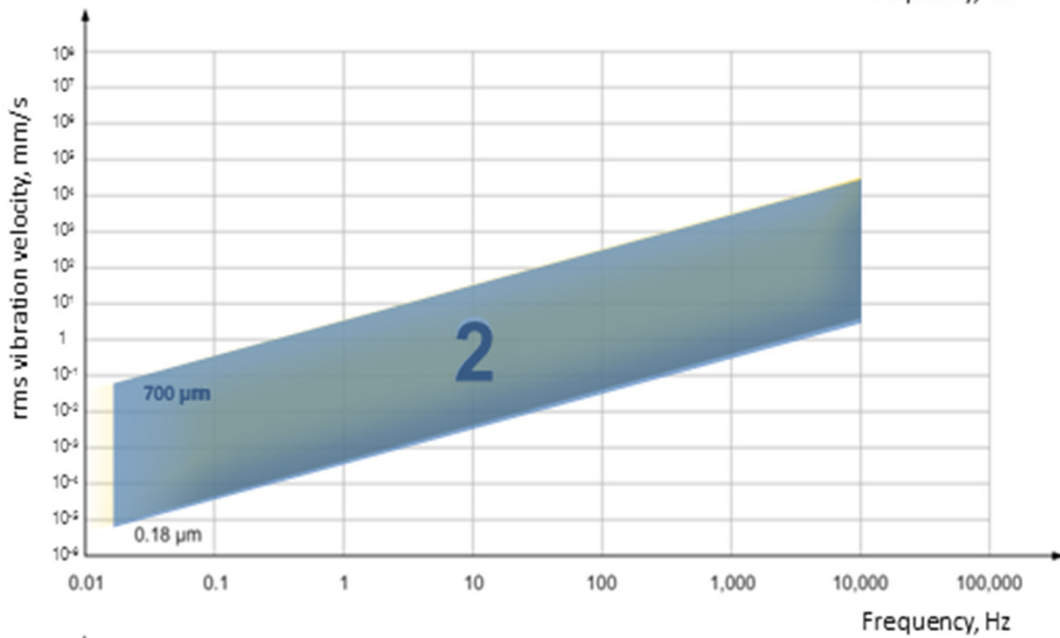
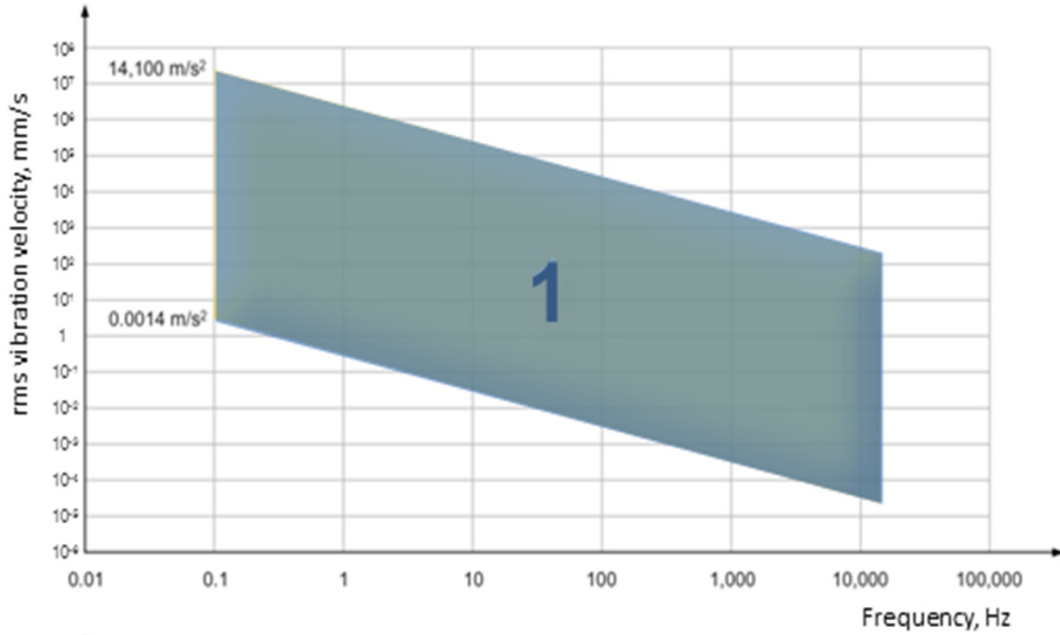
$$\text{mm}/s_{rms} = \frac{f_{cpm} \mu\text{m}_{pk-pk}}{27009}$$

$$G_{rms} = \frac{f_{cpm}^2 \mu\text{m}_{pk-pk}}{2.53 \times 10^9}$$

$$1 G_{rms} = 9.81 \text{ m}/s_{rms}^2$$

$$f_{cpm} = 60 f_{hz}$$

Rangos efectivos de los transductores:



- 1 Piezo-electric accelerometer
- 2 Eddy-current proximity probe
- 3 Electro-mechanical velocity transducer

Conversión de unidades:

Multiplique	por	Para obtener
Longitud, pulgadas (in)	25.4	Milímetros (mm)
Longitud, Milímetros (mm)	0.0394	Inches (in)
Longitud, pies (ft)	12	Pulgadas (in)
Peso, Lbf	16	Onzas (oz)
Peso, Onzas (oz)	28.3	Masa, gramos (g)
Mass , Kilograms (kg)	2.2	Weight, lbf
Peso, lbf	0.45359	Masa, Kilogramos (kg)
Peso, lbf	1/386.088	Masa, lbm, lbf s ² / in
Peso, lbf	1/32.174	Masa, lbm, lbf s ² / ft
Fuerza, lbf	4.448222	Fuerza, Newtons (N)
Masa, Kilogramos (kg)	9.81 m/s ²	Fuerza, Newtons (N)
Fuerza, Newtons (N)	0.22481	Fuerza, lbf

Notas: “Libras” (lb) o “peso en libras” (w) se refiere a lbf, una unidad de fuerza. (Onzas (oz)) también son unidades de fuerza. Para convertir lb or lbf a “masa” (m) o lbm, divida por g, donde g es 32.174 ft/s² o 386.088 in/s². $m=W/g$

Unidades de masa (lbm) son: lbf s²/ft or lbf s²/in

En el Sistema métrico Newtons (N) son fuerza y kilogramos (or grams) son masa. Técnicamente es incorrecto decir que algo “pesa” 10 kilogramos ya que peso es una unidad de fuerza, sin embargo, esta terminología es comunmente usada.

$W=mg = \text{Newtons (N)} = \text{kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$

Vectores:

$$V_{add_x} = A \cos \alpha + B \cos \beta$$

$$V_{add_y} = A \sin \alpha + B \sin \beta$$

$$V_{add} = \sqrt{(V_{add_x})^2 + (V_{add_y})^2}$$

$$\phi_{add} = \tan^{-1} \frac{V_{add_y}}{V_{add_x}}$$

dB:

$$dB = 20 \log \left(\frac{V_m}{V_r} \right)$$

$$\frac{dB_{octave}}{dB_{decade}} = \frac{\log(2)}{\log(10)} = 0.3$$

$$\frac{V_m}{V_r} = 10^{\frac{dB}{20}}$$

Procesamiento de señales y adquisición de datos:

$$T = T_s \times N = \frac{N}{F_s} = \frac{N}{2.56 \times F_{max}} = \frac{LOR}{F_{max}}$$

T = Tiempo requerido para coleccionar la forma de onda

T_s = Tiempo entre cada muestra

N = Número de muestras(1024, 2048, 4096, etc.)

F_s = frecuencia de muestreo = muestras por segundo

LOR = Lineas de Resolución(400, 800, 1600, etc.)

F_{max} = Rango de frecuencia

$$\text{Separación de frecuencia} \geq 2 \times \frac{F_{max}}{LOR} \times WF$$

WF = Factor de ventana = 1.0 uniforme, 1.5 Hanning, 3.5 flat top

$$T = \frac{\# \text{ revs}}{\text{velocidad}} = \frac{\# \text{ eventos}}{\text{frecuencia forzada}}$$

T = Tiempo desdeado de medición

$\# \text{ revs}$ = Número de revoluciones del rotor en la forma de onda

$Speed$ = Velocidad del rotor

$\# \text{ events}$ = Eventos de máquina, ejemplo: engrane de diente

$Frecuencia \text{ forzada}$ = Frecuencia de evento(ejemplo: frecuencia de paso de diente)

$$\text{Ancho de la ventana rectangular} = \frac{\text{duración de la captura}}{7}$$

$$\text{Constante de caída} = \frac{\text{Duración de la captura}}{4}$$

Fuerza de desbalance:

$$U = m \cdot r$$

$$F = m \cdot r \cdot \omega^2 = \frac{W}{g} \cdot r \cdot \omega^2$$

$$F = M \cdot e \cdot \omega^2 = \frac{W}{g} \cdot e \cdot \omega^2$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \frac{RPM}{60}$$

$$F_{lbf} = m_{gr} \cdot r_{in} \left(\frac{RPM}{4000} \right)^2$$

$$F_{lbf} = m_{oz} \cdot r_{in} \left(\frac{RPM}{750} \right)^2$$

$$F_{lbf} = m_{lb} \cdot r_{in} \left(\frac{RPM}{188} \right)^2$$

U = Desbalance (oz-in, gr-in, gr-mm)

F = Fuerza (lbf or N)

m = Peso de la masa de balanceo (lbm or kg)

W = Peso de la pesa de balanceo (lbf or N)

r = Radio de la pesa (in or m)

ω = velocidad de rotación rad/s

f = Frecuencia Hz

e = Excentricidad del rotor

M = masa del rotor (lbm ó kg)

W = peso del rotor (lbf ó N)

g = 386.1 in/seg² or 9.81 m/s²

$$F_{kgf} = 0.001 \cdot m_{gr} \cdot r_{mm} \left(\frac{RPM}{1000} \right)^2$$

Masa de prueba:

$$5\% \text{ peso del rotor.} = W_r \left(\frac{168}{RPM} \right)^2$$

$$10\% \text{ peso del rotor.} = W_r \left(\frac{238}{RPM} \right)^2$$

$$15\% \text{ peso del rotor.} = W_r \left(\frac{291}{RPM} \right)^2$$

W_r = peso del rotor (lb)

Peso de prueba = peso de la pesa (oz-in)

RPM = velocidad

Fuerza:

Fuerza del resorte:

$$F = kx$$

F = Fuerza (lbf or N)

k = Rigidez (lbf/in or N/m)

c = amortiguamiento (lbf seg/in or N seg/m)

m = Masa (lbf ó kg)

Fuerza de amortiguamiento:

$$F = c\dot{x}$$

x = Deflexión relative (in or m)

\dot{x} = Velocidad relative (in/s or m/s)

\ddot{x} = Aceleración (in/sec² or m/sec²)

Fuerza de inercia:

$$F = m\ddot{x}$$

$$1 N = 1 kg \frac{m}{s^2}$$

$$1 lb_f = 1 lb_m \times g = 386.1 lb_m \frac{in}{s^2}$$

Frecuencia natural:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{k g}{W}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta}}$$

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \omega_n$$

$$\zeta = \frac{C_v}{C_c}$$

$$C_c = 2m\omega_n$$

ω_n = frecuencia natural en rad/seg

k = rigidez (lbf/in ó N/m)

m = Masa (lbm ó kg)

W = Peso (lbf ó N)

Δ = Deflexión (in ó m)

g = 386.1 in/sec² or 9.81 m/s²

ζ = Relación de amortiguamiento

C_v = Amortiguamiento (lbf seg/in or N seg/m)

C_c = amortiguamiento crítico

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K_t}{J}}$$

K_t = Rigidez torsional del resorte
(lbf-in/rad or N-m/rad)

J = Momento polar de inercia (lbf-in-s²
or N-m-s²)

Rigidez:

$$k = \frac{W}{\Delta} = \frac{mg}{\Delta}$$

Serie: $\frac{1}{k_T} = \frac{1}{k_S} + \frac{1}{k_S}$

Paralelo: $k_T = k_P + k_P$

k_S = Resortes en serie (lbf/in or N/m)

k_P = Resortes en paralelo (lbf/in or N/m)

k_T = Rigidez total (lbf/in or N/m)

Unbalance response:

$$X = \frac{\frac{m}{M} e \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2 \right]^2 + \left[2\zeta \frac{\omega}{\omega_n} \right]^2}}$$

X = Respuesta del rotor (in ó m)

ω_n = Frecuencia natural en rad/seg

ω = Frecuencia de giro del rotor

M = Masa del rotor (lbm ó kg)

m = Masa de desbalance (lbm ó kg)

e = Excentricidad (radio) de la masa

$$X = \frac{e \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2 \right]^2 + \left[2\zeta \frac{\omega}{\omega_n} \right]^2}}$$

X = Respuesta del rotor (in ó m)

ω_n = Natural frequency en rad/seg

ω = frecuencia de giro del rotor

e = excentricidad del rotor (in ó m)

$$e = \frac{\text{calidad}}{W} = \frac{\text{oz in}}{16W_{lbs}}$$

e = Excentricidad del rotor (in ó m)

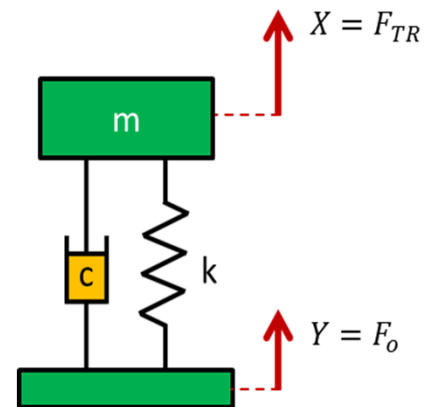
calidad = oz-in, gr-in, gr-mm

W = peso del rotor

W_{lbs} = peso del rotor

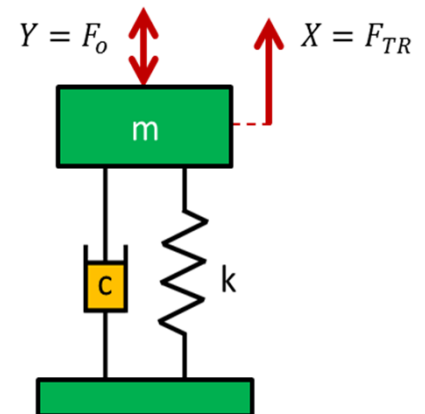
Transmisibilidad:

$$\frac{X}{Y} = \frac{F_{TR}}{F_o} = \frac{\sqrt{1 + \left[2\zeta \frac{\omega}{\omega_n}\right]^2}}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + \left[2\zeta \frac{\omega}{\omega_n}\right]^2}}$$



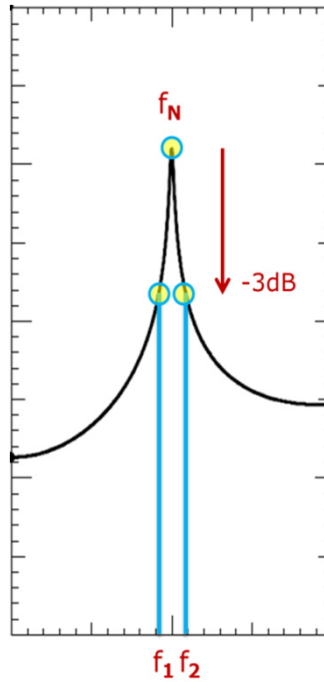
Respuesta forzada:

$$X = \frac{\frac{F_o}{k} \sqrt{1 + \left[2\zeta \frac{\omega}{\omega_n}\right]^2}}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + \left[2\zeta \frac{\omega}{\omega_n}\right]^2}}$$

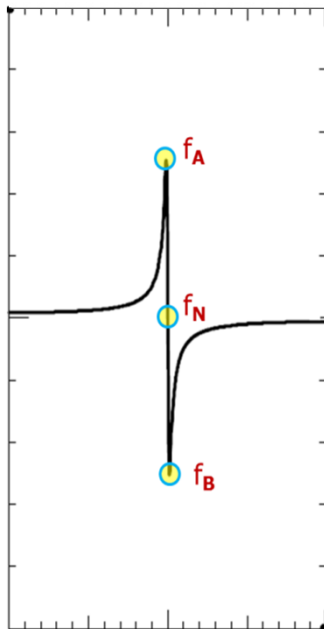


Factor de amplificación:

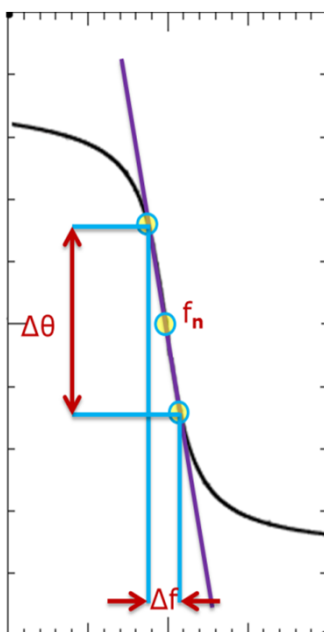
$$Q = \frac{f_N}{f_2 - f_1}$$



$$Q = \frac{f_A^2 + f_B^2}{f_B^2 - f_A^2}$$



$$Q = \frac{\pi f_n \Delta\theta}{360 \Delta f}$$



Factor de amplificación:

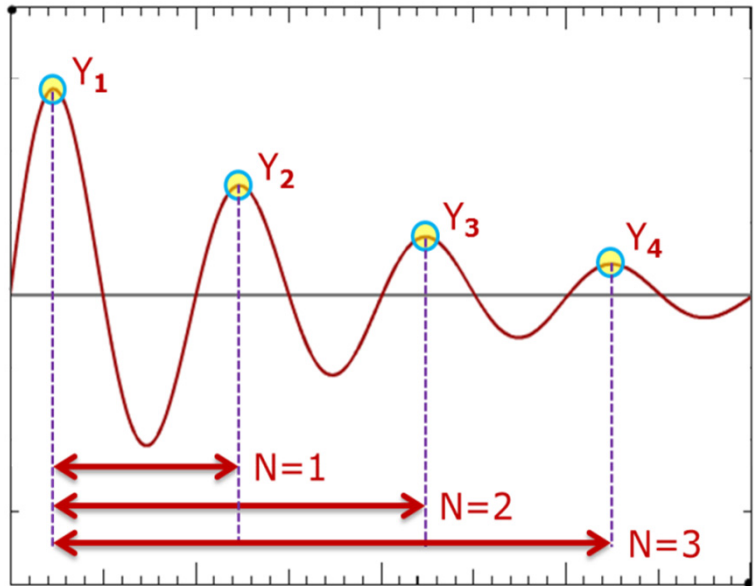
$$\delta = \frac{1}{N} \ln \left[\frac{Y_1}{Y_{N+1}} \right]$$

$$\zeta = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi}{\delta}\right)^2}}$$

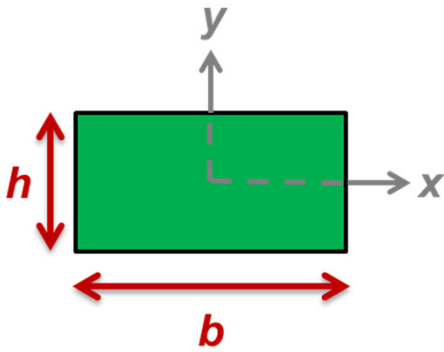
$$\zeta = \frac{\delta}{\sqrt{4\pi^2 + \delta^2}}$$

$$\zeta = \frac{1}{2Q}$$

$$\frac{X}{X_o} = Q = \frac{1}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + \left[2\zeta \frac{\omega}{\omega_n}\right]^2}}$$

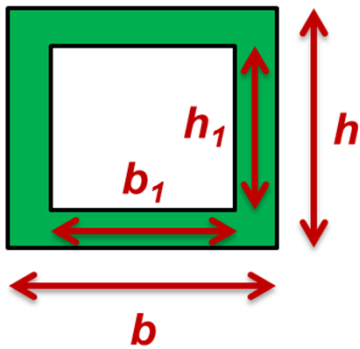


Momento de inercia:



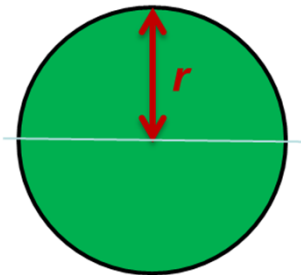
$$I_h = I_x = \frac{bh^3}{12}$$

$$I_b = I_y = \frac{hb^3}{12}$$

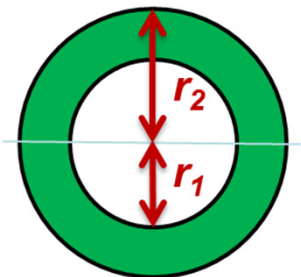


$$I_h = I_x = \frac{bh^3}{12} - \frac{b_1h_1^3}{12}$$

$$I_b = I_y = \frac{hb^3}{12} - \frac{h_1b_1^3}{12}$$



$$I_o = \frac{\pi}{4} r^4$$



$$I_o = \frac{\pi}{4} (r_2^4 - r_1^4)$$

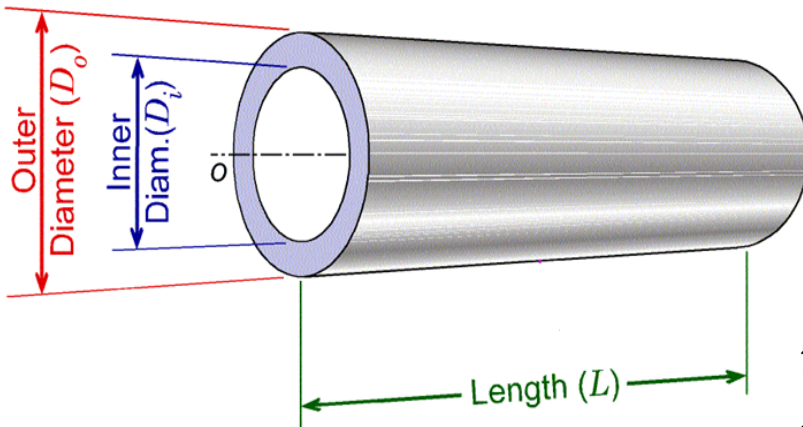
h = altura (m ó in)

b = ancho (m ó in)

r = radio (m ó in)

I = momento de inercia (m⁴ or in⁴)

Momento polar de inercia y rigidez:



$$m = \frac{\pi \times L \times \rho}{4} (D_o^2 - D_i^2)$$

m = masa (kg)

L = Longitud (m)

ρ = Densidad (kg/m³)

D_o = Diámetro externo (m)

D_i = Diámetro interno (m)

J_p = Momento polar de inercia
(kg-m-s²)

$$J_p = \frac{\pi \times L \times \rho}{32 \times G} (D_o^4 - D_i^4)$$

I_t = Inercia transversal
(kg-m-s²)

$$I_t = \frac{J_p}{2} + \frac{\pi \times L^3 \times \rho}{48 \times G} (D_o^2 - D_i^2)$$

K_{ax} = rigidez axial (kg/m)

E = Módulo de elasticidad
(Young) (kg/m²)

$$K_{ax} = \frac{\pi \times E}{4 \times L} (D_o^2 - D_i^2)$$

K_{rad} = Rigidez radial (kg/m)

$$K_{rad} = \frac{3 \times \pi \times E}{4 \times L^3} (D_o^4 - D_i^4)$$

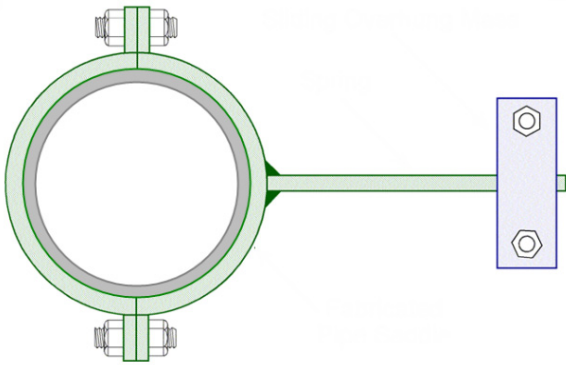
K_{tor} = Rigidez torsional.
(kg-m/rad)

$$K_{tor} = \frac{\pi \times G_{shear}}{32 \times L} (D_o^4 - D_i^4)$$

G_{shear} = Módulo cortante
(kg/m²)

Note: N may be used instead of kg if it is used consistently

Tuned absorber:



$$m_m = \left[\frac{3 \times G \times E \times I}{L^3 \times \omega_c^2} \right] - \frac{3}{8} \times W_s$$

m_m = Masa del absorvedor (kg)

m_s = masa del resorte (kg)

$G = 9.81 \text{ m/s}^2$

L = Longitud (m)

ρ = Densidad (kg/m^3)

I = Momento de inercia del resorte

E = Módulo de elasticidad (kg/m^2)

Factores para prueba de alzada para cojinetes de patines:

carga	3 patines	4 patines	5 patines	6 patines	7 patines
LBP	0.667 x Lift	0.707 x Lift	0.894 x Lift	0.866 x Lift	0.948 x Lift
LOP	0.667 x Lift	Lift	0.894 x Lift	Lift	0.948 x Lift

LBP = Carga entre patines

LOP = Carga sobre el patín

Holgura diametral del cojinete = factor x Levantamiento