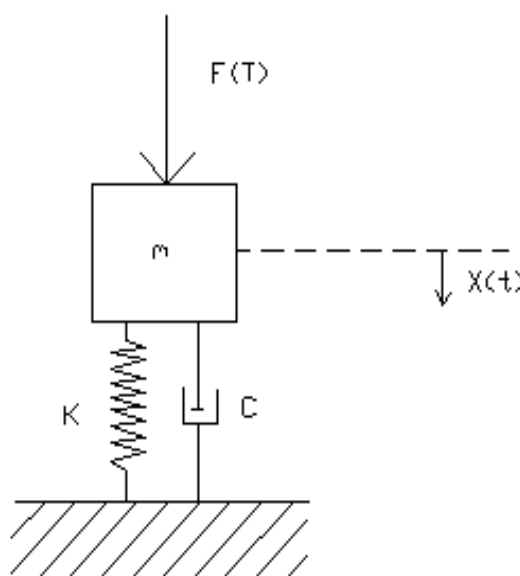
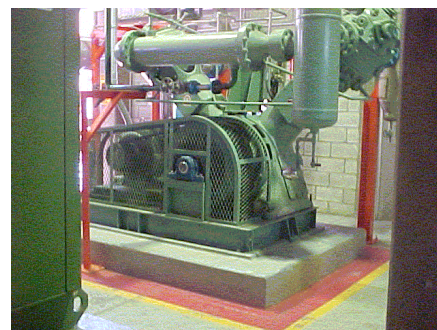


Ecuaciones y Conversiones para Vibraciones Mecánicas

Las partes elementales de cualquier sistema vibratorio son resortes, masas y amortiguadores. Sin embargo las máquinas son mucho más complejas que una simple masa conectada a un resorte, cuando se aplica una fuerza no se mueven como un todo. Por ejemplo, los sistemas mecánicos no son infinitamente rígidos, poseen varios grados de flexibilidad a diferentes frecuencias, la respuesta de una máquina depende de la naturaleza de la fuerza y las características dinámicas de la estructura mecánica.



Existen técnicas para predecir cómo una estructura responderá a una fuerza determinada, conociendo su comportamiento, pueden proponerse cambios en el sistema. Los sistemas mecánicos se pueden clasificar como sistemas amortiguados o no amortiguados, y a su vez, el amortiguamiento puede ser viscoso o estructural.

Las vibraciones también pueden clasificarse como lineales y no lineales. Si las fuerzas disipativas son proporcionales a la velocidad del movimiento, las fuerzas de restauración proporcionales al desplazamiento y las fuerzas de inercia proporcionales a la aceleración, se dice que la vibración es lineal. Si no se cumple alguna de estas condiciones, se dice que la vibración es no lineal.

Somos su Relevo a la Calidad

La Guía MetAs, es el boletín periódico de MetAs & Metrólogos Asociados.

En *La Guía MetAs* se presentan noticias de la metrología, artículos e información técnica seleccionada por los colaboradores de MetAs & Metrólogos Asociados, que deseamos compartir con nuestros colegas, usuarios, clientes, amigos y con todos aquellos relacionados con la metrología técnica e industrial.

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro
49 000, Cd. Guzmán, Zapotlán El Grande, Jalisco, México
Teléfono & Fax: 01 (341) 4 13 61 23 & 4 13 16 91
E-mail: metas@metas.com.mx. Web: www.metas.com.mx

Servicios Metrológicos:

Laboratorio de Calibración:

Presión, Alto Vacío, Temperatura, Humedad, Eléctrica, Vibraciones

Ingeniería:

Venta de Instrumentos, Desarrollo de Sistemas, Reparación y Mantenimiento

Gestión Metrológica:

Subcontratación de Servicios, Selección de Proveedores

Consultoría:

Capacitación, Entrenamiento y Asesoría en Metrología y su Relación con Sistemas de Calidad

En sistemas lineales, es aplicable el principio de superposición, y las técnicas matemáticas para su solución son relativamente fáciles. Por el contrario, las técnicas para el análisis de sistemas no lineales son menos conocidas y difíciles de aplicar.

A continuación se muestra un resumen de las ecuaciones y los factores de conversión más utilizados en las vibraciones mecánicas: (aplicables solo a sistemas lineales y para movimientos senoidales).

**Relación
entre
Aceleración
&
Velocidad
&
Desplazamiento**

Ecuación:	Donde:
$d = d_0 \cdot \text{sen}(2\pi f)t$	$d_0 =$ desplazamiento pico
$v = d_0 \cdot (2\pi f) \cdot \text{cos}(2\pi f)t$	D = Desplazamiento pico a pico
$a = -d_0 \cdot (2\pi f)^2 \cdot \text{sen}(2\pi f)t$	v = Velocidad en m/s
G = Aceleración / g	G = Aceleración en “unidades de g”
$v_0 = 6,28 \cdot f \cdot d_0 = 3,14 \cdot f \cdot D$	a = Aceleración en m/s^2
$v_0 = 61,4 \cdot G/f$ in/s pico	f = Frecuencia en Hz
$v_0 = 1,56 \cdot G/f$ m/s pico	t = Periodo en segundos
$d_0 = 9,780 \cdot G/f^2$ in pico	$g = 9,806\ 65 \text{ m/s}^2$ $g = 386,09 \text{ in/s}^2$ $g = 32,174 \text{ ft/s}^2$
$d_0 = 0,2484 \cdot G/f^2$ m pico	G = $0,0511 \cdot f^2 \cdot D$ (D = pulgadas pico a pico)
	G = $2,013 \cdot f^2 \cdot D$ (D = metros pico a pico)

Ejemplos :

- El desplazamiento máximo registrado en una máquina por un medidor de vibraciones es de 90 micrómetros pico, a una frecuencia de 25 Hz, la tolerancia para dicha máquina a la frecuencia indicada es de 0,1 g. ¿Es aceptable el nivel de vibración registrado?

Utilizando la formula: $a = -d_0 \cdot (2\pi f)^2 \cdot \text{sen}(2\pi f)t$

se tiene que $a = (90 \cdot 10^{-6} \text{ m})(2 \cdot \pi \cdot 25)^2 = 2,22 \text{ m/s}^2$. Dividiendo entre “g” tenemos 0,22 g.

Por lo que se concluye que no es aceptable dicho nivel de vibración de la máquina.

- Se desea instalar un equipo de medición, el fabricante recomienda una amplitud máxima de 1 micrómetro pico a pico en un intervalo de 1 Hz a 10 Hz. Los valores máximos obtenidos se muestran a continuación.

Conociendo el desplazamiento pico se obtiene el desplazamiento de pico a pico: $D = 2 \cdot d_0$

Frecuencia (Hz)	Amplitud d_0 obtenida (micrómetros)	Amplitud D (micrómetros)
1,0	0,86 pico	1,72 pico a pico
1,3	0,78 pico	1,56 pico a pico
3,2	1,00 pico	2,00 pico a pico
3,6	0,77 pico	1,54 pico a pico

De acuerdo a los valores obtenidos el nivel de vibración no es aceptable (ver nota).

Nota: Cuando se realizan mediciones de baja frecuencia es importante efectuar las siguientes consideraciones:

- Determinar si el acelerómetro utilizado es adecuado para realizar mediciones a baja frecuencia,
- Determinar la capacidad del intervalo dinámico del medidor de vibraciones,
- Capacitación del personal que realizó las mediciones.

Factores de Conversión

Factores de conversión aplicables únicamente a mediciones dinámicas senoidales:

- Valor RMS = 0,7071 x Valor pico
- Valor RMS = 1,11 x Valor promedio
- Valor pico = 1,414 x Valor RMS
- Valor pico = 1,57 x Valor promedio
- Valor promedio = 0,637 x Valor pico
- Valor promedio = 0,90 x Valor RMS
- Valor pico a pico = 2 x Valor pico

Decibeles, todos los valores se encuentran expresados en valores RMS:

	Aceleración	Velocidad
dB	g	m/s
0	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁸
20	1·10 ⁻⁵	1·10 ⁻⁷
40	1·10 ⁻⁴	1·10 ⁻⁶
60	1·10 ⁻³	1·10 ⁻⁵
80	0,01	1·10 ⁻⁴
100	0,1	1·10 ⁻³
120	1,0	0,01
140	10	0,1
160	100	1,0
180	1 000	10

Aceleración :

Multiplique	Por	Para obtener
Aceleración de la gravedad (g)	9,806 65	m/s ²
	32,174	ft/s ²
	386,089	in/s ²
cm/s ²	0,010	m/s ²
ft/s ²	0,304 8	m/s ²
in/s ²	0,025 40	m/s ²

Referencias

Jackson, Charles. (1979). Libro: The Practical Vibration Primer.
 Velasco, Raúl. (2003). Curso básico de vibraciones. MetAs & Metrólogos Asociados, México.
 Velasco, Raúl. (2003). ¿Qué son la vibraciones mecánicas?. La Guía MetAs, Año 03 # 07, México.
 Velasco, Raúl. (1991). Curso: Básico de análisis de vibraciones. SICARTSA, México.
 Vibraciones y Acústica, División. (1994). Curso: Teoría de vibraciones I y II con aplicaciones. CE-NAM. México.