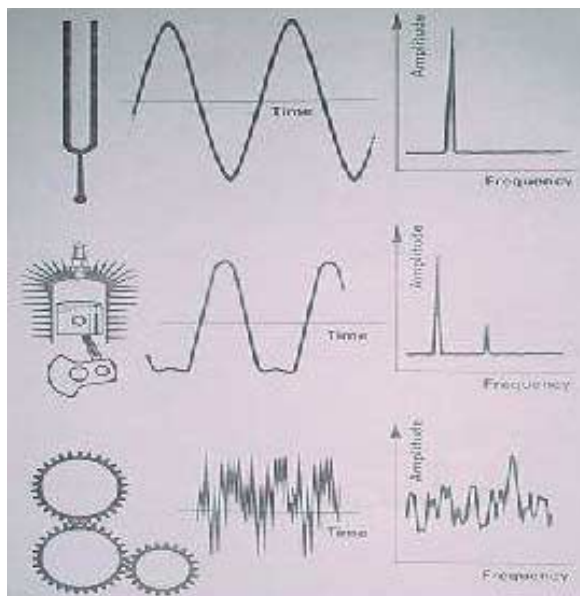


# ¿Qué son las Vibraciones Mecánicas?

La vibración es un movimiento oscilatorio, trepidatorio o de vaivén desde una posición de equilibrio hasta otra de posición máxima. Referido también como un movimiento repetitivo que permite a un cuerpo (elemento, partícula) recuperar repetitivamente su posición original, si el movimiento se repite con todas sus características con valores de magnitud razonablemente semejantes en un cierto intervalo de tiempo, se dice que la vibración es periódica.

Existen dos tipos generales de vibración, Las libres y forzadas. La vibración libre ocurre cuando un sistema oscila bajo la acción de fuerzas inherentes al sistema mismo, es decir no existe ninguna fuerza aplicada o estas son nulas. La vibración forzada es la que ocurre cuando existe excitación de fuerzas externas al sistema, un claro ejemplo de una vibración forzada es la ejercida por la fuerza centrífuga de una masa no compensada de un elemento rotatorio (desbalanceo mecánico).

La vibración es inherente en todo cuerpo rígido, por ejemplo si se analiza a cualquier máquina, evaluando el movimiento de las partes individuales las cuales rotan, oscilan o tienen movimiento recíprocante, se generan fuerzas sobre partes específicas que generan un desplazamiento del centro de masa de la parte oscilando, al volverse periódicamente reversible en sentido, se dice entonces que esta vibrando.



## Somos su Relevo a la Calidad

La Guía MetAs, es el boletín periódico del laboratorio de metrología MetAs, S.A. de C.V.

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

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro  
 49 000. Cd. Guzmán, 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

### Laboratorio de Metrología:

Presión y Alto Vacío

Temperatura

Humedad

Eléctrica

Vibraciones

Instrumentación Industrial

Entrenamiento & Consultoría

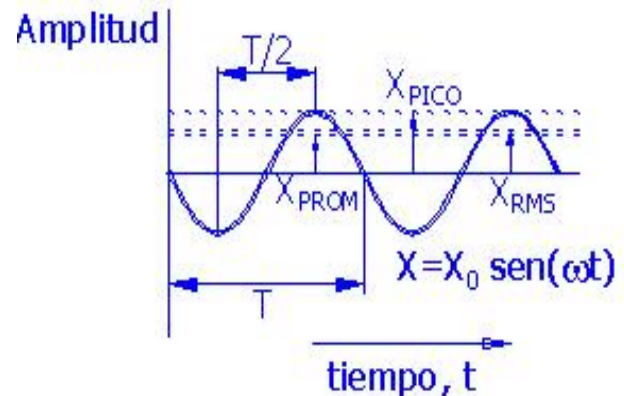
## Selección del Parámetro de Medición

### PARÁMETROS DE LA VIBRACIÓN

Las características principales que definen una vibración son la amplitud y frecuencia. De la amplitud de vibración puede referirse los parámetros de desplazamiento, velocidad y aceleración.

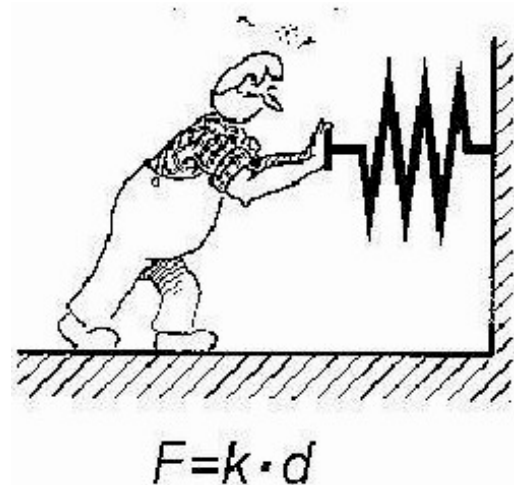
#### Frecuencia de vibración

Es el tiempo ( $f = 1/T$ ) para completar un ciclo vibratorio, si se requiere de un segundo para completar un ciclo, entonces durante un minuto se repetirá 60 veces o sea 60 ciclos por minuto. En los estudios de análisis de vibración la frecuencia es generalmente expresada en CPM (ciclos por minuto) y u o Hz. Para la determinación de un problema específico, es indispensable conocer cuales son las frecuencias de vibración (basándose en el hecho de que los diferentes problemas que afectan a la maquinaria rotativa provocan frecuencias distintas). Los diferentes problemas que dan lugar a las fuerzas de vibración, son generadas por el movimiento rotativo de los componentes de la maquinaria, siendo de tal manera que dichas fuerzas cambian tanto el sentido como la intensidad medida de las piezas que se encuentran sometidas a esfuerzos o desgaste, induciendo cambios que modifican la operación de la máquina, como resultado de lo anterior la vibración dependerá de las piezas o elementos que cambiaron sus condiciones iniciales así como de la velocidad de operación, siendo de esta manera que conociendo las particularidades de los diferentes elementos de la máquina y la frecuencia de vibración, se puede identificar la causa del origen de la vibración.



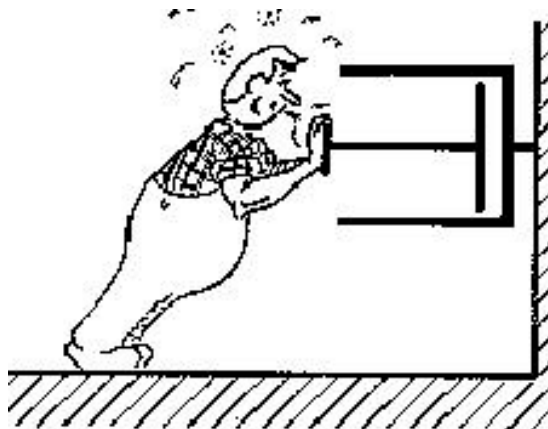
#### Desplazamiento

La distancia ( $X = X_0 \text{sen}(\omega t)$ ) total que describe la parte que vibra desde un extremo a otro se le denomina "desplazamiento pico a pico", se expresa ordinariamente en el sistema internacional (SI) como micrómetros ( $\mu\text{m}$ ). El desplazamiento relaciona fuerzas elásticas o rigidez que ocasionan fallas por flexión, y enfatiza intervalos de frecuencias bajas ( $< 35 \text{ Hz}$ ), no es recomendable utilizar las lecturas de amplitud de desplazamiento para conocer el estado general de una máquina, sin embargo este parámetro es muy utilizado en máquinas de alta velocidad con transductores de vibración tipo no contacto para protegerlos de los movimientos relativos de las flechas.



Para conocer la severidad de vibración de una máquina utilizando el parámetro del desplazamiento, se deberá tener cuidado con las siguientes condiciones:

1. Tipo de tabla de severidad referida a tipo de máquina y cimentación,
2. Tipo de tabla de severidad referida al transductor (contacto, no contacto),
3. Las lecturas deberán ser filtradas,
4. Frecuencia de la amplitud de vibración a ser evaluada.



$$F = c \cdot v$$

### La velocidad

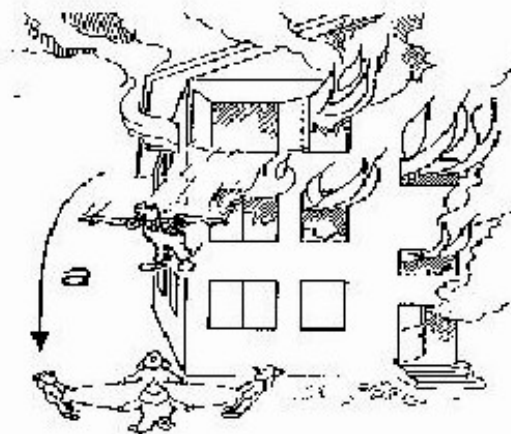
La velocidad ( $v = dx/dt = \omega X_0 \cos(\omega t)$ ) es la tasa de cambio del desplazamiento, y se encuentra desfasada 90° del desplazamiento. Efectuando una analogía con un columpio y evaluando cuando este llega a su parte alta, existirá un instante en que la velocidad tendrá que ser cero para cambiar de dirección, siguiendo la trayectoria del columpio este varía la velocidad constantemente y alcanzará su máximo en la parte media (o posición de reposo del columpio) de la trayectoria total. por lo general se selecciona la velocidad pico o máxima para fines de condiciones de severidad de las vibraciones. Se expresa ordinariamente en el sistema internacional (SI) como mm/s milímetros por se-

gundo. La velocidad nos relaciona poca fuerza, donde la principal causa de falla será por fatiga y adicionalmente proporciona un énfasis igual en todas las frecuencias de vibración. Por lo general se utiliza la medición de velocidad para evaluar el estado general de las máquinas, se dice entonces que el medir la velocidad vibratoria es tomar medida directa de la severidad de vibración. Para conocer la severidad de vibración de una máquina utilizando el parámetro de velocidad existen diferentes normas de vibraciones (ejemplos: Vibration Severity Criteria, VDI 2056, ISO 2372 y BS 4675 ) las cuales consideran solo dos condiciones para su aplicación que son la potencia y tipo de cimentación.

### La aceleración

La aceleración ( $a = dv/dt = d^2x/dt^2 = -\omega^2 X_0 \sin(\omega t)$ ) es la razón de cambio de la velocidad, se encuentra desfasada 90° de la velocidad y 180° del desplazamiento. Nos relaciona fuerzas donde el equipo tenderá a fallar por flexión o pandeo, considerando la misma analogía del columpio y evaluando la parte alta donde la velocidad es cero por un instante, podemos encontrar que la aceleración será máxima. La aceleración se expresa normalmente en "g pico", siendo una g la aceleración que produce la fuerza de gravedad en la superficie de la tierra ( $1 g = 9,80665 \text{ ms}^{-2}$ ) en el sistema internacional (SI) como  $\text{m/s}^2$  metros por segundo cuadrado. Las mediciones de aceleración proporcionan indicadores excelentes de alta frecuencia pero una inadecuada respuesta a problemas de baja frecuencia.

### Aceleración



$$F = m \cdot a$$

Para conocer la severidad de vibración de una máquina utilizando el parámetro del desplazamiento, se deberá tener cuidado con las siguientes condiciones:

1. Tipo de tabla de severidad referida a tipo de máquina y cimentación,
2. Las lecturas deberán ser filtradas,
3. Frecuencia de la amplitud de vibración a ser evaluada.

Desplazamiento

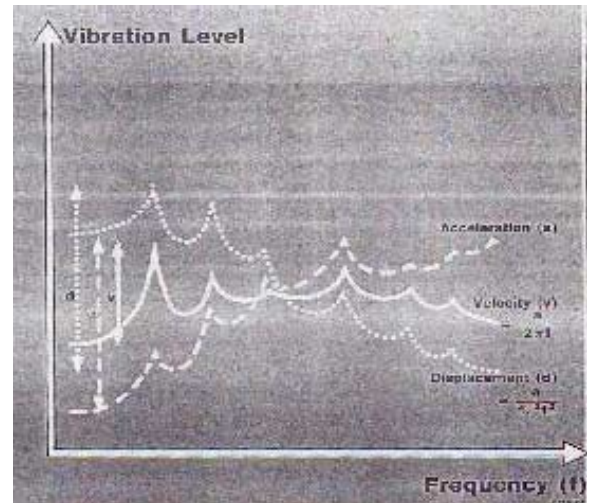
Velocidad

Aceleración

## Relación entre Parámetros y Equivalencias

### Relación entre parámetros

La amplitud de los parámetros de vibración varía dependiendo de la frecuencia de medición, la velocidad se incrementa de forma directamente proporcional con la frecuencia. La aceleración se incrementa con el cuadrado de la frecuencia. Conociendo cualquiera de los parámetros de amplitud de vibración (desplazamiento, velocidad y aceleración) y la frecuencia del punto específico seleccionado, se pueden conocer los valores de los otros dos parámetros.



### Equivalencias

Considerando una oscilación armónica se muestra las equivalencias entre los diferentes parámetros que pueden ser medidos. Es importante mencionar que cada uno de estos tienen aplicaciones diferentes.

$$\text{Valor RMS} = 0,707 \text{ x Valor Pico}$$

$$\text{Valor RMS} = 1,110 \text{ x Valor Promedio}$$

$$\text{Valor Pico} = 1,414 \text{ x Valor RMS}$$

$$\text{Valor Pico} = 1,570 \text{ x Valor Promedio}$$

$$\text{Valor Promedio} = 0,637 \text{ x Valor RMS}$$

$$\text{Valor Promedio} = 0,900 \text{ x Valor Pico}$$

Actualmente en [MetAs](#) se ofrece el servicio de Consultoría, Capacitación y Calibración en el campo de las vibraciones mecánicas, ofreciendo servicios tales como:

- ≧ Evaluación de máquinas de balanceo y rotores patrón,
- ≧ Caracterización de rotores patrón (*in situ*),
- ≧ Análisis y diagnóstico de maquinaria rotativa,
- ≧ Pruebas de vibración,
- ≧ Determinación de frecuencias naturales en sistemas mecánicos,
- ≧ Selección de equipo de medición y sistemas de monitoreo continuo, mantenimiento predictivo y pruebas de vibración,
- ≧ Implantación de sistemas que requieran pruebas de vibración en sus productos.

### Referencias

- Velasco, Raúl. (1991). Curso: Básico de Análisis de Vibraciones. SICARTSA, México.
- Velasco, Raúl y Loera, Gilberto. (2002). Curso: Caracterización de Rotores Patrón y Máquinas de Balanceo. CENAM, México.
- Brüel & Kjaer. (1989). Booklet: Machine Condition Monitoring.
- ISO 1925. (1990). Mechanical Vibration Balancing - Vocabulary.
- ISO 2041. (1990). Vibration and Shock Vocabulary.
- Jackson, Charles. (1979). Book: The Practical Vibration Primer.