



Conceptos básicos de vibraciones

www.erarelmo.com
PBX: (502) 2495-7400

Progreso del mantenimiento en la industria

- La meta más importante de cualquier programa de mantenimiento es la eliminación de alguna avería de la maquinaria.
- El segundo propósito del mantenimiento es de poder anticipar y planificar con precisión sus requerimientos.
- El tercer propósito es de incrementar la disponibilidad para la producción de la planta, por medio de la reducción importante de la posibilidad de algún paro durante el funcionamiento de la planta, y de mantener la capacidad operacional del sistema por medio de la reducción del tiempo de inactividad de las máquinas críticas.

Tipos de mantenimiento

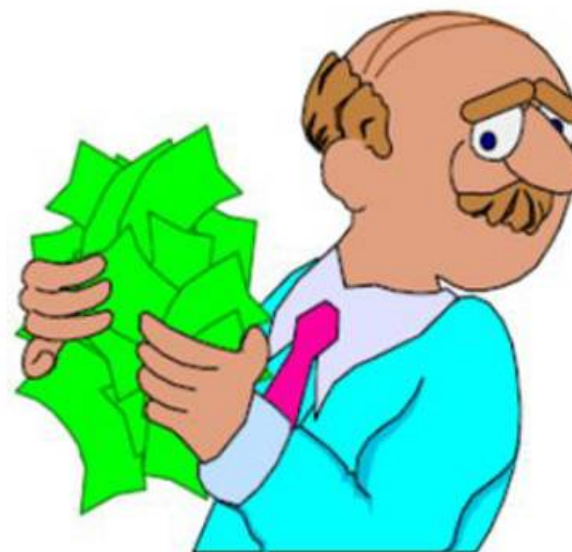
- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento proactivo

Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento lleva un muy alto costo, debido a que cuando se tiene que llevar acabo los daños en la maquinaria o partes de ella se han dañado severamente en la mayoría de los casos.

El ser reactivo conduce a lo siguiente:

- Daños graves en la maquinaria
- Paro de producción (en algunos casos)
- Altos inventarios en almacén de refacciones
- El tiempo del mantenimiento se prolonga
- Se acorta la vida útil del equipo
- Reparaciones repetitivas
- Exige intervención de muchas personas
- Ambiente de trabajo en tensión.



Mantenimiento preventivo

Buscando bajar los costos de mantenimiento se desarrolló el mantenimiento llamado preventivo el cual como su nombre lo indica busca prevenir los desperfectos en la maquinaria por medio de una revisión metódica y con la frecuencia recomendada a veces por los fabricantes del equipo, y otras con base en la experiencia del personal de mantenimiento y planeación.

Características del mantenimiento preventivo:

- Disminuye los paros no planeados
- Trabajos mayores para revisión del equipo
- Mejoras parciales de la maquinaria
- A veces se dañan otras partes
- Demasiadas refacciones en almacén
- Desajuste en equipos por revisiones continuas
- Genera emergencia si no se cuenta con la refacción

Mantenimiento predictivo

Una gran ventaja para el usuario es poder determinar con mucha anticipación la falla o fallas que se están gestando en el interior de la maquinaria, esta situación permite planear y programar los trabajos de mantenimiento en paros por reparación de manera efectiva aprovechando la mano de obra en un alto porcentaje, trayendo como consecuencia menor generación de tiempo extra.

En un programa de mantenimiento predictivo, se deben de integrar un conjunto de herramientas y técnicas que permitan asegurar la confiabilidad del diagnostico del equipo y la facilidad de detección con la mayor anticipación posible. Entre ellas esta:

- Termografía
- Ultrasonido
- Análisis de Motores (Pruebas estáticas y dinámicas)
- Análisis de vibraciones
- Análisis de lubricantes
- Análisis sensorial
- Pruebas no destructivas (Ej. Líquidos penetrantes).

Mantenimiento predictivo

Como podemos darnos cuenta la combinación de estas tecnologías hará del mantenimiento predictivo una herramienta poderosa para adelantarnos a cualquier situación que de no determinarla a tiempo llegaría a provocar un paro en la producción y daños costosos en los equipos.

Características del mantenimiento predictivo:

- Se anticipa a las fallas
- Disminuye considerablemente los paros no planeados
- Minimiza el desperdicio de refacciones
- Alarga la vida útil del equipo
- Optimiza el almacén de refacciones
- Aprovecha al máximo el recurso humano

Mantenimiento proactivo

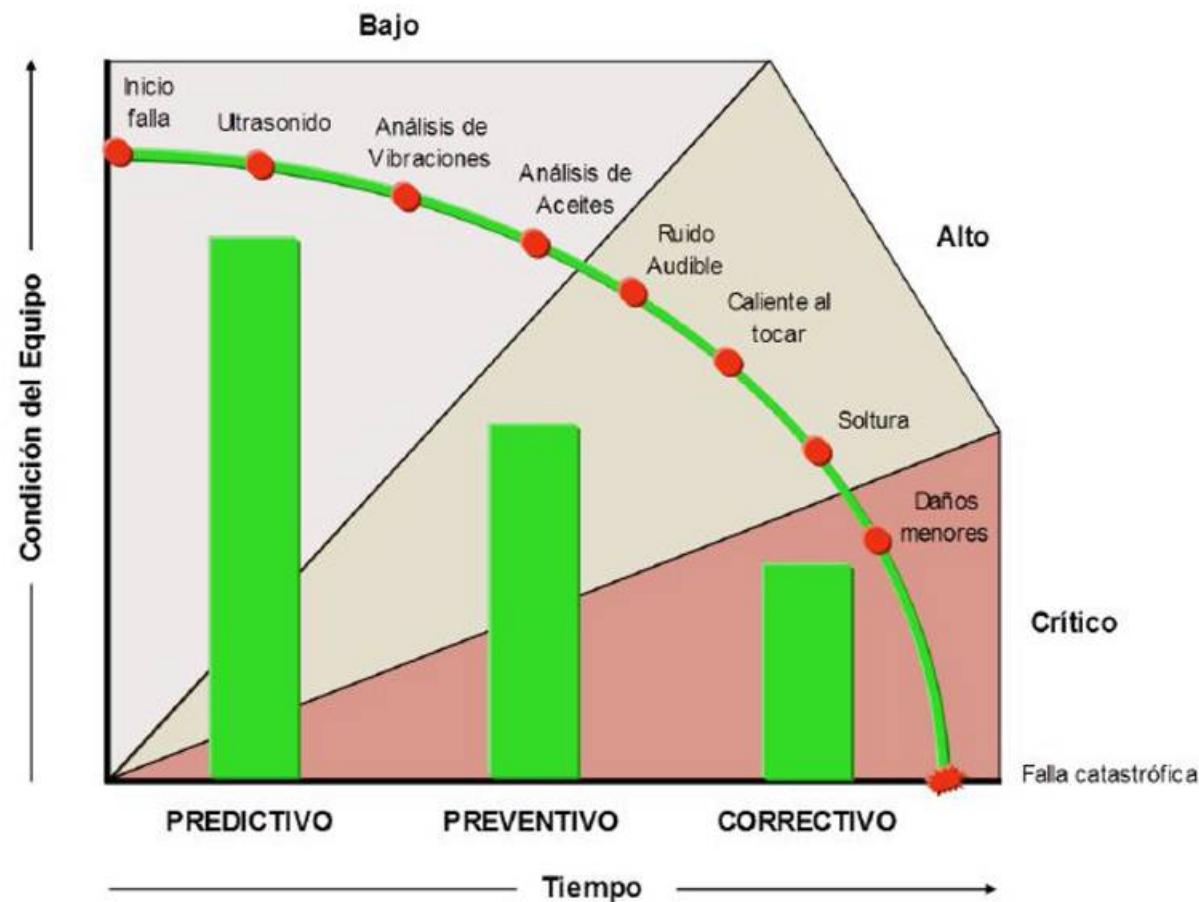
Cuando resolvemos parte de nuestro trabajo y nos topamos con un problema, no basta determinar la falla, sino encontrar la causa de la misma, para que no se repita, entonces somos proactivos.

Es así como el mantenimiento proactivo se realiza, analizando la causa raíz de la falla, es decir si tenemos un rodamiento dañado, al observar detalladamente los distintos espectros de vibración, podemos determinar si el origen de esta anomalía fue por desalineación, desbalance, holguras etc...

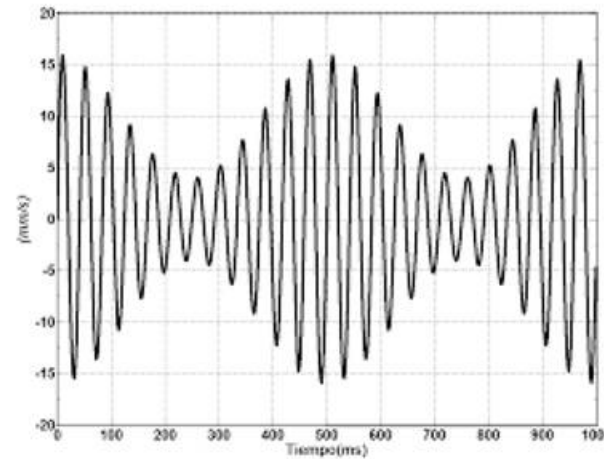
El mantenimiento proactivo a diferencia del predictivo, no se limita a encontrar un fallo, va más allá para encontrar el origen y la respuesta dando un diagnóstico exacto y las acciones a seguir para evitar su repetición.

Curva P – F (Falla Potencial – Falla)

Figura 8. Curva P-F

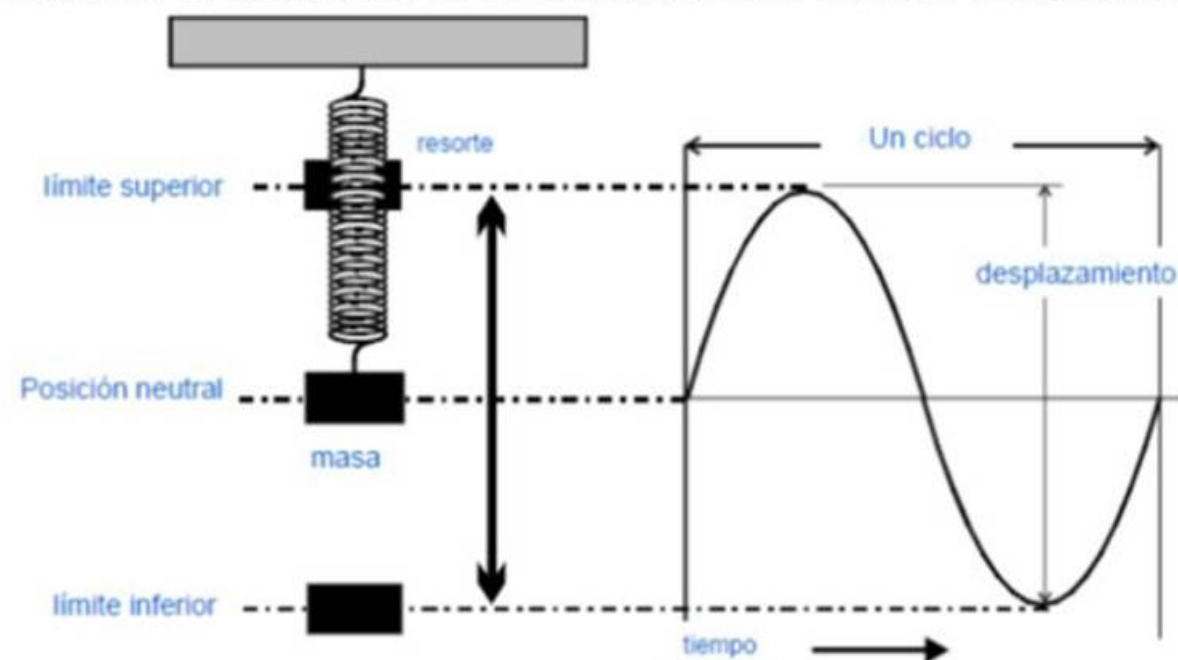


Conceptos básicos de vibraciones

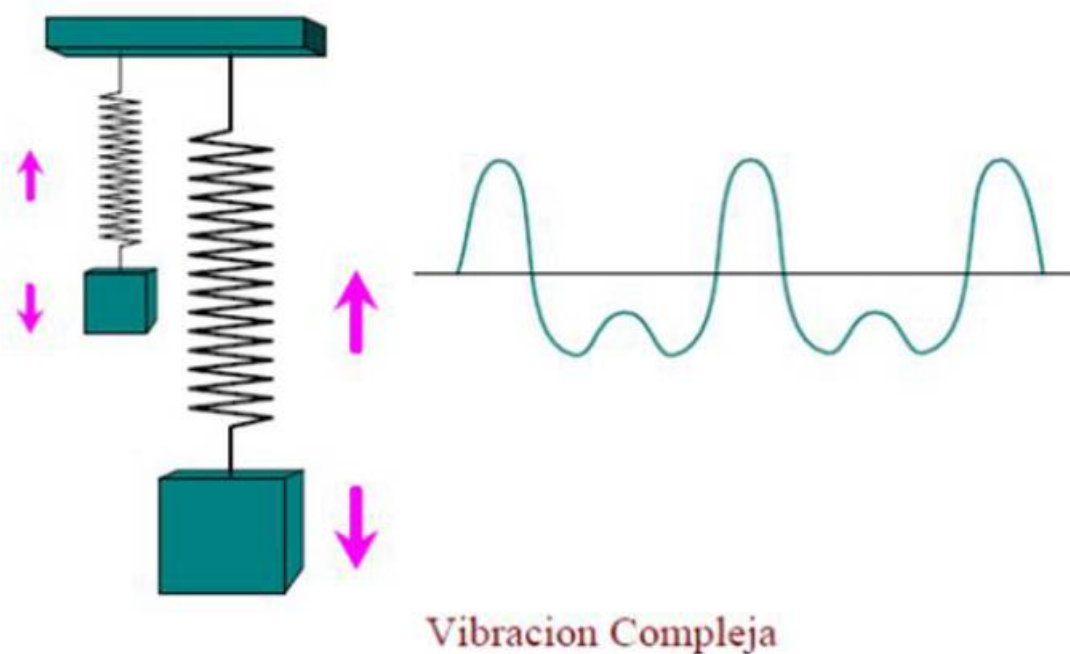


Que es vibración?

En su forma más sencilla, una vibración se puede considerar como la oscilación o el movimiento repetitivo de un objeto alrededor de una posición de equilibrio. La posición de equilibrio es a la que llegará cuando la fuerza que actúa sobre él sea cero. Este tipo de vibración se llama vibración de cuerpo entero, lo que quiere decir que todas las partes del cuerpo se mueven juntas en la misma dirección en cualquier momento.



Vibraciones complejas



En el diagrama, la vibración de alta frecuencia y la vibración de baja frecuencia se suman para resultar en una forma de onda mas compleja

Fuentes de vibración

- La vibración periódica se relaciona a las fallas comunes de la máquina que ocurren a la velocidad de operación
- La vibración impulsiva (Genera impactos) se relaciona a las fallas de los rodamientos
- La vibración aleatoria (cambiante, sin ningún patrón de comportamiento) se relaciona a los problemas de flujos en las bombas

Fuerzas de vibración

Las fuerzas y las vibraciones resultantes, pueden ser causadas por:

- La mala calidad de la máquina y por los errores de fabricación o de ensamble.
- El desbalance causa excesivas fuerzas y vibraciones como resultado del desbalance de masas.
- Los errores en la instalación son la mayor fuente de vibración: desalineamiento, pata coja y el desgaste normal, daño estructural y abusos.
- La operación y la falta de mantenimiento son a menudo las fuentes de vibración: Máquinas desbalanceadas, lubricación deteriorada y partes desgastadas

Efectos de la vibración

- Falla catastrófica
- Falla por Fatiga
- Pérdida de la Calidad del Producto
- Molestias al Personal
- Rozamiento: daño en sellos y falla prematura de los rodamientos.
- Estructura: tuberías, ductos o la estructura de soporte.
- El acoplamiento, el eje y las fallas de los cojinetes.
- Fisuras: en conductos y cimentaciones, las tuberías pueden fallar por esfuerzos
- El cuerpo humano puede tolerar una exposición limitada de ruido y vibración. Los oídos son un caso especial.

Utilización del análisis de vibraciones

- Pruebas de Aceptación
- Mantenimiento Predictivo
- Procesos de Fabricación

La ventaja del análisis Vibracional, es que las vibraciones pueden medirse en cualquier momento. No es necesario parar ni desmontar la máquina, puede estar operando en su modo normal de trabajo.

Conceptos básicos

T=el **periodo** de la onda

El periodo es el tiempo necesario para un ciclo, o para un viaje ida y vuelta, o de un cruce del nivel cero hasta el siguiente cruce del nivel cero en la misma dirección. El periodo se mide en segundos o milisegundos dependiendo de que tan rápido se cambie la onda.

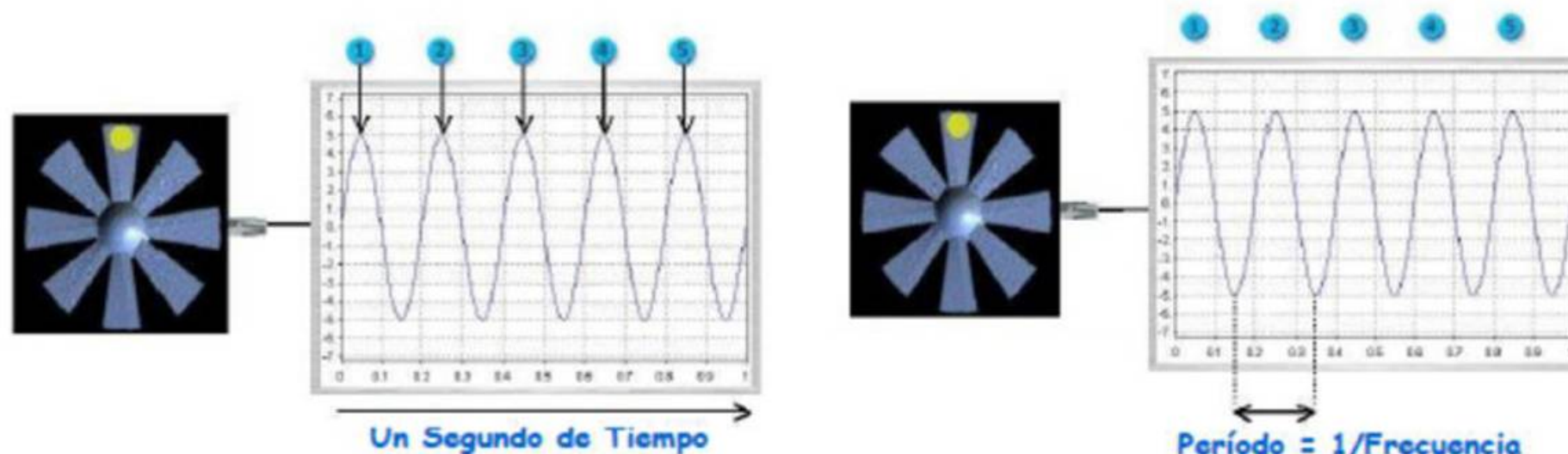
F=la **frecuencia** de la onda = $1/T$

La frecuencia es el número de ciclos que ocurren en un segundo, y sencillamente es el recíproco del período.



Conceptos básicos (ejemplo)

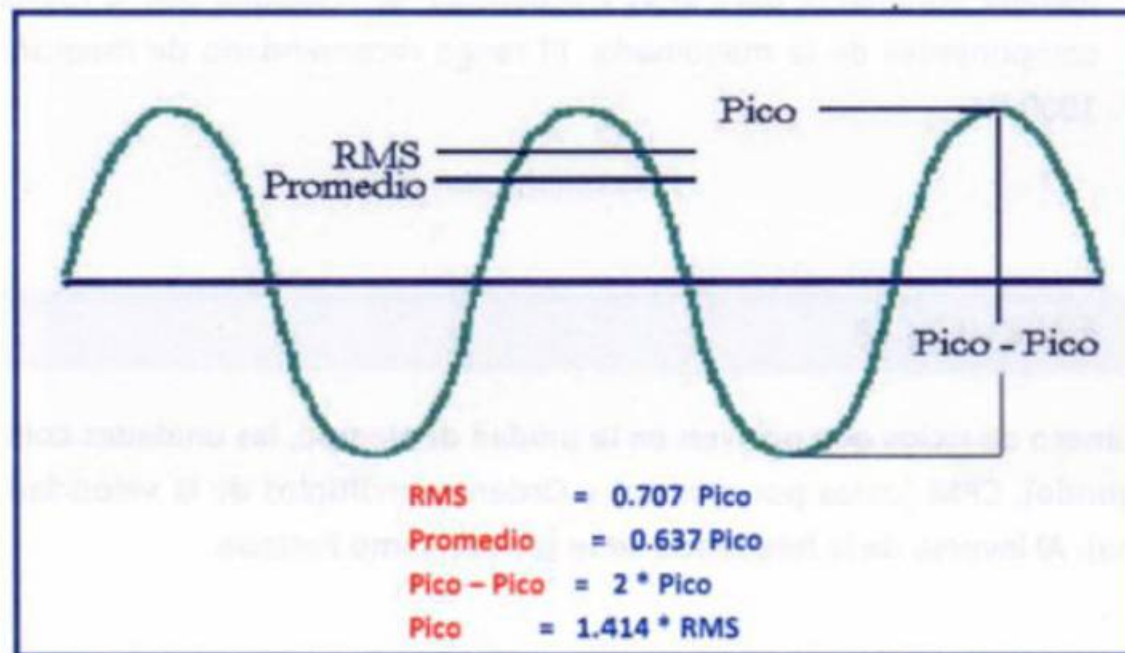
Este Ventilador gira cinco veces cada segundo; Es decir, que su frecuencia de giro es de 5 Hertz, o de 300 CPM (5 x 60).



Amplitud

Es el desplazamiento máximo de la vibración, existen diferentes formas de medirla. Estas son conocidas como unidades de amplitud.

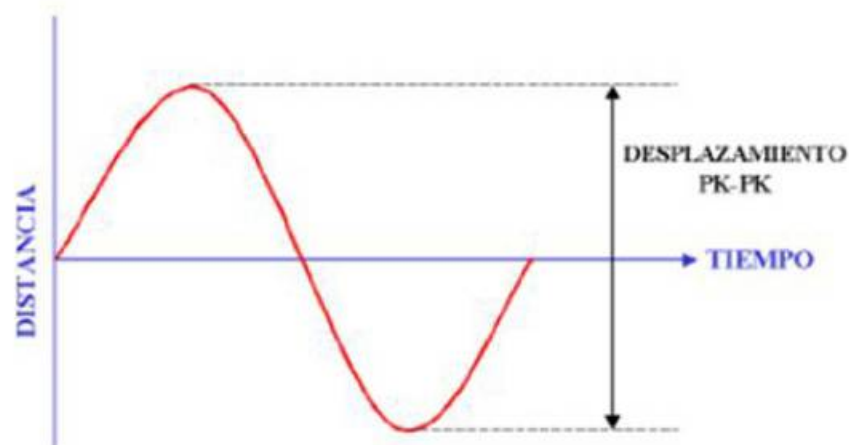
Cuando se comparan valores globales de amplitudes, ambas señales se deben medir en el mismo rango de frecuencias y con el mismo factor de escala.



Desplazamiento

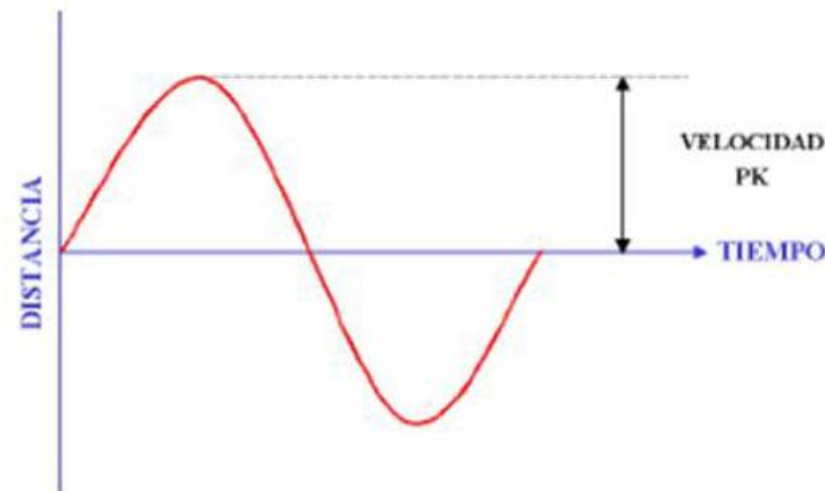
Es la distancia que viaja un objeto desde su punto de equilibrio.

Movimiento de la máquina o estructura relacionado con el esfuerzo. Es la medida dominante a bajas frecuencias (inferiores a 1200 cpm).



Velocidad

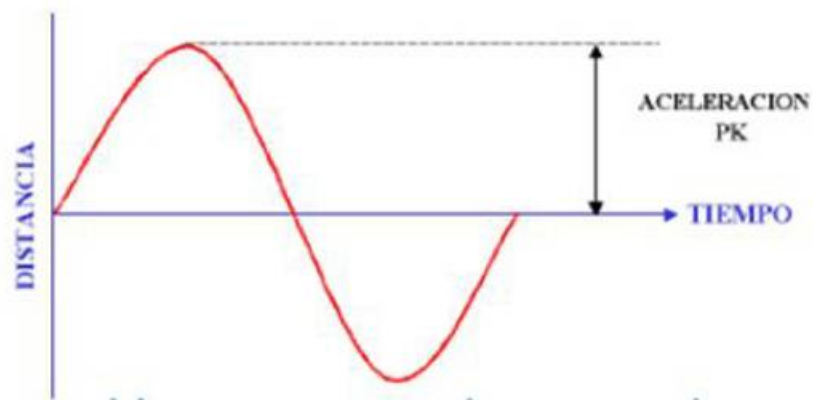
Es la tasa de cambio del desplazamiento con respecto al tiempo y está relacionado con la fatiga (es el mejor indicador de la energía destructiva total). Es la medida dominante en el rango de frecuencias desde 600 cpm hasta 60.000 cpm.



- Eventos en bajas y medias frecuencias (desbalanceo, desalineación, etc.) se aprecian mejor en velocidad.

Aceleración

- Se define como la tasa de cambio de la velocidad con respecto al tiempo y esta relacionado con las fuerzas de impacto y/o choques presentes en los componentes de la máquina. Es la medida dominante en altas frecuencias superiores a 60.000 cpm.



Nos indica problemas causados por impactos/choques.

Eventos de altas frecuencias (rodamientos, engranajes, lubricación, etc.) se aprecian mejor en aceleración.

Unidades de medición de la amplitud de vibración

	Inglés	Métrico
Desplazamiento	Mils: pico/pico (p-p)	Micrones: pico/pico (p-p)
Velocidad	in/sec: rms o pico (p)	mm/seg: rms
Aceleración	G: pico (p)	G: rms ó mm/ sec ² : pico

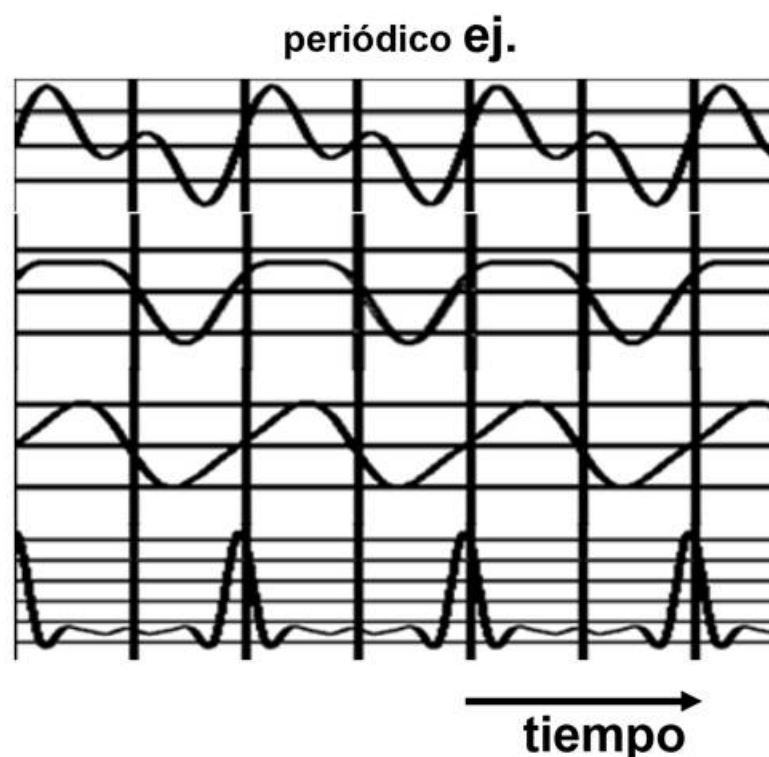
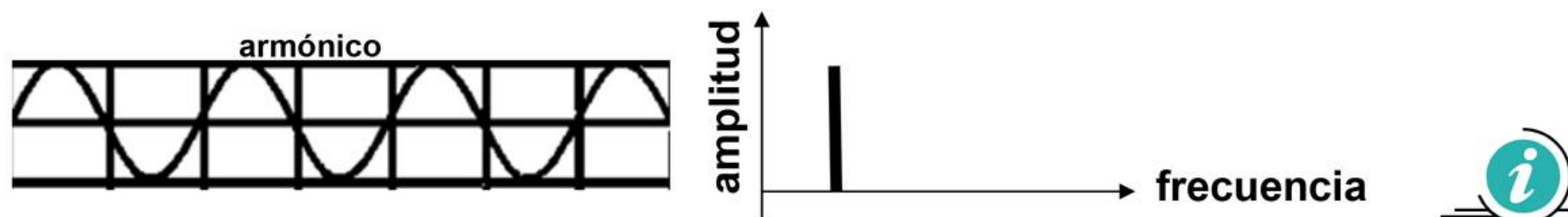
Medición de vibración

La medición y análisis de vibraciones es utilizada, en conjunto con otras técnicas predictivas, como técnica de diagnóstico de fallas y evaluación de la integridad de máquinas y estructuras.

En el caso de los equipos rotatorios, la ventaja que presenta el análisis vibratorio respecto a otras técnicas como tintas penetrantes, radiografía, ultrasonido, etc., es que la evaluación se realiza con la máquina funcionando, evitando con ello la pérdida de producción que genera una detención.



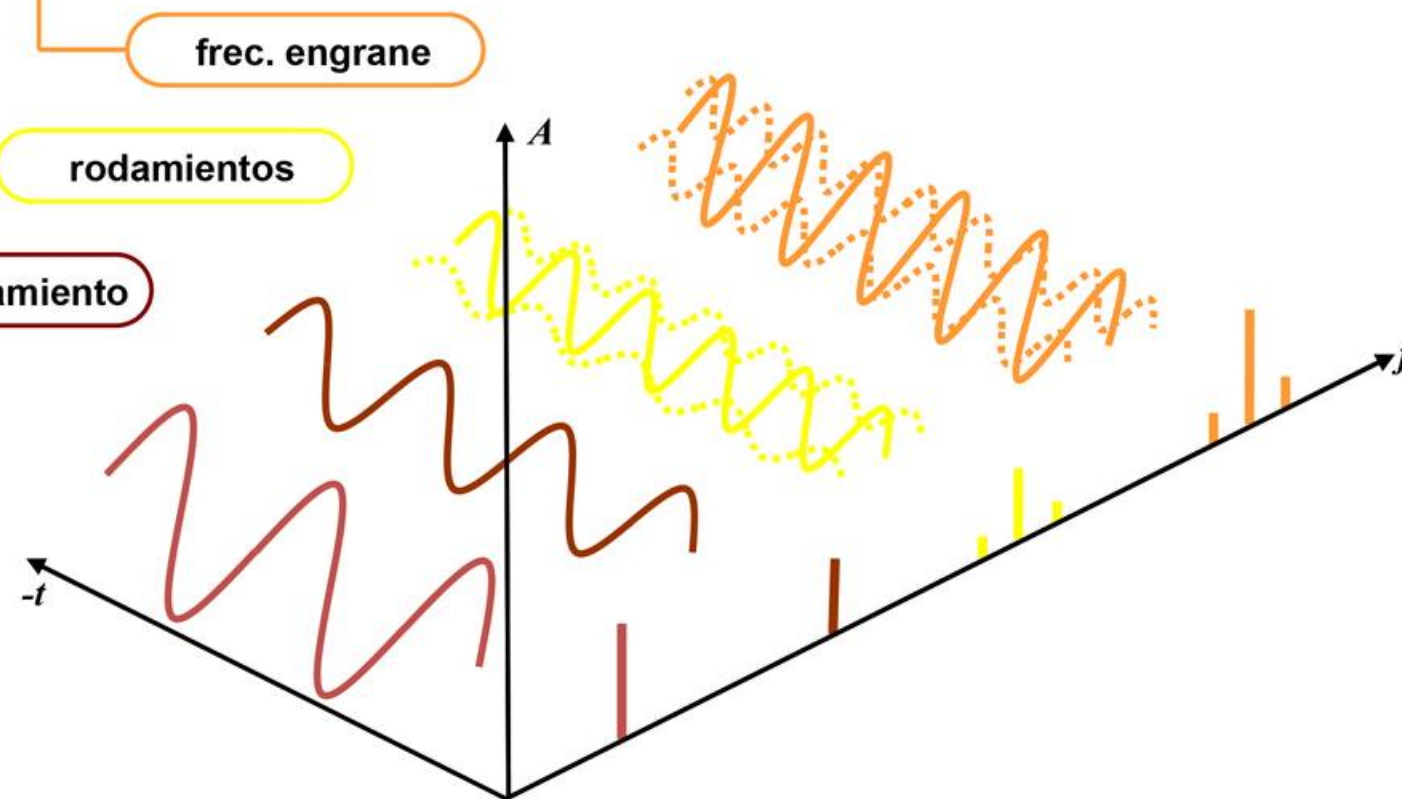
Señales más complejas



todas las otras señales periódicas más complejas, contienen un grupo de senos y cosenos y en consecuencia tiene muchas líneas en el espectro.

para derivar todos los grupos específicos (frecuencia, fase, amplitud) de senos de la señal periódica, existe una función matemática llamada FFT (Fast Fourier Transform) ella transforma la onda de tiempo en espectro.

Análisis espectral de máquinas



frec. engrane

rodamientos

desalineamiento

desbalanceo

Análisis de espectros



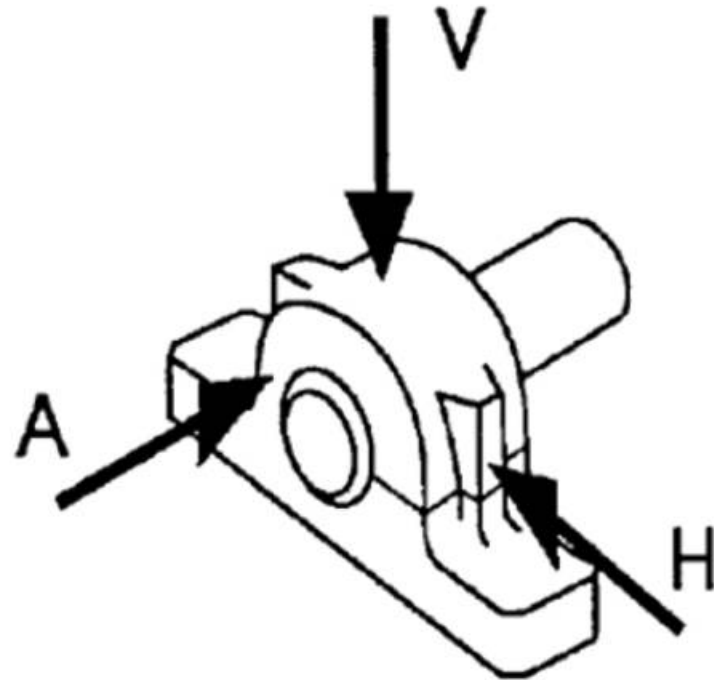
Lectura global

Es la energía vibratoria total en un rango de frecuencia:

- Es la lectura de vibración global el primer indicador de la severidad de la misma, y está medida en un rango de frecuencia determinado
- Incluye la combinación de todas las señales vibratorias dentro de un rango de frecuencia.
- No incluye las señales vibratorias fuera del rango de frecuencia especificado.
- Lo representa un valor numérico en mm/s, in/s, g's, gE.

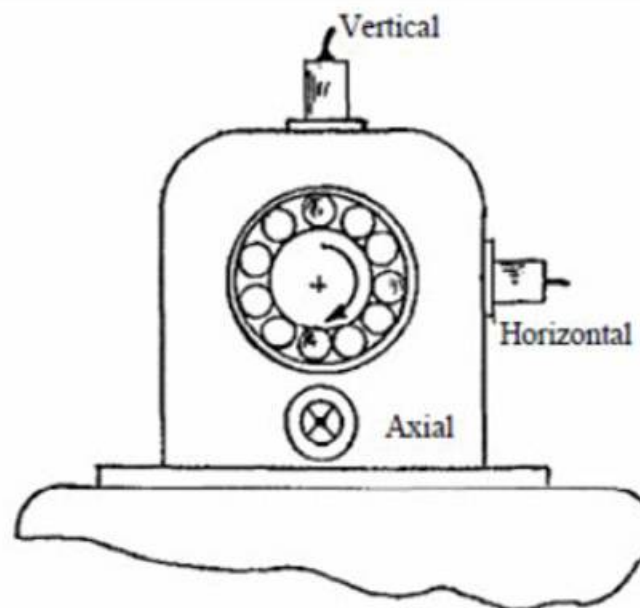
Planos de medición

- Radial
 - Vertical: reacción del anclaje.
 - Horizontal: reacción del rodamiento/soporte.
- Axial: En la trayectoria del eje. Empuje del eje.



Localización del sensor

- Debemos buscar siempre lo mas cercano a las zonas de carga.
- Radial
 - Vertical
 - horizontal
- Axial



Consideración: SIEMPRE la seguridad es primero

Measurement Locations



Tipos de sensores acelerómetros

- Por su dirección de medición los sensores pueden ser

- Mono axiales

Realizar la medición de vibración en un solo sentido.

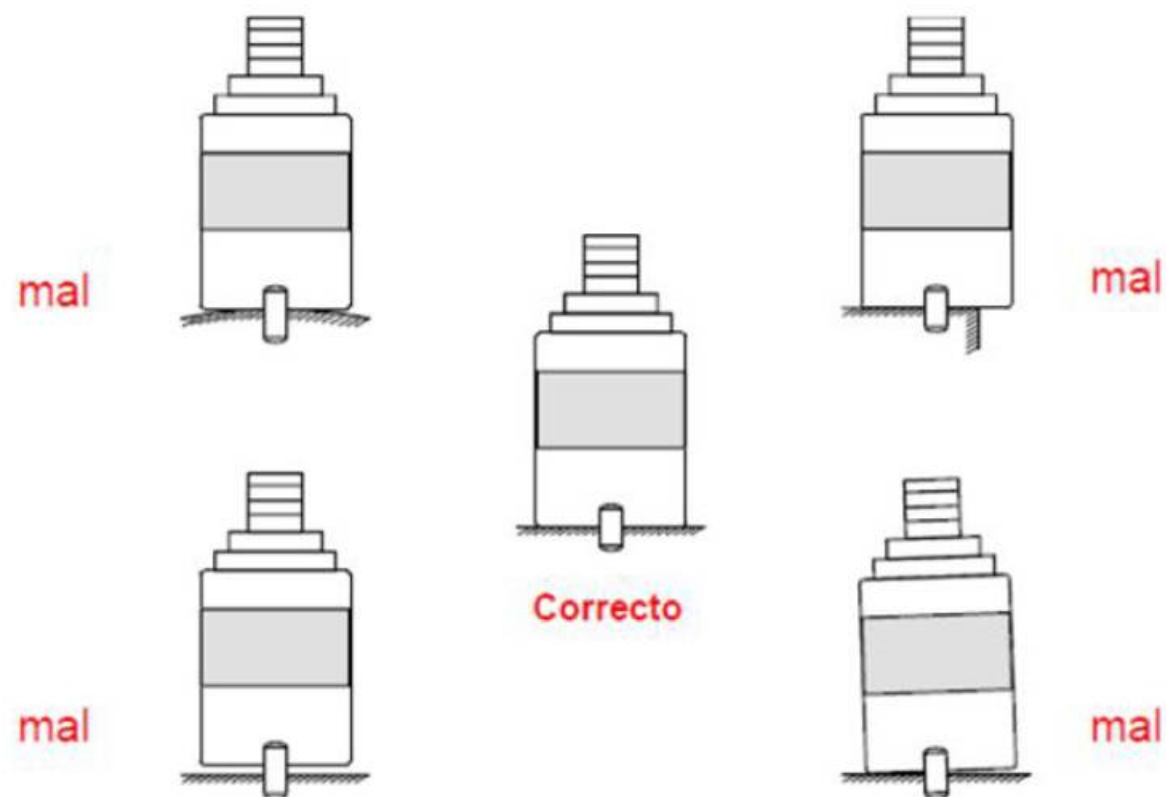


- Triaxiales

Realiza la medición de vibración en los 3 sentidos simultáneamente.



Instalación adecuada en la superficie.



Preparación y colocación de la superficie del sensor

Algunos accesorios de montaje

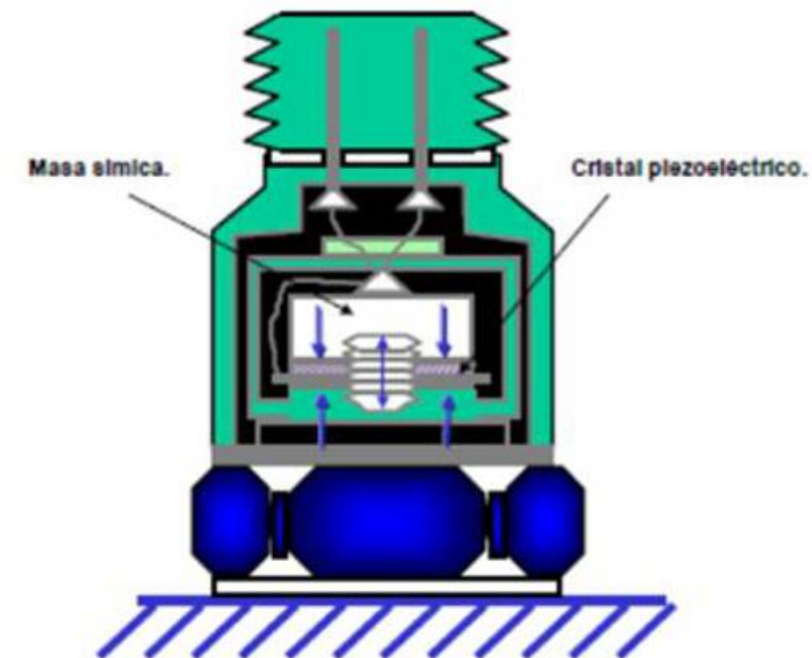
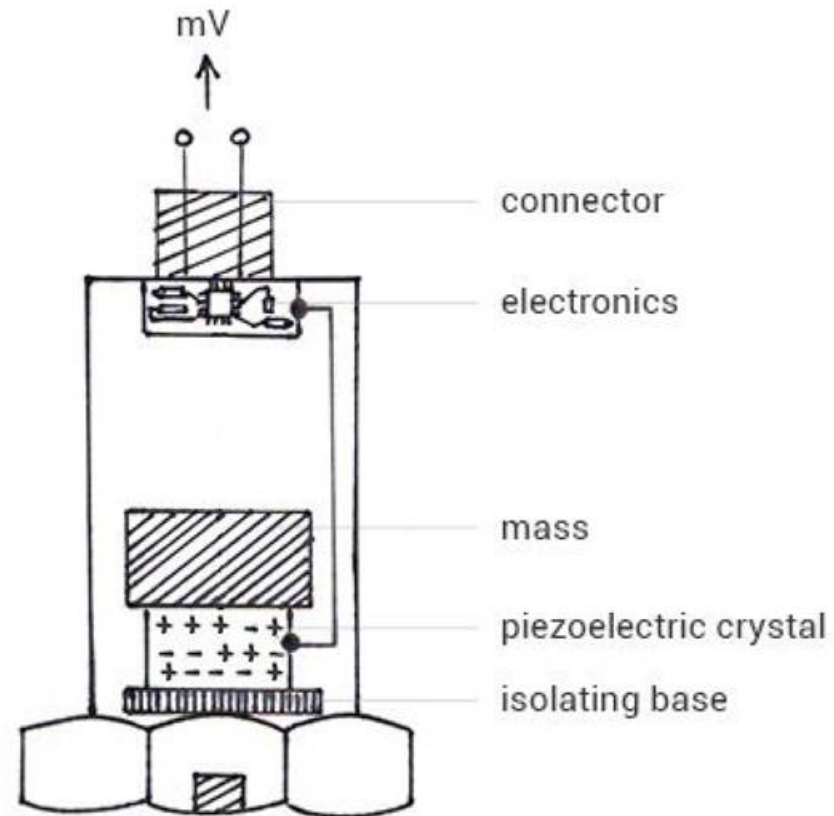


Tipos de sensores

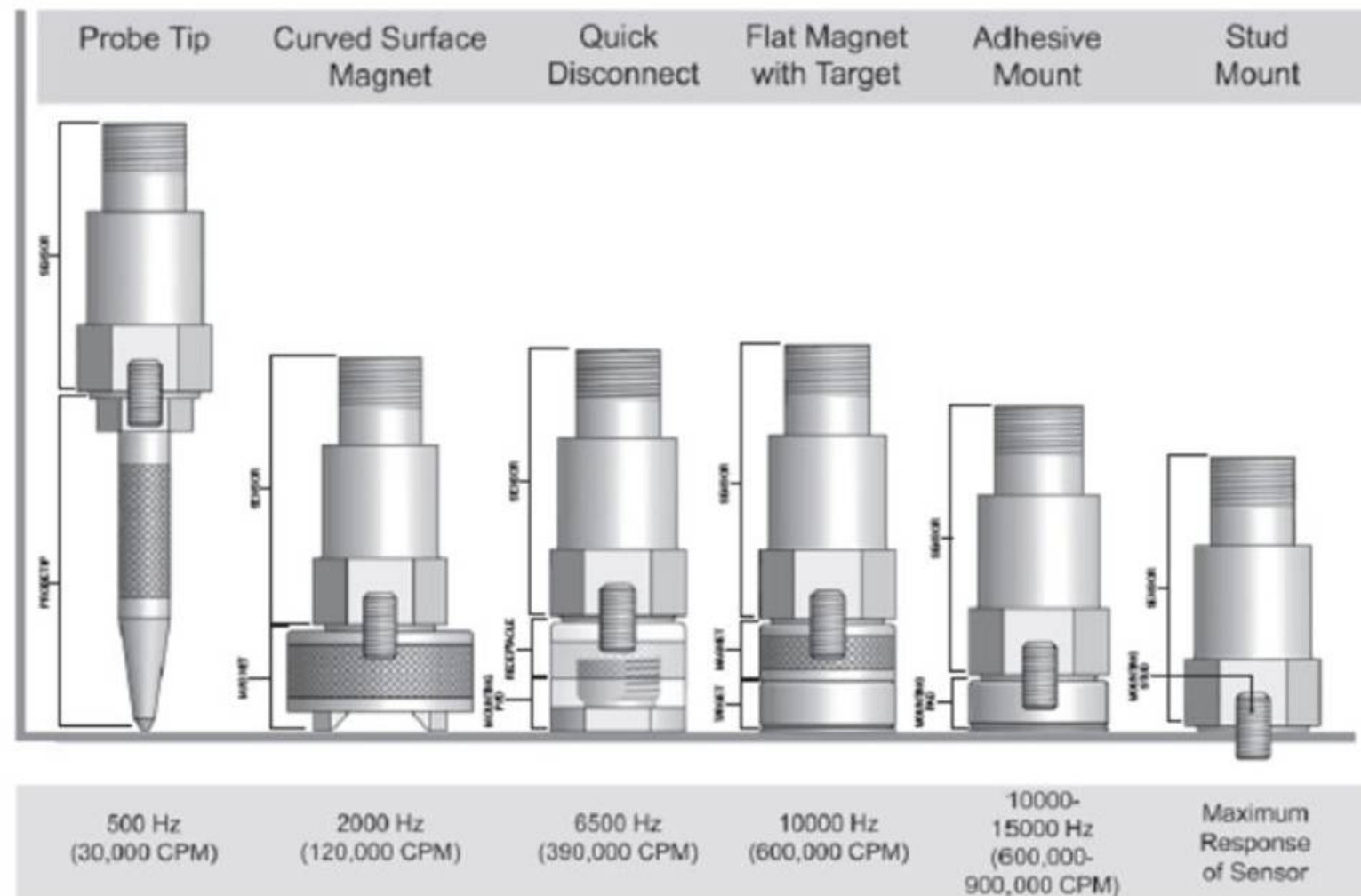
- Acelerómetros
 - Dispositivos resistentes
 - Operan en bandas anchas de frecuencias
 - (desde cerca de 0 Hz hasta 40 kHz o más)
 - Buena respuesta en altas frecuencias
 - Algunos modelos son aptos para altas temperaturas
 - Requieren electrónica adicional (puede estar dentro del mismo)



Construcción de un acelerómetro



Comparativa entre modos de montaje de sensores acelerómetros



Alarmas de severidad

En la industria se utilizan dos a tres alarmas en los gráficos de tendencia de los valores de vibración obtenidos.

Usualmente se utiliza una configuración con 3 alarmas que son:

- Advertencia
- Pre-alarma.
- Alarma

Al estar en advertencia nos indica que el equipo debe ser monitoreado con mayor frecuencia e identificar el problema

Al estar en pre-alarma indica que el problema en el equipo ha llegado a un grado mas serio y que debe realizar un análisis mas detallado del mismo.

Finalmente la alarma, nos indica que debemos proceder a actuar y realizar las reparaciones o reemplazos necesarios para restablecer la funcionalidad del equipo.

Tendencia de valores globales de vibración

En un grafico de tendencia con las normas de alarmas respectivas, se determina la condición de maquinara. De esta forma se obtiene el **primer nivel de control de la condición**.

Si la grafica de tendencia deja de ser suave y empieza a presentar crecimiento grande, esto nos indica que se esta acercándose a una falla física de la maquina.

En este primer nivel sabemos que existe un problema mas no sabemos cual es la causa.

En este punto es necesario realizar un análisis detallado en el espectro de frecuencias para localizar el defecto de la maquina. Este es el segundo nivel de control en un programa de monitoreo periódico.

En este nivel se determina cual es el problema y cuan severo es.