

ANALISTA DE VIBRACIÓN – NIVEL I

Midiendo Vibración



Midiendo Vibración Introducción a la Medida de Vibración



Introducción

Medir la vibración es la parte más importante en tu programa de análisis. Sin buenos datos no se pueden esperar buenos resultados. Hay dos fases para recoger buenos datos. La primera es asegurar que estás usando un buen sensor, montado correctamente. La segunda es asegurar que siempre realizas las medidas de la misma forma. La repetibilidad es esencial.

El primer paso es seleccionar el sensor adecuado. Tienes que elegir entre desplazamiento, velocidad y aceleración. Hay que tener en cuenta la velocidad de la máquina y el tipo de apoyo. Lo siguiente que tenemos que elegir es el modelo adecuado con el entorno de la medida. Tenemos que considerar la temperatura de la medida, el espacio, presencia de agua u otros líquidos y otros factores. Por último tenemos que considerar las técnicas de montaje. El tipo de máquina, la naturaleza de la superficie de la máquina y otros factores del entorno, el rango de frecuencia requerido y los temas de accesibilidad son importantes. Tienes que estudiar la máquina con cuidado y asegurarte que eliges el mejor lugar para el sensor.

Al final de este proceso, deberías saber que tipo de sensor has de usar para cada una de tus máquinas y como y donde montarlo.



Introducción

Para la mayoría de la gente es necesario con uno o dos sensores y el método de montaje será bastante uniforme. Sin embargo, si tienes máquinas rápidas o lentas, si están operando en ambientes peligrosos, si tienes turbinas u otras máquinas con cojinetes, entonces necesitarás una amplia gama de sensores y estilos de montaje.

Ahora debes considerar tu rutina de medidas. Cada vez que se mide una máquina se debe hacer de la misma manera. La máquina debe operar en las mismas condiciones que la última vez. El sensor debe ser montado del mismo modo. La única diferencia debe ser el patrón de vibración. (No olvidar las medidas de fase, pueden ser muy valiosas).

Una vez que llevas algún tiempo recogiendo datos, y sabes que tu metodología es repetible, percibirás que algunos fallos son debidos a los sensores. Incluso los mejores suelen fallar, o descalibrarse. Se recomienda calibrar anualmente.



Lo básico

Todos sabemos que las máquinas vibran. Y ahora sabemos que las vibraciones nos dicen cómo las fuerzas actúan sobre la máquina. Necesitamos un sensor para convertir la vibración en señal eléctrica, que podamos procesar y almacenar.





Convirtiendo entre aceleración, velocidad y desplazamiento

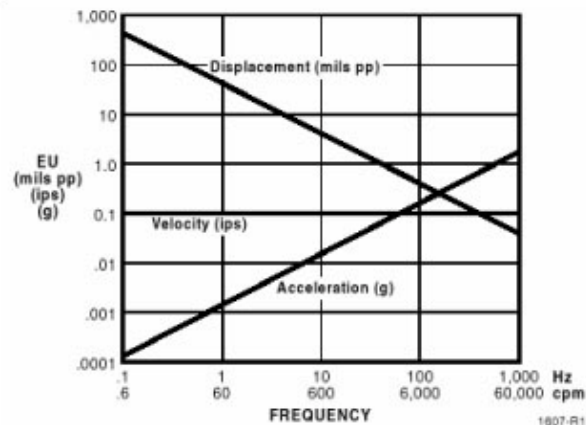
Si podemos medir la aceleración, se podrá integrar y ver los datos en unidades de velocidad. Cuando se integra de aceleración a velocidad, el proceso tiene en cuenta el desfase. La información a alta frecuencia es disminuida y la información a más alta frecuencia es amplificada. De hecho la información de baja frecuencia, se ve tan amplificada que es necesario usar un filtro, bien electrónicamente (oirás a menudo hablar de un filtro pasa-altos del colector de datos, fijado generalmente entre 0.2 y 50 Hz.), o bien en el software.

5



Convirtiendo entre aceleración, velocidad y desplazamiento

El siguiente gráfico muestra la relación entre desplazamiento, velocidad y aceleración para un nivel de vibración fijo de 2.54 mm/s. Los ejes están en escala logarítmica. El eje y indica el nivel de vibración mientras el eje x indica la frecuencia. Indica que a baja frecuencia se produce muy poca vibración en aceleración, mientras que la amplitud del desplazamiento es mucho mayor. Ocurre lo contrario a mayores frecuencias.



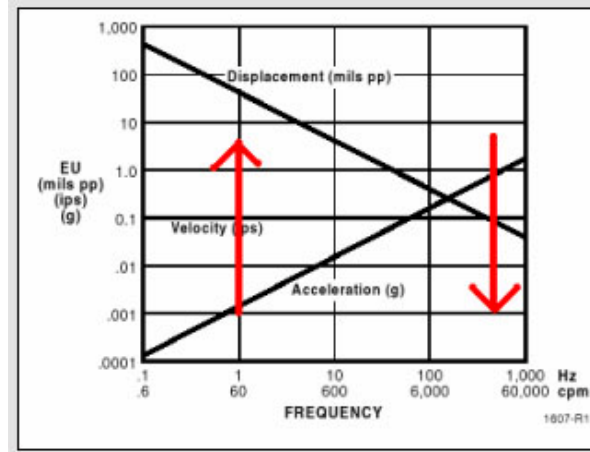
6



Convirtiendo entre aceleración, velocidad y desplazamiento

Esto nos da gran información ya que la velocidad tiene una buena respuesta frente a todo el rango de frecuencia (recuerda que todos los sensores tienen límites físicos y electrónicos, y necesitan ser montados correctamente).

Este gráfico también indica que les pasa a las medidas cuando son integradas de aceleración a velocidad, o de velocidad a desplazamiento. La información de baja frecuencia se amplifica, mientras que la de alta frecuencia se reduce.

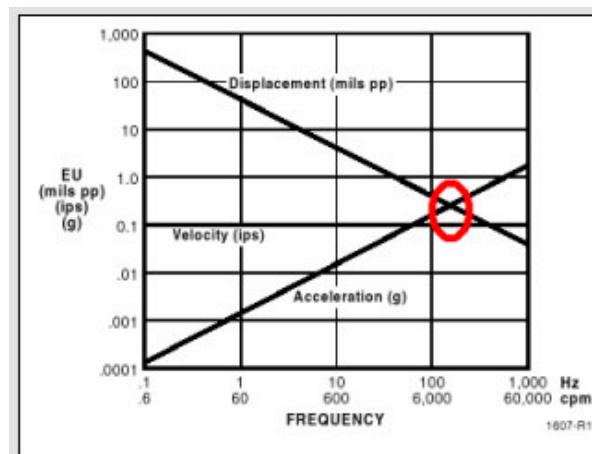


7



Convirtiendo entre aceleración, velocidad y desplazamiento

El punto señalado (donde los niveles de amplitud no se ven afectados por la integración) está alrededor de 166 Hz o 9960 RPM.



8



Convirtiendo entre aceleración, velocidad y desplazamiento

Se pueden realizar los cálculos utilizando las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{Velocidad} &= 2\pi f D = \pi f A / 2 \\ \text{Aceleración} &= 2\pi f V = (2\pi f)^2 D \end{aligned}$$

Donde D = Desplazamiento, valor pico (mm)
F = Frecuencia (Hz ó CPS)
V = Velocidad (mm/seg)
A = Aceleración (mm/seg²)

Nota: Todos los valores son valores pico.
Multiplicar por 0,707 para obtener
valores RMS, ó x2 para valores pico-pico.



¿Por qué necesito saber esto?

El tema de aceleración, velocidad y desplazamiento es muy importante a la hora de elegir el sensor. Se ha visto que medir el desplazamiento es lo mejor para máquinas lentas y aceleración para máquinas rápidas. La velocidad está en medio de las dos.



Transductores de desplazamiento

Los sensores desplazamiento miden el movimiento relativo entre la punta del sensor y el eje. Por eso el sensor no va en el exterior de la máquina, sino más bien taladrado dentro del apoyo. Por lo tanto estos sensores estarán perfectamente montados.



Los sensores desplazamiento son usados típicamente en monitorizado continuo en máquinas de apoyos con superficies planas tales como turbinas, bombas y grandes ventiladores. Sin embargo, es posible conectar un colector a la salida para realizar espectros normales y análisis de tendencias.

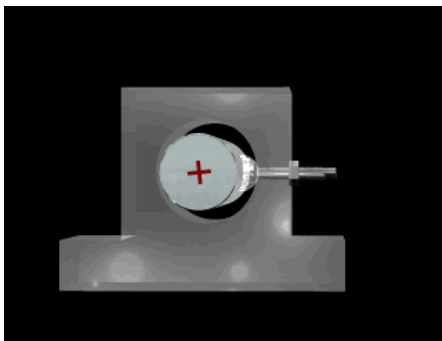
11



Transductores de desplazamiento

Estos sensores se llaman sondas Eddy Current, y también son conocidas como sondas de proximidad. Todas trabajan basándose en el mismo principio.

Hay tres componentes: un acondicionador, una sonda y un cable entre ellos. Suministra un voltaje al acondicionador que produce una señal RF. Esta señal es transmitida desde el cable de la sonda.



12



Transductores de desplazamiento

Una espiral dentro del extremo del sensor actúa como antena y genera una señal de alta frecuencia dentro del "hueco" (formándose un campo magnético). Cualquier material conductor en contacto con el campo absorbe la energía de la señal. Las sondas de proximidad están fijadas sobre la superficie del eje, de ahí viene su nombre.

La absorción del campo provoca que disminuya el espacio entre la punta de la sonda y el hueco. Por lo tanto la distancia al eje cambia dinámicamente, y por eso se produce la señal de salida. El acondicionador actúa entonces como demodulador y detector, y tiene dos salidas. La salida dinámica produce la sonda de onda, de la cual se obtiene el espectro y el valor global.

Hay también un voltaje (corriente continua) proporcional a la distancia del hueco. La señal del hueco se usa en sistemas de monitorizado para determinar la distancia relativa entre el eje y el apoyo.

Por lo general, se toma una lectura del hueco cuando el eje está en reposo, y entonces cuando la máquina (una turbina, por ejemplo) está en régimen nominal de funcionamiento, se monitoriza el voltaje en el hueco. De esta información se detectan fricciones en el eje, y se produce un diagrama de órbitas.

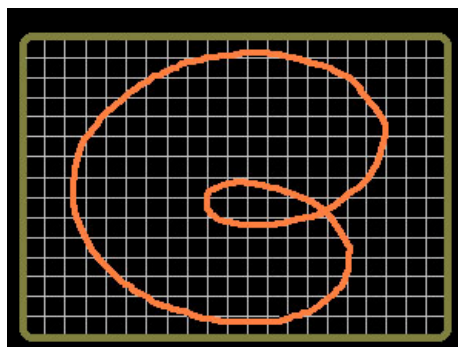


Transductores de desplazamiento

En la mayoría de las turbinas las sondas de proximidad son instaladas formando 90° con la máquina. Esto permite al analista ver exactamente como el eje se mueve respecto al apoyo.

Los diagramas de órbita son comúnmente usados para visualizar este movimiento. Un ojo bien entrenado puede detectar desalineación, desequilibrio y otra serie de fallos.

De esta forma se pueden detectar grietas en el eje, así como los cambios dinámicos de este. Existe un avanzado paquete de software que puede controlar todo el movimiento dinámico del eje examinando las señales de las sondas de proximidad y los acelerómetros montados, en caso de haberlos.





Transductores de desplazamiento

Ventajas:

- Respuestas de baja frecuencia (hasta 0 Hz)
- Mide el desplazamiento relativo entre el eje y el apoyo
- Son fiables, si han sido bien montados.

Desventajas:

- Son caros y difíciles de instalar
- No se pueden usar para medidas de alta frecuencia.
- Su calibración (se determina con el cociente entre el voltaje de salida y el desplazamiento real) depende del material del eje (diferentes materiales absorben diferentes grados de energía).
- El desgaste del eje y los defectos en su superficie producen señales falsas.

Aplicaciones:

Generalmente son usadas para máquinas de baja velocidad, por debajo de 600 CPM (10 Hz).

Son útiles como referencia de fase (una señal de referencia proporcional a la velocidad de la máquina) para equilibrado dinámico y análisis.

Usados para el equilibrado dinámico debido al filtrado a 1X RPM.

Unidades:

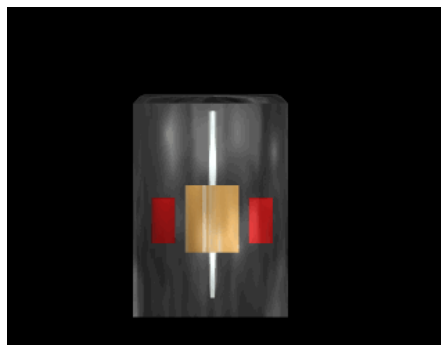
Las unidades son mm. o micras Pk-Pk.



Transductores de velocidad

Mientras que a menudo analizamos datos en unidades de velocidad, no usamos sensores de velocidad en sí mismos. Estos todavía son usados en la industria y veremos ahora su diseño, pros y contras.

El sensor de velocidad electrodinámico es básicamente un imán suspendido, montado entre un muelle y un amortiguador. Una bobina abraza al imán. Cuando la carcasa del sensor vibra, el imán se mantiene estacionario debido a la inercia. Por lo tanto, hay movimiento en el imán junto a la bobina, la cual genera una señal eléctrica proporcional a la velocidad de la masa suspendida.





Transductores de velocidad

El diseño puede también presentar una bobina pegada a la masa, rodeada por el imán. El resultado es el mismo; la electricidad es generada cuando hay movimiento relativo entre el imán y la bobina.

Ventajas:

- No necesita energía del exterior, el propio sistema genera electricidad.
- La señal de salida es potente.
- Fácil de usar. No tiene problemas debido al montaje.
- Trabaja a alta temperatura.

Desventajas:

- No es adecuado para medidas de baja frecuencia.
- No es adecuado para medidas de alta frecuencia.
- Hay cambios de sensibilidad debido con la temperatura.
- Debido a que tiene partes internas móviles, el desgaste puede acortar su tiempo de vida.
- Los sensores son bastante grandes
- No es muy preciso debido a la señal de ruido que presenta.

Aplicaciones:

- Aunque son muy populares, no son por lo general el sensor más utilizado.

Unidades:

- Las unidades utilizadas son mm/s, RMS o VdB



Acelerómetros

Los acelerómetros son los sensores más utilizados en análisis de vibraciones en maquinaria. Todos los colectores portátiles están provistos de un acelerómetro, aunque la mayoría de la gente integra la señal y trabaja en unidades de velocidad. Los sistemas de monitorizado permanente también usan acelerómetros excepto cuando se hace necesario utilizar una sonda de proximidad.





Acelerómetros

Hay diferentes tipos de acelerómetros, el más común es el piezoeléctrico con un amplificador interno. Los acelerómetros piezoeléctricos se montan externamente, generalmente sobre el alojamiento de los apoyos. El método de montaje es muy importante y se verá más adelante.



Vamos a ver como funcionan. ¿Recuerdas los tocadiscos? La aguja era un cristal y al pasar la pista del disco por debajo de este, el cristal se comprimía y descomprimía según iba pasando sobre el patrón de vibración impreso en el disco. Esta compresión producía una carga, la cual era amplificada y reproducida a través de los altavoces.

19



Acelerómetros

Así es como funcionan los modernos acelerómetros piezoeléctricos. El material piezoeléctrico (cristal) está situado bajo una masa sísmica. Cuando el sensor vibra el cristal se comprime y descomprime debido a la presión ejercida por la vibración y la masa sísmica.

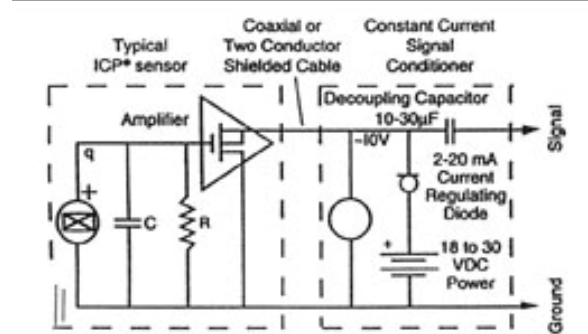


20



Acelerómetros

La carga de salida es proporcional a la fuerza y por lo tanto a la aceleración. Esa carga de salida requiere de un amplificador para convertirla en un voltaje de salida al colector. Mientras que hace 10 años lo común era utilizar un amplificador externo, actualmente el amplificador está dentro del sensor y es alimentado por el colector. Este conjunto es conocido por las siglas ICP (Integrated Circuit Piezoelectric).



21



Acelerómetros

La señal se polariza produciendo una corriente continua que alimenta al amplificador, no es necesaria una instalación eléctrica aparte. Por lo tanto, el colector de datos necesita disponer de una conexión de corriente continua para trabajar con este tipo de acelerómetros.

De todos modos, la mayoría de colectores disponen de una tensión de polarización con el fin de determinar si el sensor tiene algún fallo interno, o si hay un error de cable.

La existencia del amplificador supone una limitación en las respuestas de baja frecuencia. La característica de baja frecuencia del amplificador es generalmente a 1 Hz para la mayoría de las unidades ICP disponibles. Hay algunos acelerómetros especialmente diseñados para trabajar a 0.1 Hz en el caso en que sea necesario recoger datos a muy baja frecuencia.

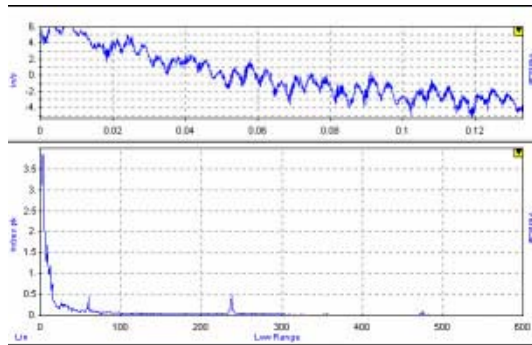
22



Tiempos de estabilización de un transductor

Cuando un acelerómetro ICP se conecta a la fuente de vibración, el amplificador necesita unos pocos segundos para estabilizarse, y durante este tiempo cualquier dato recogido por la unidad será contaminado por una lenta y variable tensión en rampa. Por esta razón, es necesario un breve espacio de tiempo de espera en los colectores para asegurar que la unidad es estable antes de medir.

Si la espera es demasiado corta, la onda temporal presentará una señal exponencial en rampa, superpuesta a los datos, y el espectro mostrará una rampa descendente muy característica desde la zona de baja frecuencia, conocida con el nombre de "ski slope". Se debe evitar este fenómeno para no comprometer el rango dinámica de la medida.



Tiempos de estabilización de un transductor

Tendrás una opción en tu colector y en los paquetes de software asociados, llamada "settling time" (tiempo de establecimiento) A este fenómeno es al que nos referimos. Sin embargo, cuando coloques el sensor en una máquina muy caliente (después de haber medido en frío, por ejemplo) se producirá un transitorio térmico y el sensor tardará en estabilizarse. En este caso hará falta un mayor tiempo de espera.



¿Cuándo el desplazamiento no es realmente desplazamiento?

Puede resultar confuso cuando hablamos acerca de la sonda de proximidad y que esta mide en desplazamiento. Los acelerómetros son capaces de integrar la señal dos veces y obtener resultados en unidades de desplazamiento. Si montamos los dos sobre el mismo apoyo en una turbina ¿medirían lo mismo? La respuesta es no.

La sonda de proximidad mide el movimiento relativo entre el apoyo y el eje. El acelerómetro mide la vibración en el apoyo y la convierte en unidades de desplazamiento. Puedes tener situaciones donde el movimiento relativo entre eje y apoyo es pequeño, mientras que la vibración es grande. La sonda de proximidad no medirá esto, el acelerómetro sí.

Los dos sensores miden cosas diferentes. Por esta razón muchos analistas profesionales colocan la sonda de proximidad y también ponen a su vez el acelerómetro en el apoyo. Pueden medir la vibración del apoyo respecto al suelo y como el eje vibra respecto al apoyo. Tienen toda la información.



Acelerómetros triaxiales

Una interesante variación con respecto al paquete normal de acelerómetros es el acelerómetro triaxial. Son tres acelerómetros montados ortogonalmente el uno respecto del otro, formando un único acelerómetro. De forma que desde una sola localización, son capaces de medir vibración en tres direcciones: axial, horizontal y vertical.

Los colectores portátiles de PREDICT DLI, VSC, ITC y otras casas, son capaces de realizar medidas en las tres direcciones diferentes simultáneamente, dando lugar a una medida que tarda casi el mismo tiempo que la normal de un único eje, pero con más información.

Otros tipos de acelerómetros incluyen un calibrador de tensión piezoresistivo y con capacitancia variable. Incluso los modernos ICP pueden usar diferentes cristales y diferentes disposiciones de estos y compresiones de la masa.



Calibración

El calor excesivo y los impactos contra superficies duras pueden dañar a un acelerómetro. Si un acelerómetro cae desde una distancia superior a un metro, el cristal se puede quebrar. Esto afectará a la sensibilidad y a la respuesta de frecuencia. Dado el entorno en el que trabajan la mayoría de los acelerómetros, es buena idea tenerlos registrados y calibrarlos una vez al año.

Ventajas:

Amplio rango de frecuencia.

Gran rango de amplitud

Buena tolerancia a la temperatura.

Robustos y diseñados para una amplia gama de aplicaciones.

Pueden dar respuestas en velocidad y desplazamiento, por medio de integración interna.

Permanecen estables. Pueden ser calibrados cada largo tiempo. Misma vibración, la misma señal.

Desventajas:

No responde por debajo de 1 Hz

Limitaciones en la temperatura debido al amplificador interno.



Calibración

Aplicaciones:

Los acelerómetros disfrutan de muchas aplicaciones en la industria. Desde colectores portátiles de datos hasta sistema de monitorizado en continuo, incluyendo test especiales, los acelerómetros están disponibles para ser usados en una gran variedad de ambientes y velocidades de máquina.

Unidades:

G, RMS o AdB



Seleccionando un Transductor

Una vez tomada la decisión de usar el acelerómetro, se debe ahora decidir si la señal va a ser integrada a velocidad para el análisis.

Antes de eso vamos a introducir el concepto de “las respuesta en frecuencia”.

De una forma ideal, si ponemos un sensor en una máquina la cual vibra de igual manera en todas las frecuencias desde 0 Hz hasta 1 MHz, el sensor producirá una salida de igual nivel de vibración en todas las frecuencias. Pero en la realidad esto no es así.

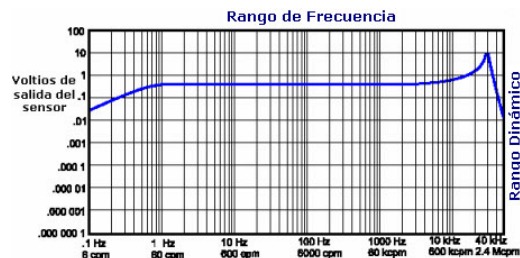
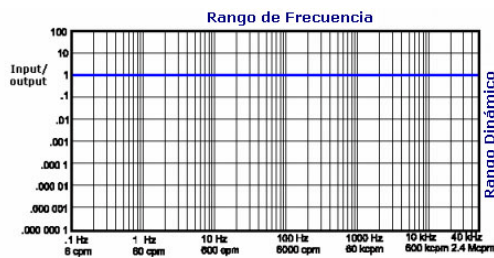
En vez de eso, la naturaleza del sensor, el método de montaje y la electrónica harán que todos los sensores tengan límites en la práctica. Y ese límite depende a menudo de la técnica de montaje, no es lo mismo atornillar que sujetar con la mano.



Seleccionando un Transductor

Representamos la respuesta de frecuencia por medio de una curva representando señal de entrada frente a la señal medida. Para una entrada conocida y constante a todas las frecuencias, miramos a la salida del sensor. Idealmente la curva sería plana.

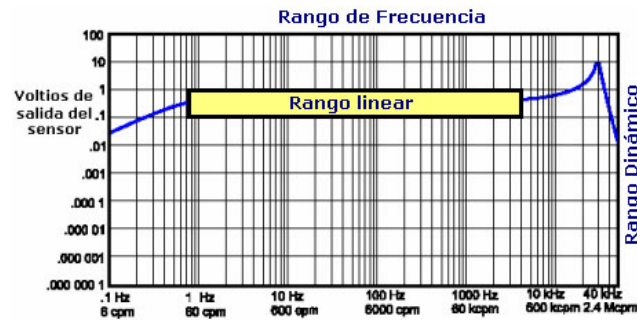
En la realidad hay un límite de baja frecuencia, una región lineal (útil), y una zona de resonancia del sensor a alta frecuencia, después de la cual la respuesta tiende a caer.





Seleccionando un Transductor

Comprender el concepto de respuesta en frecuencia es muy importante. Si deseas analizar datos fuera de la región lineal de frecuencia, puedes encontrarte con todo tipo de problemas de repetibilidad, precisión y desfase.

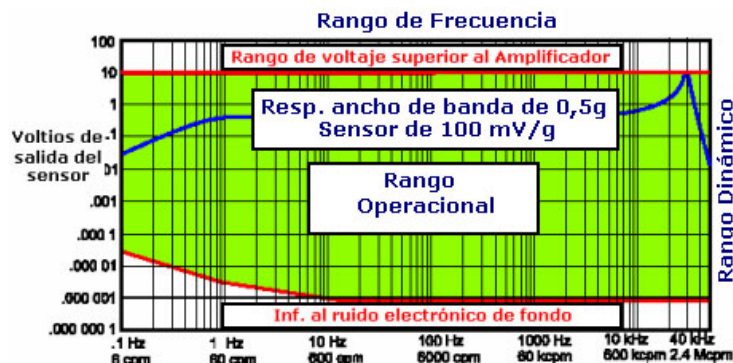


Seleccionando un Transductor

Medidas como Shock pulse, Spike energy, HFD, SPM, SEE y los espectros demodulados, usan datos de alta frecuencia tomados fuera del rango lineal del sensor.

De hecho algunos de ellos se aprovechan de la resonancia del sensor.

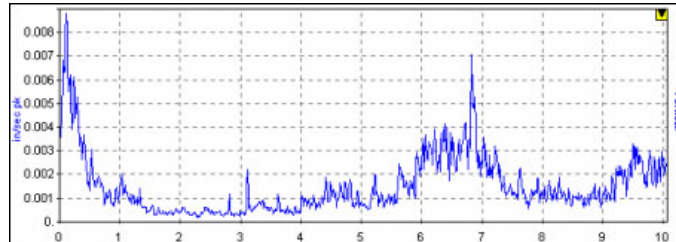
Otra cuestión a considerar es el rango operativo del sensor. Todos los sensores (o sus amplificadores internos) tienen un límite superior del nivel de vibración que pueden manejar. También tienen un límite inferior por debajo del cual, el ruido electrónico es demasiado grande.





Seleccionando un Transductor

Si se supera el límite superior el sensor se satura. El espectro presentará un alto ruido de fondo y la medida será inservible. Viendo esto en el espectro algunos pueden creer que hay un fallo en el sensor. Si embargo, puede ser un dato útil en la diagnosis (a menudo indica alta frecuencia, alta amplitud en la vibración como resultado de cavitación u otro fallo). Por tanto, no pensar automáticamente que algo va mal en el sensor, porque quizá la máquina te esté diciendo algo.



En este caso puedes volver a montar el sensor poniendo una goma entre el sensor y la máquina, que amortigüe la alta frecuencia de vibración.

En el lado opuesto de la escala, hay que tener cuidado con el límite inferior del rango dinámico del sensor. Para máquinas de velocidad lenta, donde las vibraciones son bajas, necesitamos un sensor muy sensible que sea capaz de amplificar las señales lo suficiente, y tiene que tener un ruido de fondo muy pequeño.

33



Seleccionando un Transductor

Hay una amplia gama de acelerómetros disponibles en el mercado, de casas comerciales como Wilcoxon Research, PCB, IMI, Endevco, CTC, SKF, B&K, Metrix, Vibrametrix y otras muchas. Sus representantes comerciales te ayudarán a elegir la mejor opción para tus necesidades.

Hay varios factores a considerar cuando se elige un acelerómetro. Primero la sensibilidad. La sensibilidad es una medida de los niveles de tensión de salida que obtienes en respuesta a un nivel fijo de vibración. Los acelerómetros expresan la sensibilidad en mV/g. Por ejemplo, si el acelerómetro tiene una sensibilidad de 100mV/g, y el nivel de vibración es de 1g, producirá 100 mV de tensión.

Si tienes una máquina de precisión con una velocidad muy baja donde los niveles de vibración son pequeños, necesitas un acelerómetro más sensible. Necesita producir suficiente tensión para que el colector sea capaz de medir. Una sensibilidad típica en estos casos es 1V.

Por otra parte para grandes máquinas muy ruidosas, la sensibilidad necesitará ser mucho más baja, por ejemplo 10 mV/g.

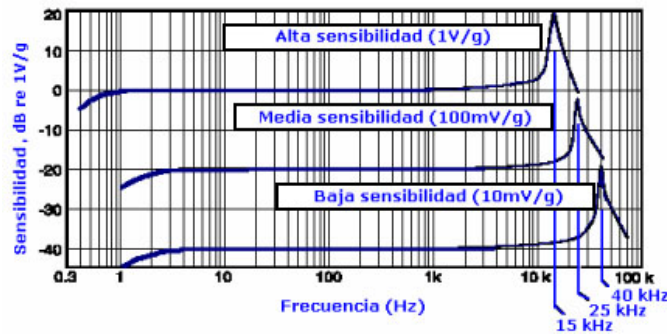
La mayoría de acelerómetros utilizados en sistemas de monitorizado y usados en aplicaciones de monitorizado continuo tienen una sensibilidad de 100mV/g. Estos sensores cubren un amplio rango dinámico, siendo válidos para la mayoría de las pruebas.

34



Seleccionando un Transductor

Debido al diseño de los sensores electrónicos, la respuesta de frecuencia no es la misma para acelerómetros de alta sensibilidad que de baja. Esto es independiente de las repercusiones que puedan tener los diferentes métodos de montaje.



Hay un gran número de aplicaciones para acelerómetros de alta sensibilidad y de baja frecuencia. Hace tiempo, los sensores y colectores no fueron diseñados para tomar tantos datos. Muchas aplicaciones requieren de estos sensores, como en petroquímica, papel y máquina herramienta.



Seleccionando un Transductor

Las especificaciones de un sensor son: amplificador altamente sensible (para dar suficiente señal de salida al colector, generalmente entre 500 mV/g y 1000 mV/g), muy bajo ruido de fondo (sino será amplificado por el amplificador) y muy baja frecuencia (a menudo por debajo de 0.1 Hz o 6 CPM).

Con su gran sensibilidad y por tanto un rango de amplitud más bajo, los sensores son susceptibles de saturarse, especialmente en presencia de vibración significativa de alta frecuencia. Por esta razón, algunos fabricantes utilizan filtros pasa-bajos para atenuar las señales de alta frecuencia.

No se puede usar para todas las medidas un sensor de alta sensibilidad y baja frecuencia ya que debido a las especificaciones de de baja frecuencia del filtro pasaltos, el sensor tarda mucho en estabilizarse tras un shock mecánico, térmico o electrónico. También tienen filtros pasa-bajos limitando su respuesta de frecuencia, lo cual les hace inaceptables para muchos propósitos generales. Y finalmente, debido a su gran ganancia gracias al amplificador, son susceptibles de sobrecargarse. Por esto, aunque estos sensores juegan un papel muy importante en el mantenimiento predictivo, sólo deberán ser usados cuando sus singulares capacidades sean necesarias para aplicaciones específicas.



Seleccionando un Transductor

Otra aplicación muy común de los acelerómetros es su uso en ambientes a alta temperatura, como en máquinas de papel o secadores. Los acelerómetros pueden sobrevivir en condiciones de alta temperatura, aunque tienen un límite debido a su amplificador interno. Por encima de aproximadamente 150° C se recomienda usar un acelerómetro de modo-carga.

El acelerómetro de modo carga usa un amplificador externo de carga, localizado fuera del sensor. Se utiliza un cable resistente al calor para unir los dos. Se debe tener cuidado con los acelerómetros en modo-carga y asegurar la conexión del cable mientras se lleva a cabo la medida, ya que cualquier movimiento provocará ruido electrónico en el cable.



Unidades de Vibración

La señal de vibración puede ser integrada en velocidad, bien digitalmente, bien usando circuitos analógicos en el colector. Algunos sistemas ofrecen la opción de integración doble para unidades de desplazamiento. Muchos fabricantes de sensores también proveen acelerómetros con salidas proporcionales a velocidad o desplazamiento.

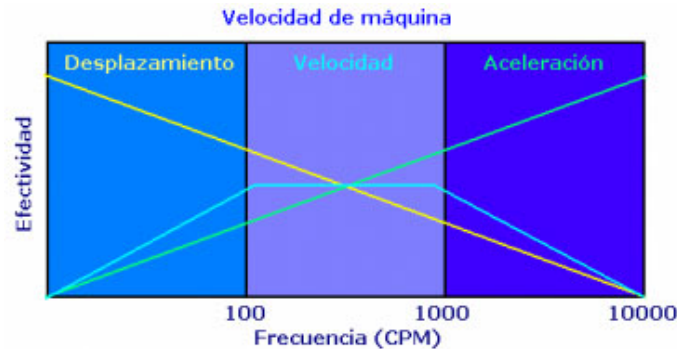
La velocidad se considera una unidad que expresa con mayor claridad la severidad, mientras que la aceleración es más relativa a las fuerzas de la máquina. A altas frecuencias se pueden dar grandes fuerzas, incluso aunque el desplazamiento y la velocidad sean pequeños.

La decisión estará basada en la velocidad de la máquina. Como regla general:

- Desplazamiento: de 0 a 1000 RPM
- Velocidad: entre 1000 y 10000 RPM
- Aceleración: por encima de 10000 RPM



Unidades de Vibración



En vez de eso también puedes considerar las frecuencias de interés:

Desplazamiento: si la vibración es menor de 1000 CPM y la máquina tiene cojinetes.

Velocidad: Si la vibración está entre 600 y 120000 CPM

Aceleración: si la vibración es mayor de 60000 CPM

Las unidades de velocidad son las más usadas en el moderno mantenimiento predictivo, aunque la aceleración se debería de usar cuando se analizan rodamientos. El espectro y la onda temporal brindan una mayor información muy útil a altas frecuencias.

Algunos profesionales toman datos incluso en dos rangos de frecuencia, (bajo y alto). El primero alrededor de 10 veces la velocidad de la máquina, en unidades de velocidad. El segundo alrededor de 100 veces la velocidad de la máquina, en unidades de aceleración.



Unidades de Vibración

En vez de eso también puedes considerar las frecuencias de interés:

Desplazamiento: si la vibración es menor de 1000 CPM y la máquina tiene cojinetes.

Velocidad: Si la vibración está entre 600 y 120000 CPM

Aceleración: si la vibración es mayor de 60000 CPM

Las unidades de velocidad son las más usadas en el moderno mantenimiento predictivo, aunque la aceleración se debería de usar cuando se analizan rodamientos. El espectro y la onda temporal brindan una mayor información muy útil a altas frecuencias.

Algunos profesionales toman datos incluso en dos rangos de frecuencia, (bajo y alto). El primero alrededor de 10 veces la velocidad de la máquina, en unidades de velocidad. El segundo alrededor de 100 veces la velocidad de la máquina, en unidades de aceleración.



Tomando medidas rutinarias

El fundamento de la toma de medidas rutinarias consiste en desplazarse de una máquina a otra recogiendo datos de vibración. A lo largo de estos apuntes se ha mencionado la frecuencia con la que hay que tomar medidas (mensual, trimestral, etc.) y que tipos de medida hay que tomar (valores globales, onda temporal, espectros...). Ahora vamos a desarrollar el procedimiento de toma de datos.

Anteriormente se comentó el tema de repetibilidad. Se dijo que el sensor se debe montar en las máquinas siempre del mismo modo. Se hace esto para que la única razón en el cambio de los niveles de vibración sea un cambio en el estado de la máquina. Pero puede pasar que la máquina esté funcionando a diferente velocidad o carga. Las medidas de vibración se ven afectadas por estos parámetros y por otros. Nuestra labor es tratar de definir una gama repetible y controlable de condiciones de ensayo. Algunas veces esto puede ser imposible o al menos muy difícil. Esto conlleva un alto grado de coordinación con los operarios de la planta. Si se sabe cuando la máquina va a operar a una velocidad/carga determinada, entonces será cuando se realicen las pruebas.



Tomando medidas rutinarias

Pero si no es posible establecer medidas repetibles a las mismas condiciones, por razones de producción, se deberá añadir una nueva máquina a la base de datos, una máquina por cada diferente situación de trabajo. Por ejemplo, se puede configurar una máquina llamada "bomba 1X1500RPM" y otra "bomba 1X2200RPM", y así sucesivamente. Entonces, cuando llega el momento de medir la máquina, tendrás que identificar el estado de operación y tomar las medidas bajo el nombre correcto en el colector. En algunos colectores se tiene la opción de grabar estas condiciones de operación, incluso puede preguntar la velocidad o carga de la máquina.

En muchos colectores se puede obtener una visión preliminar de algún dato antes de guardar la medida. Quizá se puede obtener una lectura del valor global o incluso una onda/espectro. Si se está habituado a la vibración y a la máquina, se puede hacer un chequeo y comprobar si los niveles son adecuados, si no es así comprueba la fijación del sensor y las condiciones de trabajo de la máquina.

Se debe hacer hincapié en la importancia de la toma de datos de forma que lo único que cambien entre las medidas sea la condición de la máquina. Si no, tan pronto como se registre un cambio, te verás obligado a volver a medir la máquina porque no tienes la confianza suficiente en tus datos.



Tomando medidas rutinarias

Algunos sistemas llegan muy lejos para ofrecer un alto nivel de repetibilidad, utilizando tacos de fijación e incluso códigos de barras para identificar los puntos



Reconociendo datos malos

Cuando analizas datos de vibración, ocasionalmente verás medidas que parecen inusuales. Necesitas ser capaz de reconocer cuando una medida no ha sido tomada correctamente. El problema podría ser debido al modo en el que el sensor fue montado, o a un fallo en el sensor o en el cable.



Tiempos de estabilización de encendido

Recordar que el sensor tiene incorporado un amplificador, y en algunos casos un circuito integrado. Cuando se alimenta un sensor, su señal será inestable mientras el circuito se estabiliza. Durante este tiempo, la sonda mostrará una corriente directa descompensada y el efecto "ski slope". Si se observa este efecto, se debe incrementar el tiempo de espera en el software del PC, para controlar las operaciones del colector de datos. El tiempo de espera será mayor para acelerómetros diseñados para aplicaciones a baja frecuencia. Esto solo es aplicable a acelerómetros ICP.



Transitorios térmicos

Si un sensor pasa de una superficie fría a una caliente o viceversa, sufrirá un transitorio térmico. Esto también causará una fluctuación en la salida, que se verá en la onda y en el espectro en forma de "ski slope". En este caso, o aumentas el tiempo de espera, o simplemente montas el sensor y esperas unos momentos antes de empezar a medir.



Superficies sucias causan pérdidas de contenido en altas frecuencias

Si se observa que el contenido de alta frecuencia de la medida "falta" o está reducido (solo verás esto si comparas con anteriores tomas de datos), entonces puede ser que el sensor no fue montado correctamente. Si la zona de contacto está sucia, la respuesta de frecuencia se verá reducida, ya que el contenido de alta frecuencia no será transmitido a través del sensor. Se tiene que mejorar la técnica de recolección de datos asegurando que la superficie está limpia y suave antes de la prueba. Si estás usando un taco de fijación, se deben poner "caperuzas" que mantengan la superficie libre de impurezas.



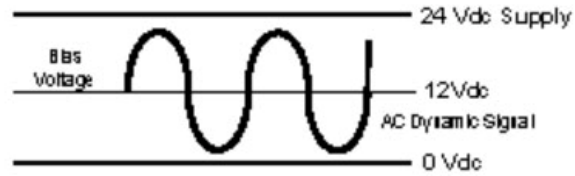
Armónicos debidos a mal contacto

Si en la medida aparecen armónicos inesperados en un solo punto, puede indicar que el sensor no hizo un contacto fuerte con la máquina. El sensor pudo traquetear generando armónicos. Si los armónicos se detectan en otros puntos de la máquina, es más probable que la máquina tenga un problema de holguras o algo parecido.



Problemas del sensor

Los acelerómetros ICP funcionan por medio de una corriente continua llevada sobre las conexiones del acelerómetro. La señal dinámica de corriente alterna es entonces superpuesta a la corriente continua, dando lugar a un rango que va desde 0 V hasta el límite de la alimentación, generalmente entre 18 y 30 V. El colector elimina la corriente continua "bias", dejando la señal dinámica.



Observando el nivel de la señal, y comprobando la corriente continua, (cuando se sospecha un fallo), es posible detectar el rango del sensor y errores del cable.