

Desgaste de máquinas: cómo ha evolucionado el análisis de vibraciones para aumentar la vida útil

La mayoría de las máquinas tienen piezas giratorias y esas piezas giratorias vibran. La medida de las vibraciones en dichas piezas puede proporcionar mucha información sobre el estado de una máquina. El ruido de los rodamientos desgastados o las sacudidas, las vibraciones o los golpes de las piezas sueltas, mal alineadas o desequilibradas nos revelan muchas cosas de una máquina si prestamos atención.

El arte y la ciencia de medir e interpretar los ruidos y sacudidas, es decir, el análisis de vibraciones, existe desde hace décadas. Aunque históricamente se han encargado de ello especialistas en el funcionamiento de determinados instrumentos para equipos críticos en grandes compañías y organismos públicos, los mecánicos también se han valido del análisis de vibraciones utilizando un estetoscopio o un instrumento similar. El análisis de vibraciones en maquinaria giratoria ha ido ganando popularidad desde hace más de cuatro décadas ya que pueden identificarse miles de averías sin necesidad de detener la máquina o desmontarla. Los recientes avances en el campo de los sensores de vibración, la adquisición de datos y las técnicas de análisis, no obstante, están permitiendo hacer el análisis de vibraciones más barato, más fácil y mucho más difundido.

El análisis de vibraciones es un componente esencial de cualquier sistema de mantenimiento basado en el estado. Como alternativa a la estrategia de "hacer funcionar hasta que se rompa", la estrategia de mantenimiento basado en el estado comprueba el estado de la máquina y no exige desmontarla para averiguarlo. Cuando aparece una avería en la máquina, la reparación se planifica cuando se necesita, ni antes ni después.

Así funciona: A partir del análisis de patrones y de las amplitudes de los picos de vibración a determinadas frecuencias se han desarrollado reglas y algoritmos para diagnosticar los problemas de las máquinas. Esto se hace automáticamente conectando un sensor (normalmente un acelerómetro) a los rodamientos de la máquina y midiendo las frecuencias de vibración transmitidas desde el eje de rotación, a través de los rodamientos, a la superficie metálica externa de la máquina y al sensor.



Entender el análisis de vibraciones puede transformar un sistema de "hacer funcionar hasta que se rompa" en un programa de mantenimiento proactivo basado en el estado.

Éstos son algunas de las averías mecánicas más importantes que puede revelar el análisis de vibraciones:

1. **Desequilibrio:** un "punto pesado" de un componente giratorio provoca vibraciones cuando el peso desequilibrado rota alrededor del eje de la máquina, generando una fuerza centrífuga que ocasiona un desgaste prematuro de los rodamientos y juntas y el desperdicio de energía.
2. **Alineamiento incorrecto:** cuando los ejes no están centrados, se pueden generar grandes fuerzas. Las fuerzas mal alineadas sobre los ejes, por ejemplo en un motor y una bomba, provocarán un desgaste prematuro de rodamientos y juntas y el desperdicio de energía.
3. **Desgaste:** a medida que se desgastan, algunos componentes, como rodamientos, correas de transmisión o engranajes, pueden producir vibraciones. Cuando el anillo de un rodamiento de rodillos se

daña, por ejemplo, los rodillos producirán vibraciones cada vez que pasen por la zona dañada. También puede provocar vibraciones un diente de un engranaje que esté picado o desgastado, o una correa giratoria que se esté rompiendo.

4. **Holgura:** las vibraciones que, de otra forma, pasarían inadvertidas, pueden convertirse en evidentes y destructivas si el componente que vibra tiene los rodamientos flojos o está unido a su soporte sin firmeza. Esta holgura puede estar causada, o no, por las vibraciones subyacentes.

Las CUATRO AVERÍAS

más frecuentes que puede revelar el análisis de vibraciones

1. Desequilibrio
2. Desalineamiento
3. Desgaste
4. Holgura

Los instrumentos para análisis de vibraciones al rescate

En los últimos 30 años, solo ha habido dos instrumentos para el análisis de vibraciones: analizadores de gama alta y medidores de vibración de tipo lápiz. Recientemente han ganado aceptación dos nuevas categorías de instrumentos para medida de vibraciones, ayudando así a los técnicos corrientes a cubrir la brecha existente entre los complejos analizadores de vibraciones y los simples lápices. Estos nuevos instrumentos son el comprobador de vibraciones y el medidor de vibraciones.

Dispositivo de comprobación de vibraciones	Ventajas/inconvenientes
Analizador de vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> • Esencial para máquinas complejas máquinas críticas en tareas de producción • Requiere un operario experto con un elevado nivel de conocimientos • Genera una gran cantidad de datos complejos, que requieren análisis • Gran inversión inicial y puede exigir el pago periódico de cuotas por licencia
Comprobador de vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuado para la gran mayoría de máquinas de la planta • Respuesta condicionada por máquina totalmente automatizada sin análisis manual • Coste inicial, recursos y formación mínimos • Facilidad de uso
Medidor de vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> • Múltiples lecturas con un solo instrumento: vibraciones en general, impacto de rodamientos, temperatura por infrarrojos, estado de rodamientos, examen de estado de máquina
Medidor de vibraciones tipo lápiz	<ul style="list-style-type: none"> • Una sola función (valor de vibración) • Confía en la experiencia del operario para proporcionar cualquier tipo de resultado.

Existen distintos tipos de instrumentos para el análisis de vibraciones, desde analizadores de vibraciones altamente sofisticados hasta medidores de tipo lápiz. Cada instrumento tiene sus propios puntos fuertes y detecta diferentes problemas relacionados con las vibraciones.

Analizador de vibraciones

Los analizadores de vibraciones efectúan un análisis sofisticado del estado de la máquina. Analizan espectros de vibraciones (amplitud de vibración en comparación con la frecuencia), crean una referencia para el equipo analizado y analizan las tendencias de los resultados a lo largo del tiempo. Este sofisticado análisis no solo ofrece información acerca de la existencia de un problema, sino que también ayuda a los usuarios a entender el origen del problema y el tiempo para la avería. No obstante, este tipo tradicional de técnica para la solución de problemas de vibración requiere de una gran formación y un sólido conocimiento del espectro y el historial del equipo.

Cuándo utilizarlo:

- Para máquinas grandes y complejas, con muchas variables, como máquinas para papel, máquinas multiteje, turbinas, etc.
- Para solución de problemas mediante análisis en tiempo real, pruebas de impacto, fase de canal cruzado y pruebas de resonancia en caso de averías distintas a los 4 tipos más comunes descritos anteriormente.

Comprobador de vibraciones

La comprobación de vibraciones proporciona un diagnóstico automatizado de las averías más comunes en la mayor parte de las máquinas giratorias—averías específicas, gravedad de la avería y recomendaciones sobre reparación. El comprobador funciona como registrador de datos de 4 canales, pero el fabricante modifica numerosas características y funciones para facilitar el uso por parte de técnicos con una formación y experiencia mínimas. Es posible que un analista de vibraciones experimentado considere necesarias estas funciones, pero un equipo grande de expertos en vibraciones, con más de 30 años de experiencia, ha demostrado que, para el diagnóstico de las averías más comunes en la mayoría

de las máquinas giratorias, no se requieren técnicas avanzadas de solución de problemas. Dicho de otro modo, para tratar un catarro común no es necesario visitar a un cirujano—basta con un médico de cabecera. Deje que el comprobador le ayude a encontrar las averías más comunes y deje la resolución de problemas avanzados en manos del analizador.

Cuándo utilizarlo:

- Para la mayoría de las máquinas con pocas variables: motores, bombas, ventiladores, compresores, correas, engranajes
- Para diagnóstico de las averías de máquina más comunes (90%): desequilibrio, desalineamiento, desgaste de rodamientos, holgura
- Para técnicos que tienen muchas otras tareas que hacer (y poco tiempo para analizar gráficos complejos)



Medidor de vibraciones

Cuando utilice un medidor de vibraciones, tendrá la capacidad de medir y comparar la vibración en general con una base de datos de valores de máquina reales, con el fin de ofrecer al usuario unos resultados fáciles de entender. El **medidor de vibraciones Fluke 805** tiene una punta sensora que combina la vibración y la fuerza, y que compensa las variaciones introducidas por el usuario (fuerza o ángulo)— proporcionando así lecturas precisas y repetibles. Este medidor tiene una escala de gravedad de cuatro niveles y un procesador integrado que proporciona información sobre el estado de los rodamientos y de la máquina en general con alertas de texto fáciles de entender. En un par de segundos, puede leer un amplio rango de frecuencias (de 10 a 1000 Hz y de 4000 a 20.000 Hz), que cubre la mayoría de tipos de máquinas y componentes. La interfaz de usuario directa del modelo Fluke 805 minimiza las entradas del usuario al rango de rpm y al tipo de equipo. Esto ofrece al personal de mantenimiento de primera línea y a los operarios una herramienta de filtrado para determinar qué equipos están bien y cuáles necesitan más pruebas.



Cuándo utilizarlo:

- Para comprobar todas las máquinas—cientos de máquinas prescindibles o reemplazables, así como una rápida comprobación de las máquinas críticas a diario, entre las pruebas efectuadas por el analista.
- Para el filtrado de todas las máquinas (100%): utilice vibración general, impacto de rodamientos y temperatura de rodamientos para determinar si la máquina funciona bien o mal. El medidor de vibraciones es cinco instrumentos en uno: no solo una, como el lápiz medidor de vibraciones.

Medidor de vibraciones tipo lápiz

Un lápiz medidor de vibraciones es un instrumento con una sola función que mide las vibraciones provocadas por problemas rotacionales y estructurales, y puede ayudar a identificar algunos problemas con rodamientos o engranajes de elementos giratorios.

Los medidores de vibraciones de tipo lápiz son fáciles de utilizar y ofrecen un simple número, que corresponde a la vibración general procedente de la máquina. Sin embargo, este número requiere conocimientos acerca de la máquina para poder determinar su significado. ¿Es un valor malo para el equipo? ¿Cuál es la gravedad de la avería? ¿Qué tipo de avería es? ¿Qué acción hay que emprender?

Cuándo utilizarlo:

- Para diagnóstico sencillo de máquinas menos complejas.

Principios de las medidas de vibraciones

Medir vibraciones no es como medir temperatura o tensión. Cuando se utiliza instrumentos de prueba

para sistemas eléctricos, cabe esperar un valor repetible una y otra vez. Pero el uso de un acelerómetro piezoeléctrico para medir la vibración de un tren de máquinas es otra historia. No se está midiendo la vibración en su fuente (desde el eje de rotación), sino que se mide desde la ubicación del rodamiento en la máquina. Esto significa que se está midiendo realmente la respuesta de la estructura de la máquina a la vibración procedente del eje de rotación en el interior, los componentes del eje, los rodamientos, las cubiertas y la base. Existen muchas vibraciones aleatorias, mezcladas con las vibraciones del eje de rotación. Incluso la vibración repetible del eje de rotación tiene muchas variables (resonancias, velocidad y carga, emplazamiento, montaje del sensor, entorno, funcionamiento, ruido, excitación y otros factores de la máquina).

Cómo reducir la vibración aleatoria, el ruido y las variables

- Asegúrese de que el equipo funciona a la misma velocidad y carga cada vez que se hace una medida.
- Asegúrese de que la máquina funcione bajo las mismas condiciones.
- Asegúrese de que las máquinas de la misma zona funcionan bajo las mismas condiciones.

Puede hacer todo lo posible por minimizar la vibración aleatoria y reducir la variabilidad, pero el espectro de vibraciones nunca será exactamente el mismo. La única forma de lograr este tipo de repetibilidad sería en un entorno de laboratorio en el espacio. Desde el momento en que la vibración del eje de rotación se transmite (a través del rodamiento) a la parte exterior de la carcasa de dicho rodamiento y al sensor acoplado mediante un imán, y se mezcla con las resonancias y el ruido de la máquina, la base, los equipos contiguos y la estructura circundante, hay demasiadas variables en juego para poder esperar una repetibilidad exacta, y esta es la razón por la que es tan importante utilizar el instrumento adecuado.

Tras décadas de análisis de vibraciones con máquinas primitivas o extremadamente difíciles de manejar y costosas, los recientes avances han posibilitado un espectro más amplio de aplicación. Como componente esencial de los programas de mantenimiento basado en el estado en la actualidad, el análisis de vibraciones continúa evolucionando con instrumentos más accesibles y asequibles para el usuario medio.

El instrumento que salvó la empresa láctea

Eric Trummel, responsable de mantenimiento de Alpenrose Dairy en Portland (Oregón, EE.UU.) recuerda un incidente cuando un contratista experto en análisis de vibraciones advirtió sobre el deterioro de los rodamientos en un importante compresor de aire durante una comprobación semestral. Uno de los rodamientos estaba averiado y el equipo debía solucionar el problema en un plazo de meses. "La semana siguiente, el compresor se paró, lo cual afectó a la producción de la planta", comentó Trummel. "Por eso el Fluke 810 es tan importante para nosotros", prosigue Trummel. "Conviene tener esta opción dentro de la misma empresa y comprobar los equipos cada dos semanas. Así sabemos mejor cómo marcha todo."

"Gracias a Fluke podemos realizar una lectura semanal o mensual", afirma Trummel. "Si detectamos algún cambio, generamos un análisis de tendencia con esos datos. Y si observamos que hay cambios en nuestras frecuencias, tenemos que tomar cartas en el asunto. Por supuesto, no podemos comprobar todos y cada uno de los componentes de la planta cada mes. Damos prioridad a los diferentes equipos para su comprobación mensual o trimestral y nos basamos en las diferentes lecturas de referencia para establecer las prioridades".



En Alpenrose Dairy, el análisis de vibraciones periódico proporciona datos para análisis de tendencias en un entorno de mantenimiento proactivo.

Fluke. *Manteniendo su mundo en marcha.*

Fluke Ibérica, S.L.
 Avda de la Industria, 32
 Edificio Payma
 28108 Alcobendas (Madrid)
 Spain
 Tel: +34 91 414 0100
 Fax: +34 91 414 0101
 E-mail: cs.es@fluke.com
 Acceso a Internet: www.fluke.es

©2016 Fluke Corporation. Reservados todos los derechos. Información sujeta a modificación sin previo aviso. 4/2016 6007639a-es

No se permite ninguna modificación de este documento sin permiso escrito de Fluke Corporation.

John Bernet es especialista en productos y aplicaciones mecánicas de Fluke. Durante sus más de 30 años de experiencia en el mantenimiento y funcionamiento de plantas de energía nuclear y maquinarias en otras plantas, John ha trabajado con clientes de todos los sectores implementando programas de fiabilidad. John es un analista certificado de vibraciones de categoría 2 con más de 20 años de experiencia en el diagnóstico de averías en máquinas. John prestó servicio en la Marina de EE.UU. como electricista durante 12 años. John cuenta con la acreditación CMRP como profesional certificado en mantenimiento y fiabilidad.