

Descripción de los beneficios del monitoreo y el análisis de las vibraciones

Nota de aplicación

Cómo implementar un mantenimiento basado en el estado

Muchas plantas aún funcionan con una estrategia de mantenimiento del tipo "hasta que deje de funcionar". De este modo, no se aplican medidas hasta que la maquinaria falla; por lo que el personal de mantenimiento va de un desastre a otro. Los costos de mantenimiento y las pérdidas de producción son elevados.



Algunas empresas se pasaron al mantenimiento preventivo o conforme a un calendario. Las medidas se planifican sin tener en cuenta el estado actual del equipo. Con este enfoque, puede que las máquinas sin fallas se reparen sin ninguna necesidad, lo que da como resultado costos más altos del programa.

Durante los últimos 30 años, la Marina de los EE. UU. y otras empresas que forman parte de Fortune 500 pasaron de un mantenimiento preventivo a uno basado en el estado. En los mantenimientos basados en el estado, las máquinas se miden con métodos como el análisis de vibración, que no requiere el

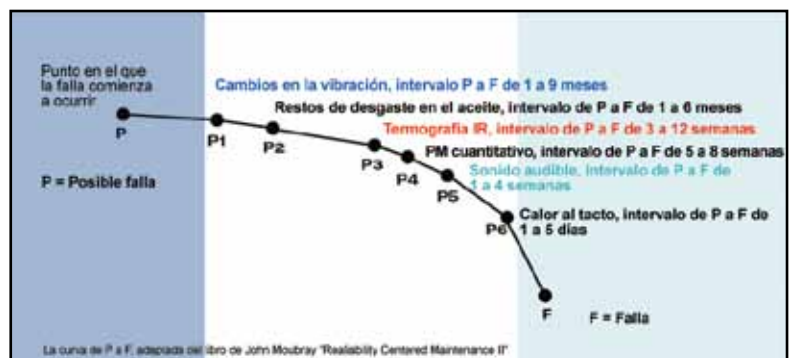
desmantelamiento de la máquina para encontrar la falla. Cuando aparece una falla en la máquina, la reparación se planifica cuando se necesita, ni antes ni después.

Indicadores prematuros del estado de la máquina

Se utilizan varias tecnologías para medir y diagnosticar el estado de la máquina. Dos de las más importantes son la comprobación de vibraciones y la termografía infrarroja. El gráfico muestra cómo puede detectar los cambios, primero con la comprobación de vibraciones y luego con la termografía infrarroja. Poco tiempo después de la falla de la máquina, puede escuchar ruidos audibles y sentir calor.

Beneficios de la comprobación prematura de las vibraciones:

- **Anticipación.** Da tiempo al personal de mantenimiento para planificar las reparaciones necesarias y para adquirir las piezas adecuadas.
- **Seguridad.** Se puede retirar el equipo defectuoso antes de que ocurra una falla peligrosa.
- **Ingresos.** Incurra en menos fallas inesperadas y graves, lo que evita interrupciones en la producción que afectan los resultados finales.
- **Intervalos de mantenimiento más largos.** Extienda la vida útil del equipo y planifique los mantenimientos a medida que se necesiten.



- **Confiabilidad.** Incurra en menos fallas inesperadas o catastróficas, ya que las zonas problemáticas se pueden anticipar antes de que fallen.
- **Tranquilidad.** Genere confianza en las planificaciones de mantenimiento, la planificación del presupuesto y las estimaciones de productividad.

Mecánica de la comprobación de vibraciones

Un transductor capta las señales de vibración de los rodamientos y las transmite a un dispositivo recopilador de datos.

A continuación, se indican algunos puntos importantes acerca de la mecánica de la comprobación de las vibraciones:

- Todos los equipos rotativos generan una señal única de vibración o *intonía*.
- Estas señales únicas se capturan normalmente en serie, con la amplitud de la señal (eje y) representada en función al tiempo (eje x). Esto se denomina *forma de onda temporal*.
- La forma de la onda contiene información acerca de la máquina en el punto de medición. La vibración proviene del eje rotativo, las máquinas adyacentes, la base, el ruido, los componentes rotativos, las resonancias estructurales, las turbulencias de flujo y otras fuentes.
- Sin embargo, los patrones de distintos eventos se sobreponen y se mezclan. Separar y aislar una señal de vibración de otra es complicado.
- Los análisis de la frecuencia realizados en el recopilador de datos simplifican la forma de onda en algunos patrones repetitivos. La *transformada rápida de Fourier (FFT)* es un algoritmo matemático que aplica la herramienta de comprobación de las vibraciones para separar señales individuales de vibración.

- El *espectro* es el gráfico de cada una de estas señales individuales en un simple gráfico de amplitud (eje y) en función de la frecuencia (eje x).

Podemos simplificarlo en un proceso de tres etapas.

1. **Identificación de los picos de vibración**, ya que estos se relacionan con el componente de origen de la máquina.
2. **Búsqueda de patrones** en los datos basados en las reglas de vibración.
3. **Medición de la amplitud** del pico de vibración para determinar la gravedad de la falla.

Una vez que se determinan la falla y la gravedad, puede recomendar una reparación y generar una orden de trabajo.

Fallas en los rodamientos

Un estudio realizado por SKF Group analizó la vida útil de 30 rodamientos idénticos y descubrió una gran diferencia. Esto excluye el uso de un programa efectivo de mantenimiento conforme a un calendario.

Otro estudio descubrió que las fallas en los rodamientos pueden representar alrededor del 60 % de fallas mecánicas. Aunque los rodamientos son un factor principal en los problemas mecánicos, a veces las fallas en los rodamientos son la consecuencia de un problema fundamental diferente, como un desequilibrio. Algunos clientes reemplazan los rodamientos cada varios meses hasta que aprenden a equilibrar y alinear la máquina; esto se traduce en una mayor vida útil de los rodamientos. Las causas de las fallas de los rodamientos son:

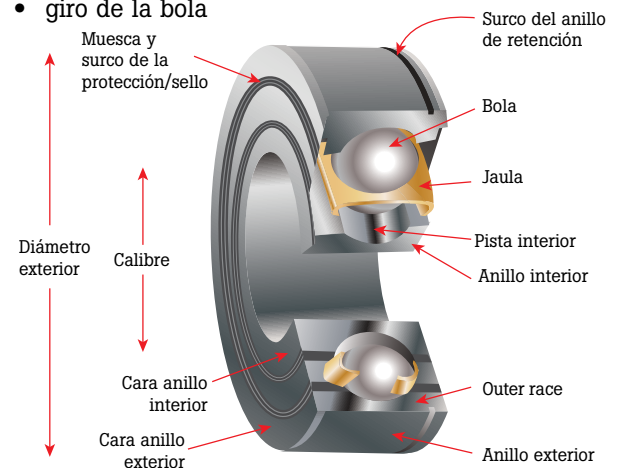
- instalación deficiente
- lubricación deficiente
- contaminación
- desgaste/fatiga
- otras fallas

Un rodamiento de bolas (también llamado "cojinete") transporta una carga mediante la colocación de elementos redondos entre las dos piezas. En la actualidad, la mayoría de las máquinas tienen rodamientos de bolas

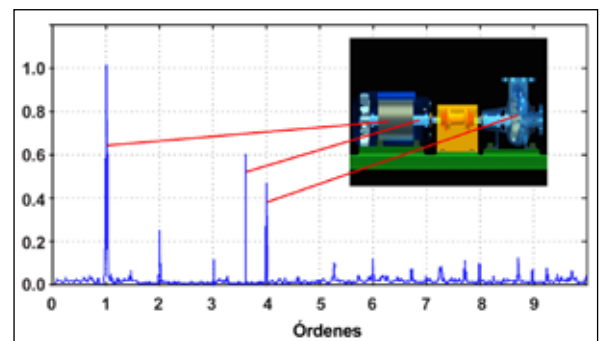
Análisis de los rodamientos de bolas

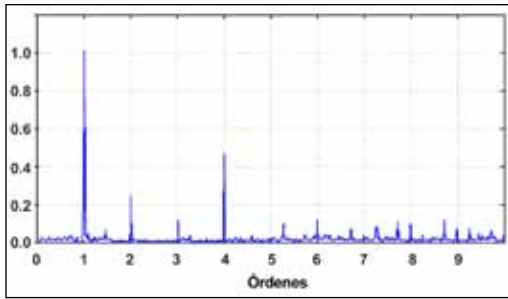
Las frecuencias de los rodamientos no son sincrónicas. La geometría de las bolas, la jaula y las pistas se muestran a diferentes velocidades; estas velocidades no son un múltiplo de la velocidad del eje. En la mayoría de los casos, los picos no sincrónicos son los rodamientos de bolas. La mayoría de los programas de vibraciones utilizan las siguientes frecuencias de rodamientos:

- pista interior
- pista exterior
- jaula
- giro de la bola

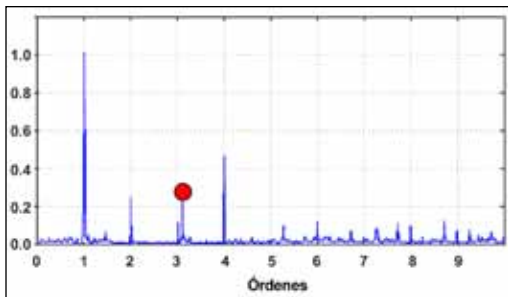


En el gráfico se muestra un ejemplo de los datos con una falla de los rodamientos. Tenga en cuenta que la vibración máxima del eje ocurre una vez la velocidad del eje (1.775 RPM). Cuatro paletas del impulsor de la bomba y siete aspas del ventilador de enfriamiento se encuentran dentro del sistema. Un gran pico de vibración ocurre 3,56 veces en la velocidad del eje. No puede tener 3,56 aspas del ventilador o 3,56 paletas del impulsor.

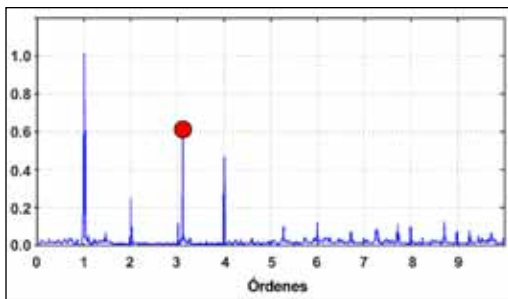




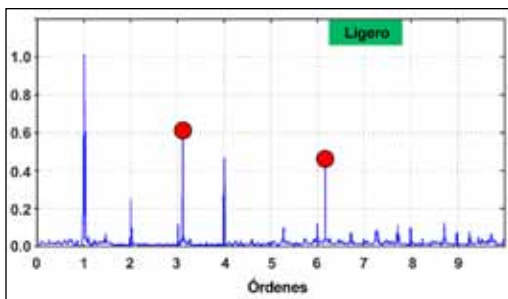
1. Desgaste prematuro de los rodamientos solo en el rango alto.



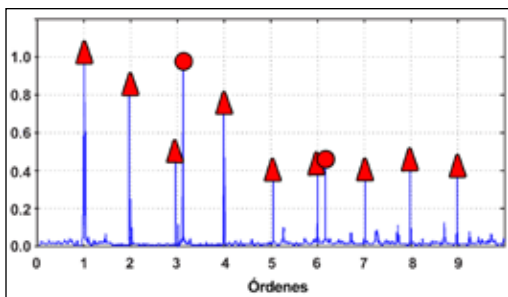
2. Picos no sincrónicos en el rango bajo.



3. Pico no sincrónico aumentado.



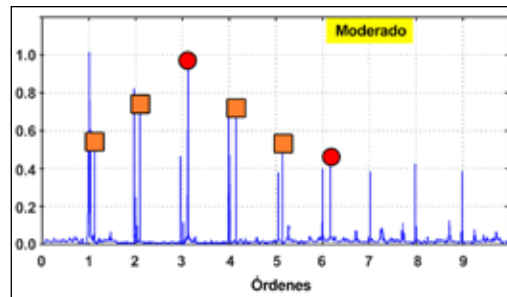
4. Armónico de tono del rodamiento.



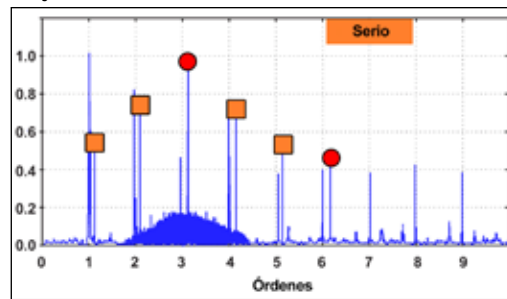
5. Holgura (armónico del eje de motor).

Las nueve etapas de desgaste de los rodamientos

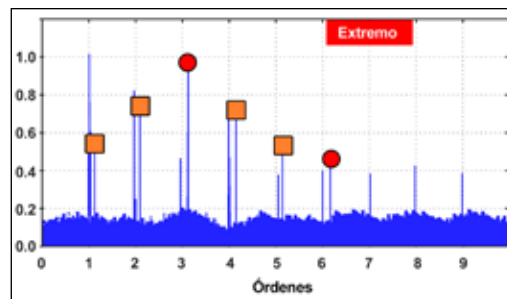
Existen más de 4700 reglas para las fallas de máquinas. Estas reglas se basan en el análisis de patrones detectados en la maquinaria rotativa y se implementan en el motor de diagnóstico en el medidor de vibraciones Fluke 810. Las fallas más comunes son por desequilibrio, desalineación, holgura y fallas de los rodamientos. Las nueve etapas que se indican a continuación muestran los cambios en los patrones a medida que avanza el desgaste de los rodamientos.



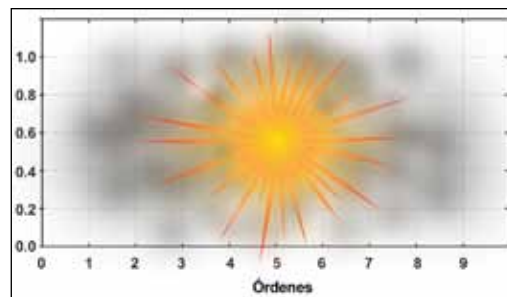
6. Tono del rodamiento y bandas laterales del eje de motor.



7. Pico de ruido cerca del tono del rodamiento.



8. Aumento del piso de ruido completo.



9. Falla de rodamiento.

Análisis tradicional de los rodamientos

¿Cómo detecta un analista de vibraciones los rodamientos que presentan fallas? Primero, el analista observa las formas de onda temporal. Se requiere de muchos años de entrenamiento y años de experiencia en análisis de formas de onda temporal para hacer esto.

Existe otra técnica, pero exige mucho tiempo: Póngase en contacto con el fabricante de los rodamientos y obtenga una tabla de frecuencias del rodamiento. Luego puede comparar las frecuencias para ver si corresponden con los picos no sincrónicos que encuentre en los datos. Si estos corresponden, entonces ha encontrado la falla de los rodamientos. Si no corresponden, probablemente tenga un rodamiento diferente a lo esperado.

Si esto es así, determine si algún tercero reemplazó el rodamiento con uno de otro proveedor sin actualizar los registros de mantenimiento.

Lápices medidores, medidores y comprobadores de vibraciones

La herramienta más básica para medir la vibración es el lápiz medidor de vibraciones. Con un lápiz medidor de vibraciones, puede medir las variables específicas, como la condición y la temperatura del rodamiento.

Cuando se cambie al medidor de vibraciones, tendrá la capacidad de medir la vibración general, además de las variables específicas. Un medidor de vibraciones Fluke 805 tiene una punta con un sensor que mide la vibración y la fuerza, y compensa

las variaciones ingresadas por el usuario (fuerza o ángulo), lo que proporciona lecturas precisas y repetibles. Este medidor tiene una escala de gravedad de cuatro niveles y un procesador integrado que evalúa el estado de los rodamientos y las vibraciones generales con alertas de lectura sencilla (Bueno, Satisfactorio, Insatisfactorio, Inaceptable). Los sensores pueden leer un extenso rango de frecuencias (de 10 a 1000 Hz y de 4000 a 20 000 Hz), lo que cubre gran parte de los tipos de máquinas y componentes. La interfaz de usuario directa del modelo 805 minimiza las entradas del usuario al rango RPM y al tipo de equipo.

El medidor de vibraciones Fluke 810, una herramienta avanzada de comprobación de las vibraciones, cuenta con un motor de diagnóstico que combina los algoritmos con una base de datos que ofrece una experiencia real de medición.



Fluke. *Manteniendo su mundo en marcha.®*

Fluke Corporation
Everett, WA 98206 EE.UU.

Latin America
Tel: +1 (425) 446-5500
Web: www.fluke.com/laam

Para obtener información adicional póngase en contacto con:

En EE. UU. (800) 443-5853 o
Fax (425) 446-5116
Europa/Medio Oriente/África
+31 (0)40 267 5100 o
Fax +31 (0)40 267 5222
En Canadá (800)-36-FLUKE o
Fax +1 (425) 446-5116
Acceso a Internet: www.fluke.com

©2014 Fluke Corporation. Reservados todos los derechos. Impreso en los Países Bajos. Información sujeta a modificación sin previo aviso. 12/2014 4332316A_LAES

No está permitido modificar este documento sin autorización por escrito de Fluke Corporation.