

## Equipos portátiles de medida de vibración para diagnóstico de maquinaria

### Introducción

---

En este artículo se realiza una descripción y clasificación de las tecnologías aplicadas a la supervisión y diagnóstico de maquinaria rotativa por vibraciones. Esta información le resultará muy útil al ingeniero de mantenimiento que pretende aumentar la fiabilidad de su parque de maquinaria crítica mediante la aplicación de las modernas técnicas de diagnóstico predictivo para la maquinaria crítica.

*Figura 1. Colector de vibraciones portátil para toma de datos de vibración en ruta y posterior descarga de los datos medidos a un software predictivo.*



Las necesidades del mundo industrial en materia de diagnóstico de maquinaria han propiciado el desarrollo de equipos y software para la medida y análisis de la vibración de la maquinaria rotativa crítica. Estas tecnologías pueden clasificarse de la siguiente manera desde el punto de vista de su aplicación:

- **Analizadores de vibraciones.** Permiten la configuración en campo para la medición de espectros y ondas. También suelen combinarse con software para la descarga y almacenamiento de las gráficas de la vibración. Si bien existen analizadores de vibración que carecen de funciones para diagnóstico predictivo, muchos fabricantes cuentan con analizadores o colectores que con la misma base de hardware pueden cargar firmware con unas y/u otras funciones.
- **Colectores analizadores portátiles para medidas periódicas de vibración.** Los equipos portátiles de medida de vibración que se aplican al diagnóstico de maquinaria son compactos y ligeros para que sea operativo su uso en campo. Estos colectores de datos no suelen pesar más de 2,5 kg y se pueden llevar colgados a los hombros mediante bandas de sujeción. A diferencia de los analizadores de vibraciones de uso general, éstos no necesitan estar conectados a un PC para realizar las medidas, su uso no requiere de personal especializado y suelen tener de uno a cuatro canales de entrada de vibración más una entrada para tacómetro. Además, disponen de memoria en la cual almacenan los datos guardados en las rutas de inspección predictiva, que posteriormente son descargados a un PC, donde se analizan las tendencias de los parámetros de seguimiento y se estudia su evolución a lo largo del tiempo. Estos equipos pueden guardar espectros y ondas de vibración que sirven al analista para diagnosticar los problemas en desarrollo y pronosticar futuros fallos.



Fig. 2. Software para diagnóstico predictivo de maquinaria por análisis de vibraciones.

Equipos portátiles para diagnóstico de maquinaria por vibraciones			
Aplicación	Denominación	Aspecto	Descripción
Comprobación de valores globales	Vibrómetros		Los sencillos vibrómetros permiten realizar medidas de vibración en valor global de velocidad (mm/s) y algunos permiten además medir la vibración en aceleración o desplazamiento o disponen de algún parámetro de detección de fallos en rodamientos.
	Analizadores de 1 a 4 canales		Son equipos compactos y ligeros, que permiten la configuración en campo para el diagnóstico inmediato de la maquinaria analizada. En la mayoría de las ocasiones se trata del mismo equipo que se utiliza con fines predictivos, pero con un programa distinto que habilita las funciones de configuración en campo.
Diagnóstico en campo	Analizadores multicanal		Los analizadores de vibración de uso general suelen utilizarse para diagnosticar turbomaquinaria o para análisis estructural. Son equipos más pesados y lo habitual es que necesiten un PC (normalmente portátil) para su configuración y operación.
Diagnóstico predictivo	Colectores de vibración básicos		Los colectores de vibración tienen la capacidad de registrar los parámetros predictivos calculados a partir de la señal de la vibración en modo ruta. Estos datos son tratados en un software predictivo para generar los informes de puntos en excepción.
	Colectores de vibración avanzados		Los colectores de vibración registran la onda de la vibración, el espectro y los parámetros predictivos en modo ruta. Los datos se descargan posteriormente a un software predictivo para su registro y análisis.
	Colectores analizadores de vibración		Son los equipos que cuentan ambas funciones de recolección en ruta y configuración en campo. En ocasiones se trata del mismo hardware pero con distinto firmware. Esta opción es la más completa, ya que permite tanto la recolección preprogramada de datos de vibración en rutas de inspección predictiva, como la configuración y diagnóstico in situ.

Fig. 3. Tabla comparativa de equipos portátiles para la medida de la vibración.

## Selección de tecnología para análisis de vibraciones

La correcta selección de la tecnología predictiva es importante no sólo por las diferencias en costes entre unas soluciones u otras, sino también por la preparación exigida al personal operador de estos sistemas.

Número de canales	Funciones	Aplicaciones
<b>Monocanal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondas</li> <li>• Espectros</li> <li>• Valor global y de banda</li> <li>• Funciones predictivas</li> </ul>	Análisis espectral Análisis de ondas
<b>Monocanal + Tacómetro</b>	Como el anterior más: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase</li> <li>• Rastreo de órdenes</li> </ul>	Análisis de espectros Análisis de ondas Análisis de fase Equilibrado de precisión
<b>Bicanal + Tacómetro (2, 3 ó 4 canales)</b>	Como el anterior más: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Órbitas</li> <li>• Fase en canales cruzados</li> <li>• Coherencia</li> <li>• FRF</li> </ul>	Todo lo anterior Análisis básico de máquinas rotativas de eje flexible (turbomaquinaria) Análisis estructural básico
<b>Multicanal (8 canales o más)</b>	Como el anterior más medidas simultáneas en todos los canales pero sin funciones predictivas	Análisis avanzado de máquinas rotativas de eje flexible (turbomaquinaria) Análisis estructural avanzado

Fig. 4. Tabla comparativa de equipos para diagnóstico de maquinaria por vibraciones.

Desde este punto de vista podemos clasificar los sistemas predictivos en:

- **Sistemas básicos.** Existen soluciones en el mercado para llevar un mantenimiento predictivo de la maquinaria rotativa crítica con un presupuesto mínimo y con personal no especialista en temas predictivos.
- **Sistemas avanzados.** El coste de estos sistemas puede multiplicarse hasta por diez o veinte con respecto al anterior. Además, la operación de un sistema predictivo avanzado requiere personal formado y capacitado para realizar las tareas del predictivo.

Al igual que sucede en cualquier otra disciplina, el software predictivo más potente es más difícil de operar, principalmente porque cuentan con un mayor número de herramientas y opciones.

La fiabilidad del sistema predictivo aumenta cuando se emplean en él mejores medios técnicos y humanos, sobre todo se debe cuidar al máximo la selección y formación del responsable del área de mantenimiento predictivo.

Recientemente se ha desarrollado la norma ISO 18436-2 que indica los conocimientos de los profesionales del mantenimiento predictivo y los clasifica en cuatro clases en función de sus conocimientos.

Software para diagnóstico de maquinaria por vibraciones y diagnóstico predictivo		
Función principal	Aplicación	Descripción
Análisis de vibraciones	Maquinaria rotativa, diagnósticos puntuales	Cuenta con herramientas de edición para el análisis de espectros y ondas de vibración.
	Análisis estructural	El software de análisis estructural simula la vibración de la estructura analizada a partir de los datos de vibración y fase registrados en una matriz de puntos que representan un modelo.
Diagnóstico predictivo	Diagnóstico predictivo basado en parámetros de supervisión. Plantas pequeñas o medianas.	Registran los valores medidos en las máquinas en modo ruta y se generan gráficas de tendencia con los parámetros de supervisión predictiva. Sobre estos parámetros predictivos se generan alarmas que facilitan la elaboración de informes automáticos de máquinas en excepción.
	Diagnóstico predictivo basado en análisis de espectros y ondas	Los sistemas de mantenimiento predictivo basados en el análisis espectral de la vibración permiten al analista diagnosticar con precisión el fallo detectado en la máquina cuyos parámetros de supervisión han superado los niveles de alarma.
	Mantenimiento predictivo	El software para el archivo de los datos para el mantenimiento predictivo gestiona toda la información de vibraciones y los informes históricos de las detecciones realizadas. Estos sistemas permiten su conexión con sistemas de gestión de mantenimiento (CMMS, GMAO,...).

Fig. 5. Tabla comparativa de software para diagnóstico de maquinaria por vibraciones, diagnóstico predictivo y mantenimiento predictivo.

No hay que ocultar que muchos proyectos de implantación de planes de mantenimiento predictivo han fracasado en el intento. Los principales motivos de estos fracasos han sido:

- **Desconocimiento de las ventajas de la estrategia predictiva por parte de la dirección de la planta.** Esto provoca que no exista presión sobre el departamento de mantenimiento predictivo para desarrollar su trabajo y aprovecharlo en la gestión de las actividades de mantenimiento, por lo que termina siendo una actividad inútil.

- **Descompensación entre los recursos tecnológicos y humanos.** Si se emplean sistemas demasiado complejos para los técnicos que deben operar las tecnologías, éstos abandonan al parecerles tarea imposible. Sin embargo, buenos especialistas con pocos medios se desmotivan y también abandonan. Ver figura 6.
- **Inercia.** En las grandes compañías la inercia de seguir trabajando como siempre y la burocracia que impide los cambios puede generar situaciones absurdas como que se llegue a predecir el fallo de una máquina, pero que no se tomen las medidas oportunas para su corrección.

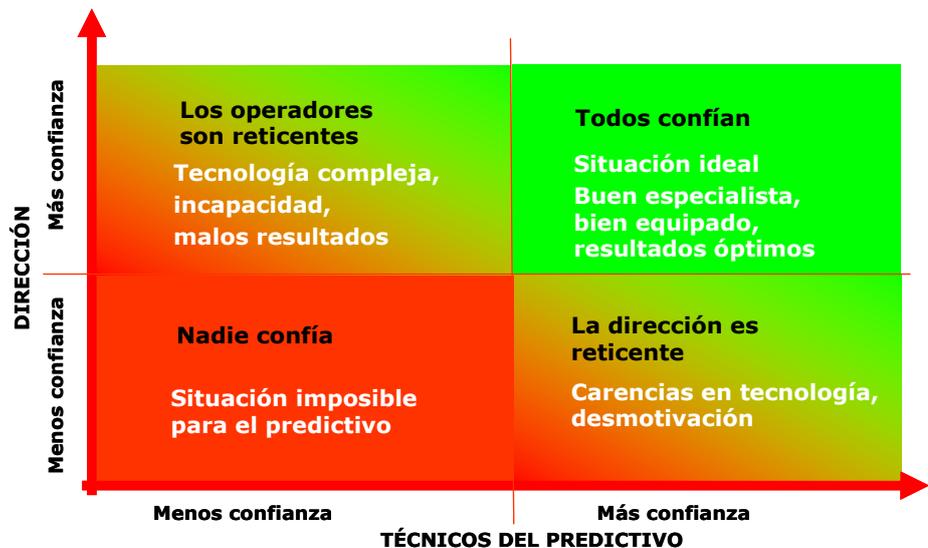


Fig. 6. Tabla en la que se exponen cuatro situaciones donde el plan predictivo cuenta con más o menos posibilidades de desarrollarse convenientemente en función de la confianza en el predictivo de dirección y técnicos operadores del predictivo.

## Conclusión

Existen sistemas de mantenimiento predictivo basados en equipos portátiles básicos, aplicables a pequeñas y medianas plantas industriales y potentes equipos y software aplicables a grandes plantas industriales. Pero si una pequeña planta industrial cuenta con maquinaria muy crítica en procesos de alto valor económico, es posible que se justifique un sistema avanzado para el mantenimiento predictivo de la instalación.

La selección de sistemas de diagnóstico predictivo por vibraciones para maquinaria rotativa crítica requiere de un estudio previo que tenga en cuenta la maquinaria a monitorizar, los medios humanos que se van a dedicar a operar la tecnología y el grado de fiabilidad que se pretende obtener del plan de mantenimiento predictivo.



*Madrid – marzo 2014*  
*Francisco Ballesteros Robles*  
***fballesteros@preditec.com***  
*Preditec/IRM*

## Sobre el autor

Ingeniero Técnico Industrial por la Universidad Politécnica de Valencia, Sales Support & Training Manager en Preditec/IRM, profesor habitual del Mobius Institute, colaborador en dos Máster de Mantenimiento en las universidades de Sevilla y la Politécnica de Cataluña y en cursos de Preditec/IRM y Analista Predictivo por Vibraciones de Categoría III (ISO18436-2). Ha trabajado en el área del mantenimiento predictivo desde 1997, donde ha desarrollado trabajos de diagnóstico, diseño de sistemas de monitorización, implantación de la estrategia predictiva en plantas industriales y formación. Ha trabajado en colaboración con las principales empresas de los sectores eléctrico, petroquímico, papel, cemento, laminación de metales... También ha participado como asistente y como ponente en varios congresos nacionales e internacionales de mantenimiento industrial.