

Preditécnico

*Necesidad de Mantenimiento
en Sistemas de Medida, Pablo Ramírez*

*El Mantenimiento Predictivo es
un pilar fundamental del RCM, Francisco
Ballesteros*

*Beneficios de implantar un sistema de
gestión de activos, Isabel Ramos*

*Detección temprana de fallo en motorreductor
crítico mediante análisis de vibraciones.
Costes evitados frente a parada
no programada, Javier Artal*

Entrevista a

Manuel Angós



Preconcerto

Predictive Maintenance Manager



www.preconcerto.com



Your partner in reliability



www.preditec.com

En primer lugar, le agradezco que se tome un tiempo para leer nuestra revista técnica Preditécnico en su edición número 22. Como cada edición, ha sido preparada con toda nuestra ilusión y confiando en que la información aportada sea útil.

En relación al tema de moda, la gestión de activos, si bien la norma ISO 55000 lleva publicada desde principios de 2014, llevará un tiempo que se acepte y se implante como base de la optimización de la gestión de activos. Es curioso que esta nueva norma que invita a orientar la gestión de activos a la creación de valor se ve por muchos como más burocracia, grave error. Si preguntamos a cualquier gerente si su compañía tiene todos sus procesos orientados hacia la creación de valor en lo relativo a la gestión de sus activos, todos nos dirán que sí, sin dudarlo, pues es su responsabilidad directa. Pero, ¿cuántas compañías pasarían airoosas una rigurosa auditoría que evalúe si sus procesos cumplen las directrices de la norma ISO 55000? La creación de sistemas y estructuras que faciliten a la gerencia la toma de decisiones apoyadas por información accesible y veraz, está suponiendo una revolución en la forma de gestionar las empresas.

Lo novedoso de la norma ISO 55000 no es su contenido en sí, sino el hecho de que la optimización de la gestión de activos no sea una opción, sino una obligación para las empresas.

En Preditec/IRM entendemos que la norma ISO 55000 será implantada antes o después en todas las compañías preocupadas por optimizar su gestión y nos hemos adaptado para que los servicios y sistemas de información predictiva que ofrecemos sean un pilar fundamental del plan estratégico de gestión de activos.

Esperamos que los temas tratados en esta edición sean de su agrado.



Francisco Ballesteros Robles
Sales Support & Training Manager
Preditec/IRM

nº22 - Noviembre - 2015

Edita: Preditec/IRM

Director Editorial:

Francisco Ballesteros Robles

Redactores:

Javier Artal de la Iglesia
Francisco Ballesteros Robles
David Faro Ruiz
Pablo Ramirez García
Isabel Ramos Téllez

Publicidad: Javier Arias Martos

Diseño y maquetación: Ángela Ruiz Navarro

ISSN 2254-5557

www.preditec.com

Queda prohibida la reproducción total o parcial de cualquier trabajo, su tratamiento informático, la transmisión por cualquier forma o medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia u otras, sin previo permiso por escrito del titular del Copyright.

Contacta con nosotros:

+34 976 200 969

info@preditec.com

Preditécnico

Blog Preditécnico

Información y noticias de actualidad sobre mantenimiento predictivo y fiabilidad



www.preditecnico.com

01	Entrevista		
		Manuel Angós Ramón	7
		Director de Proyectos en Preditec/IRM	
02	Novedades		
		Monitor de vibración API670 SETPOINT	11
		Oferta Alineadores Láser	12
03	Artículos		
		Necesidad de Mantenimiento en Sistemas de Medida - Pablo Ramírez García	13
		El Mantenimiento Predictivo es un pilar fundamental del RCM . Francisco Ballesteros Robles	18
		Beneficios de implantar un sistema de gestión de activos - Isabel Ramos Téllez	26
		Detección temprana de fallo en motor reductor crítico mediante análisis de vibraciones. Costes evitados frente a parada no programada. - Javier Artal de la Iglesia	29
04	Destacados		
		VI Foro Español de Fiabilidad y Mantenimiento Predictivo	33
		Monitoring Day - #MMD15	35
		Webinars y jornadas sobre mantenimiento predictivo	35
05	Formación		
		Programa Formación	36

01

ENTREVISTA

Manuel Angós Ramón
Director de Proyectos

Realizada por:
Francisco Ballesteros Robles
Director del blog y revista Preditécnico



Ver vídeo



En este número contamos con la entrevista realizada a Manuel Angós Ramón, Director de Proyectos.

Manuel Angós es sin duda uno de los mayores expertos europeos en sistemas de monitorizado de maquinaria por vibraciones y otras técnicas de diagnóstico. Mediante seis cuestiones vamos a conocer su punto de vista sobre la historia, la situación actual y futura de los sistemas de monitorizado de maquinaria y cómo van a influir los nuevos desarrollos tecnológicos en la mejora de la fiabilidad de la maquinaria crítica.

F. Ballesteros: Comenzaste a trabajar en el mundo de la monitorización de maquinaria con fines predictivos en 1996, ¿ha cambiado algo este mundo desde entonces hasta hoy?

M.A. Los sistemas de adquisición han cambiado muchísimo desde el año 96.

En aquella época los sistemas que había en el mercado habían sido desarrollados con tecnologías de finales de los años 80 o principios de los 90, con todo lo que ello implica en cuanto a capacidad de procesamiento, bases de datos, entorno gráfico, etc.

En general, eran sistemas bastante arcaicos que funcionaban bajo sistemas operativos tipo MS-DOS o Unix y aunque ya empezaban a aparecer algunos en Windows, eran por lo general poco flexibles, con entornos gráficos bastante pobres, baja capacidad de acceso a la información y sobre todo eran bastante caros, por lo que estaban al alcance de muy pocos usuarios.

Hoy en día estas barreras se han superado enormemente, aunque bajo mi punto de vista aún queda mucho por hacer.



... las nuevas tecnologías de la comunicación e Internet, van a permitir el abaratamiento de los costes de explotación, al compartir un recurso caro y escaso como es el personal experto...

F. Ballesteros: ¿Sientes que tu esfuerzo y dedicación durante estos años a ayudar a sacar el máximo beneficio de los sistemas de monitorizado ha valido la pena?

M.A. Sin duda creo que merece la pena. La experiencia que he adquirido durante todos estos años me ha permitido apreciar las deficiencias de los distintos sistemas de monitorización y que bajo mi punto de vista, impiden su implantación de forma generalizada en la industria.

Es este conocimiento el que me ha permitido participar en la especificación de sistemas de monitorización y muy en particular de la plataforma Asset Web Monitor, para sacar al mercado un producto nuevo que elimine estas deficiencias intentando recoger lo mejor de cada sistema y mejorando en la medida de lo posible su funcionalidad.

F. Ballesteros: Se está hablando de que los datos predictivos de todas las técnicas y tecnologías predictivas se han de explotar desde una plataforma única, ¿qué ventajas ofrecen estas plataformas multitecnología?

M.A. Disponer de todos los datos centralizados en una única plataforma sin duda conlleva muchos beneficios, tanto desde el punto de vista del análisis y el diagnóstico, como desde el punto de vista de la gestión.

Muchas máquinas críticas tienen sistemas de protección que generan un gran volumen de datos, además sobre las mismas se realizan mediciones con sistemas portátiles: de vibraciones, de ultrasonidos, de análisis de aceites, etc. Por añadidura, para un correcto análisis se requiere el acceso a las variables de proceso así como al histórico de averías. Por todo ello, si toda esa información está centralizada en un único sistema, se facilita muchísimo la labor del analista.

Por otra parte, desde el punto de vista de la gestión, el tener centralizada toda esta información permite la generación de

indicadores fiables sobre el funcionamiento del programa de mantenimiento predictivo que se aplica en la planta, así como su posterior seguimiento, generación de informes, etc... por lo tanto, desde el punto de vista de la gestión es también una importantísima ventaja.

F. Ballesteros: ¿Tiene sentido el modelo de Internet of Things (IoT) en el mundo industrial?

M.A. Como se suele decir, me alegro de que me hagas esta pregunta. Bajo mi punto de vista sí que tiene mucho sentido y hay varios motivos para ello.

En primer lugar, porque permite poner a disposición de cualquier usuario en todo momento y desde cualquier ubicación, los datos y la información generados por los sistemas de mantenimiento predictivo, cosa que en la actualidad no sucede.

En segundo lugar, porque esto permite a su vez que las máquinas puedan ser diagnosticadas por personal experto que podría estar ubicado en cualquier parte del mundo, con el consecuente abaratamiento de los costes de explotación que esto supondría.

Por otra parte, permite aprovechar los distintos servicios que Internet puede ofrecer ahora y en un futuro, como por ejemplo, bases de datos online, sistemas de visualización y gestión de alarmas y envío de correos electrónicos. En ese sentido una aplicación muy interesante sería la posibilidad de acceso a sistemas inteligentes de tratamiento de datos mediante técnicas de algoritmos avanzados que en la actualidad son bastantes costosos, pero que si se comparten en servidores en la nube su coste podría reducirse enormemente. En ese sentido están empezando a aparecer varias aplicaciones que funcionan de esa manera y además, seguro que con las posibilidades que tiene Internet, aparecerán muchos otros servicios en el futuro, cosas que a día de hoy no podemos ni imaginar, con lo que el abanico de posibilidades que nos puede ofrecer el internet de las cosas es impresionante y creo realmente que sólo hemos empezado a dar los primeros pasos.

F. Ballesteros: ¿Cómo evolucionarán las tecnologías de monitorización de maquinaria en los próximos diez años?

M.A. Es una pregunta complicada ya que hay muchos factores en juego y siempre puede aparecer una nueva tecnología que dé al traste con cualquier previsión. Estoy pensando por ejemplo en la nanotecnología.

En cualquier caso, bajo mi punto de vista, creo que los costes de hardware van a seguir disminuyendo muy significativamente, lo llevan haciendo desde hace años y creo que se va a mantener esa tendencia, a la vez que aumentará su capacidad de análisis y diagnóstico. Por otra parte, como comentábamos antes, la incorporación de interfaces de última generación, así como las nuevas tecnologías de la comunicación e Internet, van a permitir el abaratamiento de los costes de explotación, al compartir un recurso caro y escaso como es el personal experto. En definitiva creo que vamos a ver una tendencia a la reducción de los costes muy significativa y, por lo tanto, la generalización de este tipo de técnicas en la industria. Por otra parte, creo que la monitorización de maquinaria, se va a convertir en muchas ocasiones en un servicio externalizado, más que un activo de la propia planta, con las oportunidades que esto va a ofrecer a las empresas especializadas en este tipo de servicios.

F. Ballesteros: Si las buenas prácticas, las normas internacionales y los estudios de rentabilidad aconsejan monitorizar la maquinaria crítica, ¿por qué todavía existen organizaciones que no monitorizan su maquinaria crítica?

M.A. Creo que hay varios factores.

En primer lugar, estaría la escasa formación y falta de cultura sobre estas tecnologías, así como la resistencia al cambio que existe a día de hoy en muchas organizaciones y esto es algo realmente complicado de cambiar. Ayuda sin embargo el relevo generacional, la introducción de este tipo de tecnologías en los programas de estudio de las universidades, así como el empuje que se puede realizar desde las distintas asociaciones, organismos de estandarización y empresas especializadas para hacer llegar el mensaje y que este vaya calando poco a poco.

Por otra parte, el coste de este tipo de sistemas ha sido históricamente una barrera importante, tanto por el coste del hardware y del software, como por el coste de explotación, pero sin embargo creo que eso es una barrera que a día de hoy se está eliminando, hasta el punto de que este tipo de tecnologías va a estar en breve al alcance de cualquier planta.

Por último, creo también que la falta de indicadores fiables que cuantifiquen los beneficios de la implantación de este tipo de tecnologías es otro factor a tener muy en cuenta y esto todavía no es una tarea resuelta, por lo que creo que resulta muy importante tener ese tipo de indicadores. Para ello se requiere una plataforma que integre toda la información tanto de los datos que vengan de los distintos sistemas como de los sistemas de gestión de mantenimiento, así como las variables de proceso etc., de tal forma que se puedan generar indicadores fiables que cuantifiquen los beneficios de ese tipo de tecnologías.

Realizar un diagnóstico fiable nunca fue

¡tan fácil!



Más información, aquí

Cómo conseguir que su planta obtenga la **certificación - CBMC**



www.preditec.com



NOVEDADES

Monitor de vibración API670 SETPOINT

Presentamos el nuevo estándar industrial para la protección de maquinaria crítica por vibración que cumple con API670 5th Edition.



Con SETPOINT conseguirá simplificar hasta el límite la protección, supervisión y diagnóstico de la maquinaria crítica.

La mayoría de los sistemas de protección API670 (5th Edition) en uso están configurados para proporcionar una función muy sencilla: disparar por nivel de vibración global, por la posición axial o por temperatura de los cojinetes. Si bien esta función es simple, la configuración necesaria en los sistemas de monitorizado es a menudo todo lo contrario, de una enorme complejidad. Un usuario puede encontrarse con una docena o más ajustes para la configuración de las alarmas para cada canal, lo cual requiere una desconcertante variedad de opciones de configuración. De hecho, es posible que hayan desistido debido a la complejidad de la configuración y el mantenimiento del sistema, por lo que se tendrá que acudir a un contrato de servicio con el fabricante de la instrumentación como la única alternativa viable para conseguir que los sistemas de protección y supervisión sean realmente efectivos.

SETPOINT toma un enfoque diferente, se ha primado la simplicidad. Esto no significa que se reduzca la funcionalidad. El sistema SETPOINT es fácil de usar, fácil de configurar, fácil de conectar y fácil de mantener.

Además, SETPOINT ofrece la integración directa en el PI de OSIsoft.

Características

- ✓ Cumple con la norma API 670 5th Edition.
- ✓ Hasta 60 canales de vibración ó 90 de temperatura en un sólo módulo.
- ✓ Pantalla táctil integrada.
- ✓ Fácil acceso a los datos medidos.
- ✓ Conectividad con otros sistemas de supervisión como el PI de OSIsoft.
- ✓ Exportación de datos de señal dinámica.
- ✓ Menor coste de tecnología.



 [Ver vídeo](#)



Si está interesado en conocer este sistema solicite información profesional en: info@preditec.com.

Ofertas **Alineadores Láser**

Menor coste de operación y mantenimiento. La mejor opción en el mercado para adquirir un alineador láser.

¿Cómo?

Oferta: Equipo alineador láser + curso de alineación láser.

Adquiera un equipo de alineación láser antes del 31 de diciembre de 2015 y le regalamos una plaza al curso de alineación láser.

Se ha demostrado que incluso en plantas donde las máquinas están alineadas dentro de tolerancia, pero no con toda la precisión con la que podrían estarlo con un alineador láser, se pueden generar ahorros relacionados con el consumo energético que ya justifican la inversión en la tecnología láser con un ROI inferior a un año.

Si contamos además con los costes derivados de la reducción en el tiempo de alineación (mano de obra) y los costes de deterioro de los componentes por una mala alineación, resulta muy fácil demostrar el beneficio potencial de la implantación de un programa de alineación de precisión mediante tecnología láser.

Equipos Alineador Láser

- **Laser KIT**, aplicación para móviles y tablets
- **GO BASIC**, funcionalidad básica para alineación de precisión
- **Go PRO**, altas prestaciones a un coste reducido
- **Fixturlaser EVO**, la mejor precisión en alineación láser

* Consulte las ofertas para el 2016.

Desde...



Láser KIT

2.500€



GO BASIC

5.000€



GO PRO

7.500€



EVO

14.000€



NXA

15.000€

¡El más potente del mercado!

 **Fixturlaser**
Brand of ACOEM

Necesidad de Mantenimiento en Sistemas de Medida



Pablo Ramírez García

Ingeniero de Proyectos en Preditec/IRM

Introducción

La rentabilidad de los sistemas predictivos está ampliamente demostrada, sin embargo esta rentabilidad se ve minimizada si el estado de los mismos no es el óptimo. El propósito de este artículo es mostrar fallos típicos que se dan en las líneas de medida y exponer los planes de mantenimiento aconsejados.

Los sistemas de medida utilizados se componen de varios elementos, a veces el sistema es tan básico como un multímetro con sensor integrado, pero en otras ocasiones hay múltiples eslabones en la cadena que pueden fallar, sensor, cable, caja de conexiones, conversor de comunicaciones, hub, sistema de adquisición... Obviamente todos ellos son susceptibles a un fallo. En ocasiones estos fallos son evidentes, sin embargo en otros los errores son exiguos y pueden pasar inadvertidos al analista, convertirse en un fallo reseñable que provoque fallos en las amplitudes observadas y por lo tanto en la tendencia de la señal, y lo que es peor, puede provocar señales falsas, que producen diagnósticos erróneos. Se mostrarán ejemplos de ello a lo largo de este artículo.

Los sistemas predictivos permiten alcanzar un ahorro significativo en costes de mantenimiento por muchas razones, aunque si por un mal mantenimiento este sistema da señales poco precisas, las bondades del mismo se verán alteradas llegando, en algunos casos, a ser sistemas contraproducentes. No existe duda de lo que puede suponer, que un sistema dé una señal en amplitud

considerablemente más baja de la real o que produzca un filtrado de altas frecuencias que elimine frecuencias de fallo. Por lo tanto, el objetivo es tener un sistema fiable y preciso, lo cual se conseguirá con un mantenimiento básico en los sistemas de medida, para ratificar que lo que se está midiendo es correcto tanto en amplitud como en forma. A continuación se muestran algunos ejemplos de fallos típicos en sistemas de medida y posteriormente líneas de acción mínimas para un mantenimiento correcto.

Fallos en la línea de medida

Como se ha comentado, todos los eslabones de nuestra cadena de medida pueden verse alterados y, por lo tanto, pueden falsear la señal de una manera u otra. Veamos algunos de estos eslabones.

Sensor

Pongamos como ejemplo un acelerómetro, aunque es aplicable a cualquier tipo de sensor. Los acelerómetros se componen de cristales piezoeléctricos que crean una diferencia de potencial, según la aceleración de vibración aplicada, esta variación de potencial se convierte a voltaje proporcional a la aceleración de la vibración medida, mediante componentes electrónicos. Los elementos internos del acelerómetro producen una sensibilidad determinada que puede ser, por ejemplo, de 100 mV/g, es decir por cada g de vibración el sensor proporcionará una tensión de 100 mV de amplitud. Sin embargo, por condiciones de trabajo del mismo, los componentes internos del sensor se pueden alterar con el paso del tiempo, llevando a alterar los valores nominales y provocando una variación en la sensibilidad.



Fig. 1. Conversión vibración, voltaje, lectura.

Si esta vibración de 1 g se está produciendo a 100 Hz la señal en velocidad sería 15,58 mm/s, mientras que la de 0,8 g bajaría a 12,47 mm/s. Queda patente de esta manera, el fallo provocado por el cambio en la sensibilidad del sensor.



Beneficios

- 1** Solución de bajo coste.
- 2** Respuesta rápida. Configurable entre 1 y 3600 seg.
- 3** Proporciona información temprana sobre el estado de la máquina.
- 4** Prolonga la vida de los fluidos y reduce los tiempos no operativos de las maquinas.
- 5** Proporciona información rápida y fiable sobre la contaminación de los fluidos.
- 6** Completa integración con SCADA/PC/PLC por medio de comunicaciones analógicas y digitales.
- 7** Posibilidad de integrar con OilHealth®, de forma que un único sensor proporciona información de degradación de aceite y contaminación.
- 8** Autodiagnóstico.
- 9** Posibilidad de establecer niveles de alarma.
- 10** Posibilidad de establecer los tamaños entre los que se contabilizan las partículas.



Tendencia de vibración

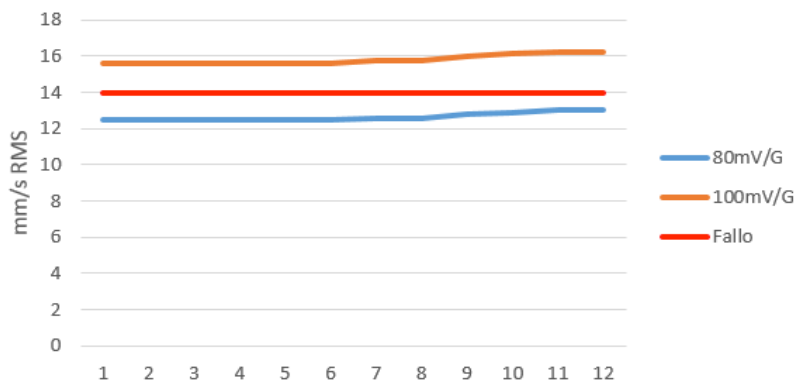


Fig. 2. Posibles tendencias respecto a alarma Fallo.

Los fallos que nos podemos encontrar en este tipo de sensores son diversos veamos dos ejemplos más.

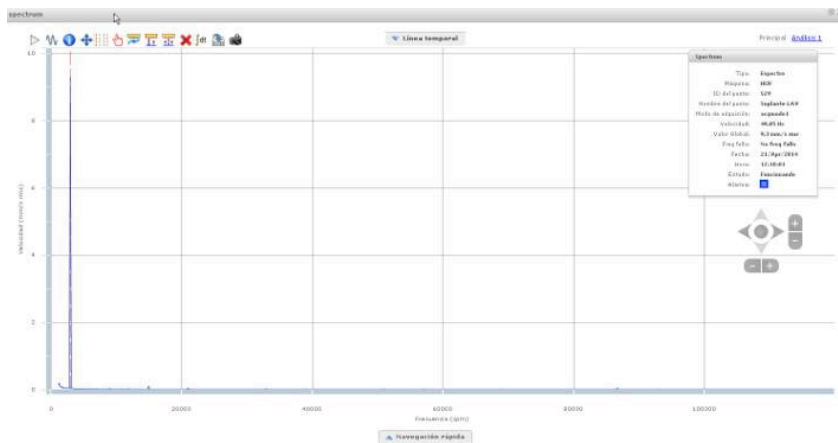


Fig. 3. Espectro en punto de soplante.

En el siguiente caso se muestra una señal tomada por un acelerómetro en el que a simple vista se ve un valor global alto pero coherente y según la matriz de parámetros de seguimiento, se ha localizado una alerta en el indicador de desequilibrio. Incluso observando el espectro, se aprecia a primera vista, un patrón típico de desequilibrio.

Sin embargo, revisando el BIAS del sensor (tensión de funcionamiento) se aprecia que se encuentra en un valor erróneo. Lo que nos lleva a concluir que la señal observada es ruido eléctrico. Obteniendo una mayor resolución en el espectro se ratifica esta sospecha.



Fig. 4. Matriz de parámetros en Motor-Soplante.

Este fallo podría haber resultado inadvertido en sistemas que no cuentan con testeo de la tensión del sensor o para analistas inexpertos.

Como última reseña se destaca la instalación o colocación del sensor, un zócalo mal instalado, una base magnética en mal estado o un sensor posicionado en una localización incorrecta, puede llevar al filtrado de señales o a la aparición de frecuencias espurias.

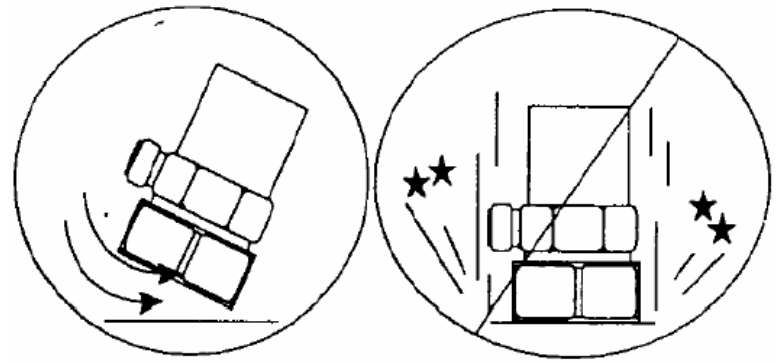


Fig. 5. Colocación errónea zócalo - base magnética.

Todos estos fallos son controlables, como veremos más adelante, mediante un mantenimiento mínimo de nuestro sistema.

Cables

Las señales proporcionadas por los sensores pasan por conexiones varias hasta llegar a los sistemas de adquisición, cables, cajas de conexiones, adaptadores... Todas estas uniones son susceptibles a ruidos, pérdidas y en definitiva a trabas que el analista va a tener a la hora de diagnosticar en un sistema no óptimo.

Los fallos que se suelen dar son los siguientes:

- Ruido eléctrico, que es el resultado del acoplamiento de:

- Campos eléctricos (capacitivos)
- Campos magnéticos (inductivos)

Para evitarlos se deben usar blindajes adecuados:

•Capacitivo:

- Evitar acoplamientos eléctricos.
- Usar materiales conductivos.
- Importante puesta a tierra.

•Inductivo:

- Evitar acoplamientos magnéticos.
- Usar materiales con alta permeabilidad.
- Minimizar el área efectiva de bucles.

- Atenuación, que es la disminución de la amplitud de una señal sobre la extensión de un enlace. Los cables muy largos y las frecuencias de señal muy elevadas contribuyen a una mayor atenuación de la señal.

- Diafonía, que es un tipo de ruido eléctrico, mediante la transmisión de señales de un hilo a otro circundante. Cuando cambia el voltaje en un hilo, se genera energía electromagnética. El hilo transmisor irradia esta energía como una señal de radio de un transmisor. Los hilos adyacentes del cable funcionan como

antenas que reciben la energía transmitida, lo que interfiere con los datos transmitidos en esos hilos.

Trenzar un par de hilos en un cable, y blindarlos, contribuye a reducir la diafonía en las señales de datos o de ruido provenientes de un par de hilos adyacentes. La mala conservación de los mismos puede provocar los fallos anteriormente señalados.

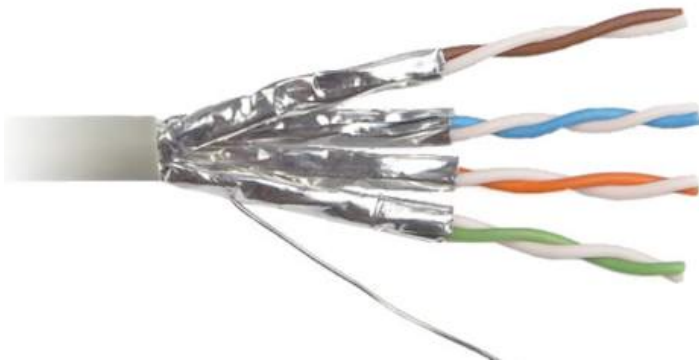


Fig. 6. Cable de pares trenzados apantallados.

Considerando lo comentado anteriormente, en muchas ocasiones, la mala elección de un cableado, su mala instalación o el mal estado de los mismos por el paso del tiempo, contribuyen a crear problemas en los sistemas de medida.

Como ejemplo se presenta el caso siguiente.

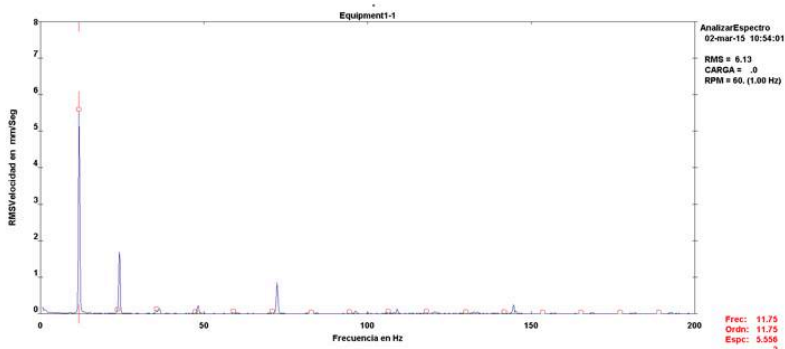


Fig. 7. Espectro de medida 1.

Se realizan medidas en un motor con variador de frecuencia. En principio se obtiene un espectro en el que destaca la velocidad de giro y $2 \times FI$. En este caso y al ser un sistema con variador, se ratifica la $2 \times FI$ mediante $Velocidad\ de\ máquina \times 2.05 = 11.75 \times 2.05 = 24.1\text{Hz}$.

Con este espectro se sospecha de un fallo eléctrico en el motor.

Tras la sospecha del ruido eléctrico se hace una medida con el sensor alejado de la vibración mecánica, pero con el cable posicionado cerca del variador y se obtiene el siguiente espectro.

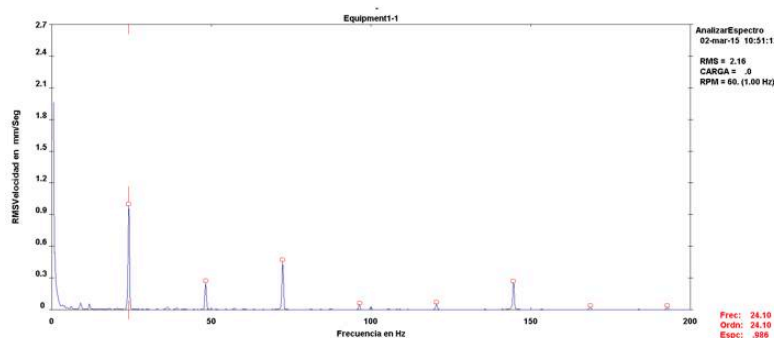


Fig. 8. Espectro de medida 2.

Queda refutado consecuentemente que las frecuencias que parecen indicar un fallo eléctrico, realmente provienen de ruido eléctrico y no de un fallo real en el motor.

A continuación se muestra la medida de este mismo motor con otro sistema de medida.

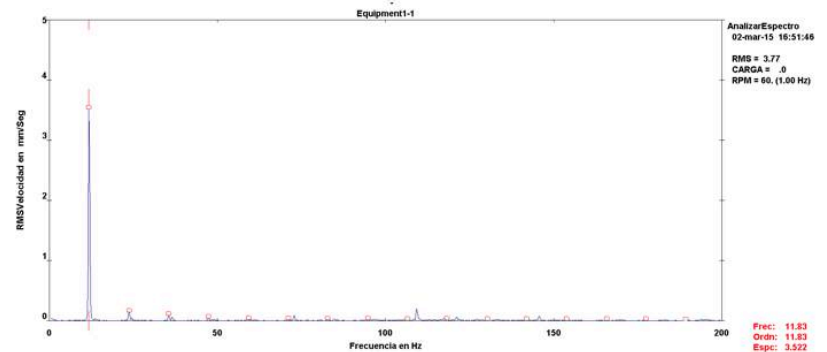


Fig. 9. Espectro de medida 3.

Este tipo de fallos es ocasionalmente difícil de distinguir en campo. Una verificación en campo o una revisión en laboratorio permiten detectar este tipo de fallos.

Sistema de adquisición

En el equipo de medida, sea un analizador, un multímetro, un monitor o cualquier otro sistema de adquisición, nos podemos encontrar el mismo problema que en los sensores respecto a la sensibilidad interna. Los sistemas de medida además de la sensibilidad configurable, suelen tener factores de calibración, que aplican una corrección a la entrada aplicada al equipo, y consecuentemente de ellos depende la respuesta mostrada al usuario.

Por lo tanto, un equipo ha podido verse alterado internamente por las condiciones de trabajo y aplicar factores de ajuste incorrectos a la señal de entrada, que impliquen una alteración en la señal mostrada al usuario.

Por otra parte, hay que tener en cuenta el factor humano, los sistemas de medida requieren una configuración correcta para que los resultados obtenidos sean acertados y se ajusten lo más posible a lo que nos interesa captar. Una resolución inadecuada, un filtrado incorrecto, una mala configuración en la medida, etc..., pueden proporcionar señales incompletas y por lo tanto baldías para el analista.

Para asegurarnos de que nuestro sistema es eficaz y preciso, se pueden realizar revisiones tanto en laboratorio, como en campo, que garanticen la medida óptima.

Soluciones de mantenimiento

Existen diversas acciones para ratificar el buen estado de las líneas de medida que poseen los sistemas predictivos y garantizar así la eliminación de los problemas que afectan a los mismos.

Estas acciones pueden ser intervenciones puntuales o mantenimientos periódicos y pueden ser realizados tanto en campo, como en laboratorio, dependiendo de su finalidad y características.

En general, todas se basan en el mismo aforismo y éste es, que la señal de salida debe ser la misma que la de entrada. Para ello se debe disponer de equipos generadores que sean precisos, estén calibrados y posean trazabilidad. A su vez es aconsejable que permitan la verificación de diferentes amplitudes y/o frecuencias.

Las acciones de mantenimiento a realizar en las líneas de medida son tres:


- **Calibración.** Conjunto de operaciones que permiten establecer, en condiciones especificadas, la relación entre los valores indicados por un instrumento de medida o los valores representados por una medida materializada y los valores conocidos correspondientes de una magnitud dada.
- **Verificación.** Comprobación del estado de los diferentes componentes de un sistema de medición, bajo unos criterios de aceptación.
- **Ajuste.** Es un conjunto de operaciones realizadas sobre un sistema de medida para que el valor proporcionado por éste, se corresponda con un valor dado de una magnitud a medir.

Como norma general, en instalaciones que proporcionan medidas online, con sensores fijos y monitores, se realizarán verificaciones en campo, aunque también se pueden realizar, revisiones en laboratorio de los sistemas de medida. En estas verificaciones en campo, se pueden observar a su vez, el estado de la instalación de sensores, zócalos, cables, etc...

Por otra parte, en sistemas offline lo usual es realizar mantenimientos en laboratorio, bien sea para verificaciones, ajustes y/o calibraciones.

Los sistemas de medida, en general son extremadamente precisos. En cualquier caso se aconseja realizar estos planes de mantenimiento de manera anual, especialmente en plantas con máquinas críticas. Si por razones logísticas no se pueden realizar anualmente, es aconsejable que las revisiones puntuales se hagan con la mayor periodicidad posible.

El objetivo de estos planes de mantenimiento es que mediante revisiones precisas y de calidad se garantice el buen funcionamiento de todos los componentes de la cadena de medida.



Mantenimiento Predictivo

Canal de vídeo con información sobre mantenimiento predictivo y fiabilidad industrial

Entrevista a José Alfonso Antonino Daviu ...
de Preditec/IRM

Certificación del PdM según ISO 17359
de Preditec/IRM

Sensores de estado del aceite
de Preditec/IRM

Cómo seleccionar un alineador láser
How to select a laser alignment tool

Selección de alineadores láser / How to s...
de Preditec/IRM

Curso de sistemas de monitorizado por vi...
de Preditec/IRM

Preditec/IRM, Your Partner in Reliability
de Preditec/IRM

El Mantenimiento Predictivo es un pilar fundamental del RCM



Francisco Ballesteros Robles

Sales Support & Training Manager

Preditec/IRM

 Contactar a través de LinkedIn

Introducción

Con la llegada de nuevos términos como el RCM (Reliability Centered Maintenance), el RBM (Risk Based Maintenance), o la nueva norma de gestión de activos físicos ISO 55000 parece que otros conceptos más antiguos como el mantenimiento predictivo (PdM) ya han pasado de moda. En este artículo vamos a situar el mantenimiento predictivo en el contexto actual de gestión de activos basada en riesgos (RBAM) y sobre todo en el ámbito del mantenimiento centrado en fiabilidad (RCM).

El PdM en el ámbito del RCM

El PdM o CBM (Condition Based Maintenance) propone monitorizar la maquinaria crítica para actuar solamente cuando se detectan los problemas y programar las reparaciones con la antelación suficiente para no interferir en las programaciones de producción.

Las nuevas tendencias de Gestión de Activos (ISO 55000, RBAM, RBM...) proclaman que midamos y controlemos los riesgos. Y el RCM propone que midamos y controlemos la fiabilidad, pues aumentar fiabilidad o disminuir riesgo es lo mismo.

En este contexto, observamos que el PdM o CBM se integra dentro del RCM y es uno de sus pilares fundamentales. El RCM propone identificar los activos críticos, determinados a partir de la probabilidad y consecuencias de sus fallos. Y posteriormente realizar un análisis funcional y de los fallos funcionales para seguir con un análisis de los efectos y la criticidad de los fallos (FMECA). Teniendo claro dónde hemos de centrar nuestros esfuerzos, analizamos la curva P-F (Fallo Potencial-Fallo Funcional) y determinamos la estrategia de mantenimiento óptima para mitigar cada posible modo de fallo.



Fig. 1. La monitorización de la maquinaria es uno de los pilares del mantenimiento predictivo.

Estrategias de mantenimiento

Las estrategias de mantenimiento que aplicamos con el fin de mitigar cada modo de fallo son:



Fig. 2. Para cada máquina crítica se ha de realizar un análisis funcional y de sus potenciales modos de fallo para analizar la criticidad de sus consecuencias.

- PdM/CBM: Según condición
- Inspecciones/NDT: Según condición
- Preventiva: A intervalos fijos
- Reactiva: Al fallo
- Rediseño: Reingeniería, modificaciones

Un aspecto fundamental a la hora de analizar los modos de fallo es identificar la criticidad de sus consecuencias.

Las principales consecuencias que debemos analizar son:

- Si el fallo afecta a la seguridad o salud de las personas.
- Si afecta a la calidad del producto fabricado.
- Si puede tener como consecuencia el fallo catastrófico de la máquina.
- Si interrumpe la producción.
- Si produce emisiones o vertidos contaminantes.

Para cada modo de fallo potencial identificado se ha de seleccionar la estrategia de mantenimiento adecuada. Para ello, aplicamos la lógica descrita en la figura 3.

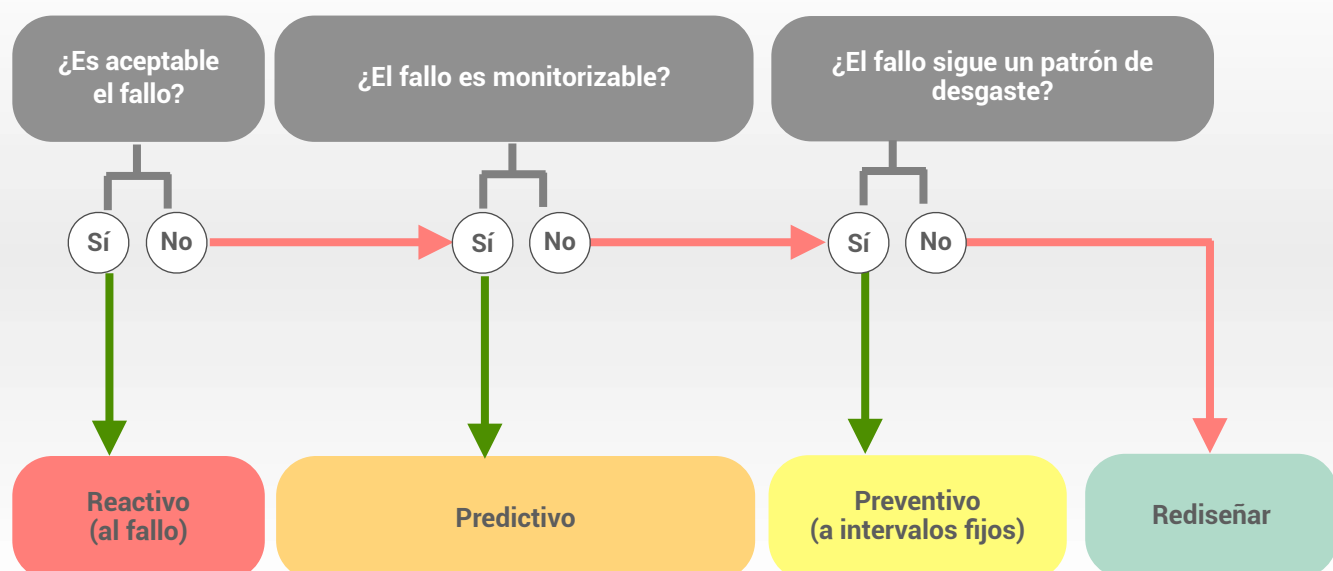


Fig. 3. Lógica de selección de las estrategias predictivas aplicadas a cada modo de fallo potencial.

El intervalo P-F

Desde que en 1978, F. Stanley Nowlan y Howard F. Heap publicasen su informe titulado “Reliability Centered Maintenance”, donde aparece por primera vez la curva que determina el intervalo P-F, el análisis del intervalo que va desde el momento en el que un fallo es detectable hasta que se produce un fallo funcional, ha tenido gran interés y diferentes interpretaciones.

Si relacionamos la curva P-F con las estrategias de mantenimiento aplicables a los componentes de los activos industriales, observamos que el resultado es muy desigual.

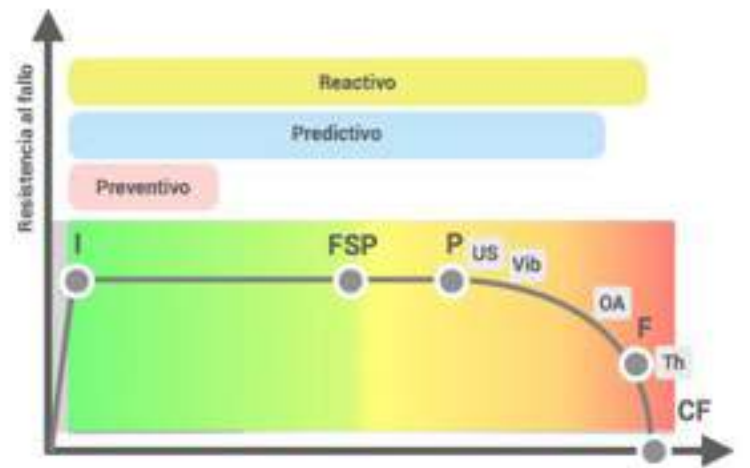
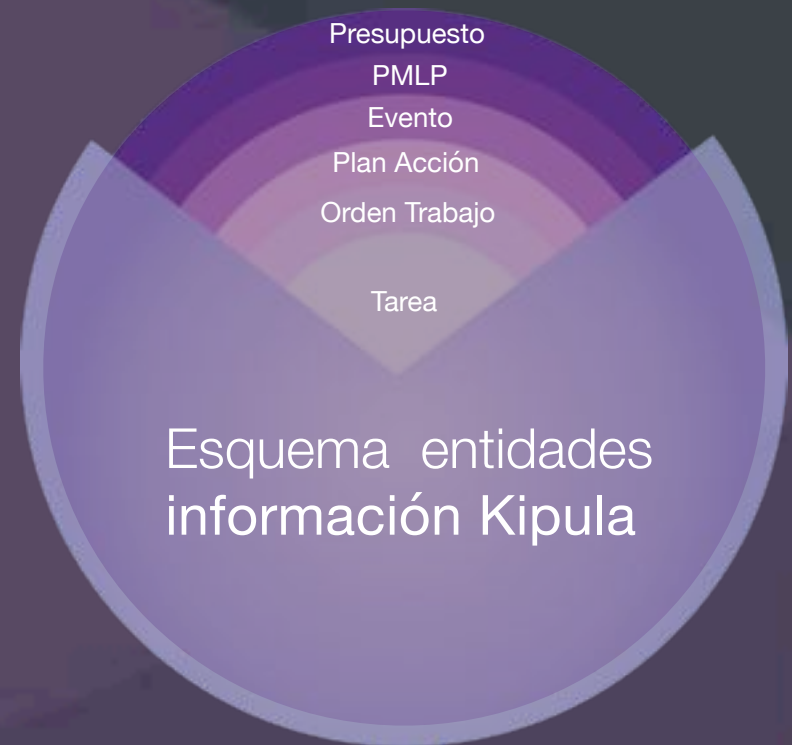


Fig. 4. Estrategias reactiva, preventiva y predictiva en relación a la curva P-F

Definimos primero los puntos marcados en la curva P-F:

- I: Es el momento de la instalación. La etapa previa a I es la fase de diseño y construcción.
- FSP: Es el momento cuando se produce el fallo.
- P: Es el momento en el que se detecta el fallo mediante alguna técnica predictiva, prueba o inspección.
- F: Es el momento en el cual la máquina sufre un fallo funcional. Por ejemplo, si una bomba debe dar un determinado caudal o presión y por un fallo, no alcanza el nivel mínimo requerido para el proceso.
- CF: Es el momento donde la máquina falla de manera definitiva o catastrófica.

Mejorando la gestión de activos



Herramienta avanzada de Gestión de Activos Físicos

Kipula es una potente aplicación web para la gestión de las actividades del ciclo de vida de los activos físicos según ISO 55000



KIPULA^{1.0}

[Más información](#)

Si ubicamos las principales estrategias de mantenimiento en la escala temporal del intervalo P-F, observamos lo siguiente:

- Estrategia reactiva: Es la estrategia que obtiene el máximo rendimiento del componente, pero no es adecuada para fallos con consecuencias inaceptables.
- Estrategia predictiva: Se acerca al reactivo en el aprovechamiento de los activos, pero requiere la monitorización de la maquinaria y la coordinación con el programador de las revisiones de mantenimiento.
- Estrategia preventiva: Es la estrategia ideal cuando se aplica a elementos que fallan por desgaste o se deterioran con el tiempo y no es posible o rentable su monitorización, pero es contraproducente cuando se aplica a elementos cuyo fallo se da en un plazo aleatorio.

Un área importante de mejora en los planes de mantenimiento de las plantas industriales es la revisión de las estrategias de mantenimiento aplicadas a sus activos críticos. Según se indica en la figura 5, podremos aplicar predictivo cuando el modo de fallo es detectable con antelación y preventivo o reactivo cuando el modo de fallo no se puede detectar con antelación.

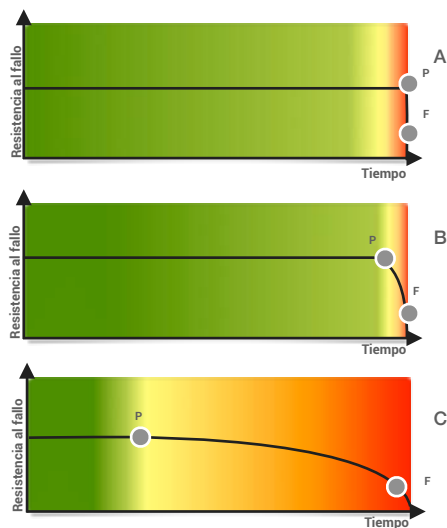


Fig. 5.. En gráficas a y b el intervalo P-F no permite la aplicación de la estrategia predictiva.

Los estudios estadísticos nos dicen que solamente el 11% de los fallos responden a patrones de desgaste.

Aplicar una estrategia preventiva a un modo de fallo aleatorio reduce la fiabilidad, pues introduce el riesgo de fallo en el rearranque. Pero la realidad es que se abusa de la estrategia preventiva, pues en muchas ocasiones se aplica a componentes que fallan según un patrón aleatorio.

Un cambio conceptual

Históricamente el Predictivo ha germinado en los departamentos de mantenimiento mecánico o eléctrico gracias a excelentes profesionales que, a veces sin el apoyo de sus superiores, han conseguido demostrar que la estrategia predictiva reduce los costes en el mantenimiento a la vez que aumenta la fiabilidad de los equipos productivos.

Afortunadamente esto ha cambiado y ahora es la gerencia quien exige informes predictivos fiables para optimizar la programación

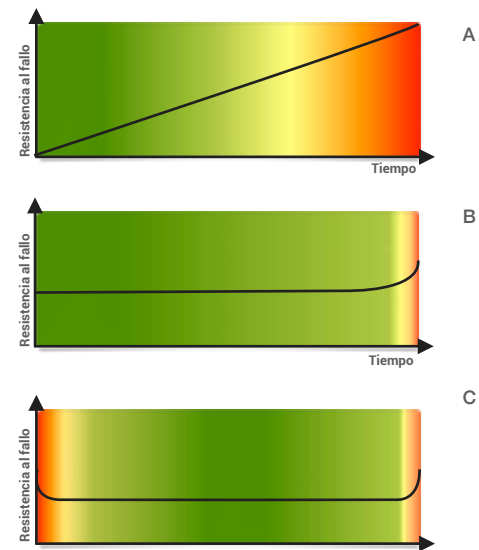


Fig. 6. En esta gráfica se detallan los modelos de evolución hacia el fallo que responden a patrones de desgaste.

del mantenimiento. Si bien, esta debería ser la norma, la realidad es que todavía nos encontramos muchos casos en los cuales cuando se subcontrata un servicio de diagnóstico predictivo, el técnico de compras se centra exclusivamente en dos conceptos, número de máquinas monitorizadas y precio; y rara vez se interesan por el índice de aciertos en los diagnósticos, formación y destreza de los analistas, medios técnicos, etc. En estos casos se busca "poder decir que se hace predictivo" más que establecer un plan predictivo real.

La norma ISO 17359 - Condition monitoring and diagnostics of machines - General guidelines

La norma ISO 17359 describe los pasos a seguir para establecer un plan de condition monitoring en una planta industrial. La publicación de esta norma, con el fin de mostrar las buenas prácticas a seguir cuando se plantea la aplicación de la estrategia predictiva en el mantenimiento de un grupo de activos, es de gran ayuda, pues identifica los puntos principales donde hemos de concentrarnos para obtener el éxito en la aplicación del mantenimiento predictivo.

Si bien esta norma marca aspectos ya conocidos desde hace años, todavía existen muchas organizaciones que tienen la oportunidad de mejorar sus planes de mantenimiento predictivo, avanzando hacia la aplicación de las buenas prácticas.

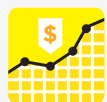
Ver fases de la norma en la siguiente página. -->

Certificación del Mantenimiento Basado en la Condición (CBMC)

Conocemos a demasiadas plantas que no obtienen todo el rendimiento de la estrategia predictiva. Pero también conocemos a muchas organizaciones que aplican correctamente las técnicas predictivas y se están beneficiando totalmente de esta estrategia. Existe un gap en la implantación del PdM entre muchas organizaciones y la manera de operar el PdM según las buenas prácticas. Con un plan de mejora bien orientado, muchas compañías obtendrían mayores beneficios.

La manera más rápida y efectiva de mejorar un proceso es examinarlo, proponer mejoras e implementarlas. Mediante la certificación del mantenimiento basado en la condición (CBMC), se →

Fases de la norma 17359 son las siguientes:



Análisis costo/beneficio:

Establecer KPIs:

- Coste del Ciclo de Vida (LCC)
- Coste de producción perdida
- Coste de los daños
- Garantías y seguros



Auditoría de equipos:

Identificación de los equipos y su función.



Auditoría de fiabilidad y criticidad

- Diagrama de bloques de fiabilidad
- Criticidad de equipos
 - Coste de parada o producción perdida
 - Ratio de fallos y tiempo de reparación
 - Redundancia
 - Consecuencias o daños secundarios
 - Coste de reemplazamiento de la máquina
 - Coste de reparaciones y recambios
 - Coste del Ciclo de Vida
 - Coste del sistema de monitorización
 - Impacto en seguridad y medioambiental
- Modos de fallo, efectos y análisis de criticidad (FMECA)
- Tareas de mantenimiento alternativas



Seleccionar la estrategia adecuada

Si se puede determinar el estado de un activo mediante monitorización, se ha de aplicar CBM.

Si no es posible, entonces se aplica preventivo o mto. al fallo o se rediseña.



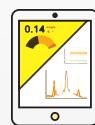
Método de monitorización

- Técnicas de medición
- Precisión de los parámetros monitorizados
- Viabilidad de la monitorización
- Condiciones de operación durante la monitorización
- Periodicidad de las mediciones
- Velocidad en la adquisición de datos
- Registro de los parámetros de monitorización
- Puntos de medida
- Criterio de alertas/alarmas iniciales
- Datos de línea base

→ define un método objetivo basado en cuestionarios y KPIs adecuados para evaluar el estado actual de un programa predictivo y se diseña un plan de mejora que obliga a alcanzar unos objetivos prefijados.

CMBC es un proceso de certificación para las plantas industriales que avala la correcta aplicación de la estrategia predictiva mediante técnicas como vibraciones, termografía, análisis de aceites, ultrasonidos, análisis del circuito de motores e inspecciones visuales, que permite obtener beneficios tangibles para:

- Mejorar la fiabilidad de la planta
- Aumentar la seguridad y disponibilidad de los activos
- Eliminar averías imprevistas
- Reducir los costes de mantenimiento



Adquisición de datos y análisis

- Mediciones y tendencias
- Calidad de las medidas
- Mediciones y comparación de los criterios de alerta/alarma
- Diagnóstico y pronóstico
- Mejora de la confianza del diagnóstico y el pronóstico



Plan de acción

- Continuar monitorización
- Reducir intervalo entre mediciones
- Cambiar condiciones de funcionamiento
- Parar la máquina
- Inspeccionar o adelantar revisión
- Reparar la máquina



Revisar periódicamente

Conviene revisar:

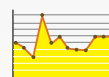
- Qué máquinas se monitorizan
- Niveles de alerta y alarma
- Datos de línea base
- Periodicidad de informes
- Backups de datos
- Configuración de medidas
- KPIs



Formación

ISO 18436:

- Vibraciones
- Aceites (taller)
- Aceites (laboratorio)
- Emisiones acústicas
- Termografía
- Ultrasonidos
- Condition monitoring



Parámetros para monitorizar maquinaria

Lista de magnitudes aplicables a la monitorización de maquinaria. Estos parámetros se relacionan con el desarrollo de fallos:

- Motores eléctricos
- Turbinas de vapor
- Turbinas de gas aeroderivadas
- Turbinas de gas industriales
- Bombas
- Compresores
- Motores alternativos
- Generadores eléctricos
- Ventiladores

Las áreas objeto de análisis son:

- **CBM**
- Coordinación, aplicación PdM...
- **Técnicas predictivas**
 - Vibración
 - Ultrasonidos
 - Termografía
 - Análisis de aceites
 - MCA
 - Inspecciones visuales

•Mantenimiento General

- Proactividad
- Mantenimiento de precisión
- RCA
- FMECA

El **proceso de certificación** del mantenimiento basado en la condición se plantea en seis **fases**:

- Formación general y concienciación
- Evaluación del estado actual
- Workshop: propuesta de mejoras
- Implantación de mejoras
- Reevaluación
- Presentación de resultados

El proceso de certificación de mantenimiento basado en la condición incide en los siguientes **puntos de mejora**:

- Se establecen unos **parámetros** para generar un informe de estado del plan de CBM y así poder estudiar su evolución tras los cambios aplicados.
- Se estudia el grado de implantación de las **técnicas predictivas aplicables**.
- Se **revisan las máquinas monitorizadas** y se estudia si se debe incluir o excluir del Plan de PdM algún equipo.
- Se revisan las configuraciones de las medidas actuales y se identifican las desviaciones encontradas en comparación con la **configuración óptima para cada conjunto de máquinas**.
- Se **revisan las periodicidades** en la toma de datos y las rutas de toma de datos.

- Se revisan las **alarmas** establecidas y se detallan los errores de configuración y de reajuste.
- Se determina si la **información predictiva** está integrada convenientemente en el plan de mantenimiento de la planta.
- Se **evalúa la calidad y fiabilidad** de los informes predictivos.
- Se estima el retorno de la **inversión ROI** y por lo tanto se evalúan los ahorros generados por esta estrategia de mantenimiento.
- Se establecen los **indicadores adecuados (KPIs)** y se fija un plan de seguimiento.
- Se crea una lista de desviaciones del plan PdM sobre la norma **ISO 17359**.
- Se desarrollan **planes de proactividad**, FMECA, RCA y mantenimiento de precisión y se establece un plan de seguimiento, puesto que estas actividades forman parte de la certificación del CBM. Así nos aseguramos de que se obtienen todos los beneficios posibles derivados de la monitorización de la maquinaria.



Fig. 9. Principales indicadores aplicados al mantenimiento industrial.



Fig. 7. Certificación del mantenimiento basado en la condición

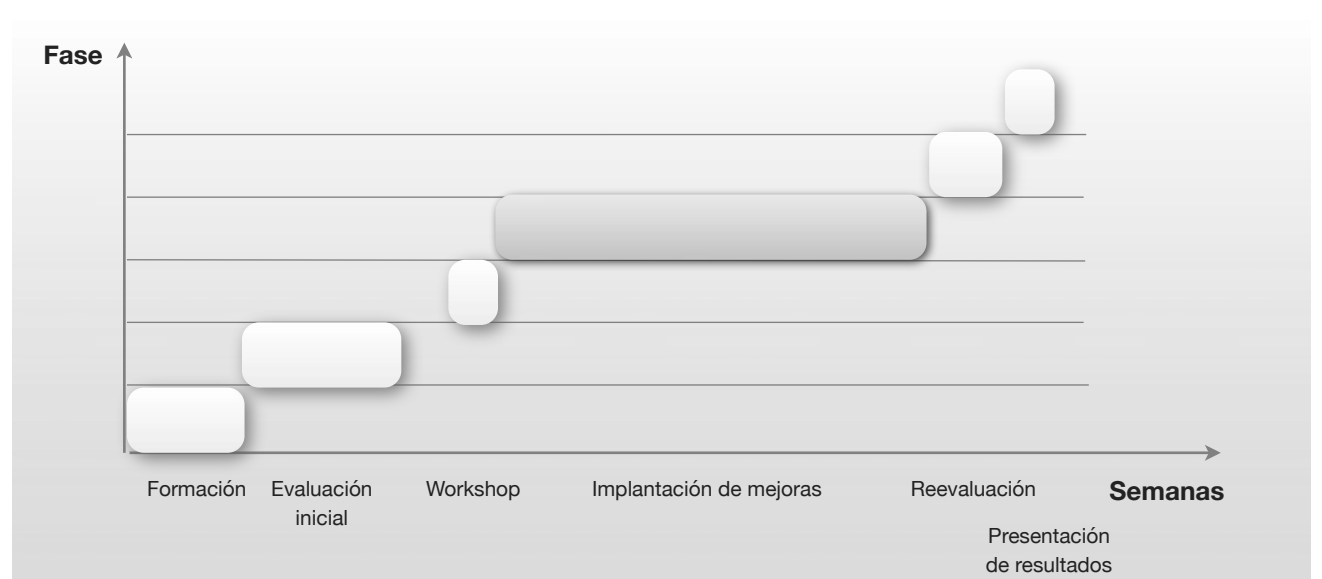


Fig.8. Fases del proceso de certificación del mantenimiento basado en la condición

Los **beneficios** que ofrece este modelo son los siguientes:

- Se marca el camino y se crea la presión necesaria para que la estrategia predictiva se aplique con éxito.
- Se verifica que el plan de mantenimiento predictivo actual sea el óptimo.
- Se consiguen los beneficios del mantenimiento basado en la condición y no solamente los inmediatos implícitos de la monitorización de la maquinaria.
- Se crea un compromiso para optimizar la programación de las revisiones de mantenimiento.
- Se avanza en la aplicación de las técnicas predictivas.
- Se cuantifican los beneficios económicos obtenidos.
- Se reducen los importes de las primas de seguros.
- Se facilita el proceso de certificación ISO 55000.

Conclusión

La estrategia de mantenimiento predictivo o según condición es un pilar del mantenimiento centrado en fiabilidad (RCM).

Los principales beneficios del mantenimiento según condición son:

- Aumento de la disponibilidad y la fiabilidad
- Reducción de gastos en mantenimiento
- Importantes mejoras en la “salud” de nuestros activos
- Eliminación de tareas preventivas que no aportan ningún valor
- Optimización de las tareas predictivas al incrementar la eficacia y eficiencia del sistema
- Reducción del consumo energético
- Reducción del número de averías
- Menos gastos en repuestos y almacenaje
- Menos fallos catastróficos
- Menos accidentes
- Menor coste de los seguros

La mayoría de planes de mantenimiento predictivo actuales pueden mejorarse. La optimización de estos planes de mantenimiento predictivo reporta grandes beneficios a las organizaciones que han incorporado esta estrategia.

Según Keith Mobley en su libro Plant Engineers Handbook se indica que en un estudio sobre 500 plantas donde se incorporó la estrategia predictiva se generaron los siguientes aumentos:

- MTBF: 30%
- Vida útil: 30%

Y se consiguieron reducciones de:

- Costes de mantenimiento: 50%
- Averías imprevistas: 55%
- Inventario de repuestos: 30%
- Consumo energético: 20%
- MTTR: 60%

Los planes de optimización del mantenimiento basado en la condición han de elaborarse por equipos multidisciplinares que, por una parte conozcan bien la realidad de la planta y por otra, dominen las técnicas predictivas y cómo obtener el máximo beneficio de la monitorización de los activos críticos. Por ello, la solución óptima pasa por el diseño de un plan que involucre tanto al personal más preparado y motivado del departamento de mantenimiento, como a consultores externos que aporten modelos de éxito. Con esta fórmula, la optimización del plan de mantenimiento predictivo es una garantía.

Bibliografía

1. ISO 55000:2014 Asset management -- Overview, principles and terminology
2. F.S. Nowlan and H.F. Heap, “Reliability-Centered Maintenance,” AD-A066 579, National Technical Information Service, 1978.
3. J.M. Moubray, Reliability-Centered Maintenance, Industrial Press, 1999
4. D. Plucknett, Reliability Centered Maintenance using... RCM Blitz 2nd Edition, Reliabilityweb.com Press, 2011
5. Página en internet de Preconcerto, www.preconcerto.com
6. Catálogo Condition Based Maintenance Certification, Preditec/IRM, 2015
7. Página en internet de Preditec/IRM, www.preditec.com
8. Blog Preditécnico, www.preditecnico.com



Your partner in reliability

SERVICIOS AVANZADOS DE DIAGNÓSTICO

Llegamos hasta donde haga falta,
para diagnosticar tu maquinaria

www.preditec.com

Más información en:
+34 976 200 969
info@preditec.com


Beneficios de implantar un sistema de gestión de activos



Isabel Ramos Téllez

Sales Support

Preditec/IRM

 [Contactar a través de LinkedIn](#)

Con la publicación de la norma ISO 55000, la Gestión de Activos está más que nunca en el punto de mira de los profesionales del mantenimiento. La evolución de las estrategias aplicadas en la industria y en general en todas las organizaciones que dispongan de activos, se orienta cada vez más a un control preciso de los riesgos cuanto más consciente se es de la capacidad de evitar con ello consecuencias que podrían afectar desde la producción y la calidad del producto, a la propia imagen de la marca.

Pero aunque la preocupación en este sentido es creciente y pocos son los que todavía no han oído hablar de la Gestión de Activos, existe cierto desconocimiento acerca del potencial que tiene esta estrategia para obtener el máximo rendimiento de los activos, incrementando su valor realizable y los beneficios de la empresa. Con este artículo se pretende ofrecer una visión global de lo que supone para la empresa la implantación de un sistema de gestión de activos.

¿Qué es la Gestión de Activos?

Empezando por lo básico, es importante acotar el término de Gestión de Activos, que puede definirse como el conjunto de actividades realizadas en el entorno de una organización orientadas a la maximización del valor de sus activos físicos a lo largo del ciclo de vida de los mismos. Optimizando la gestión de estas actividades, se busca alcanzar de forma sostenible los objetivos del negocio, es decir, encontrar el equilibrio entre costes, oportunidades y riesgos frente al desempeño esperado de los activos, para finalmente alcanzar los objetivos de la organización.

De forma general, se podría decir que la gestión de activos es la disciplina empresarial que se ocupa de determinar cuáles son las decisiones que deben tomarse para optimizar la realización del valor de los activos. Es decir, busca minimizar el coste total de un activo a lo largo de su ciclo de vida.

No obstante existen otros factores críticos que deben ser tenidos en consideración si se quieren ver cumplidos los objetivos finales de la organización. Aspectos como el riesgo o la continuidad de líneas de negocio, deben ser incluidos a la hora de fijar la estrategia empresarial. Todas estas variables, junto con otras, deberán ser integradas con la implantación de un sistema de gestión de activos.

¿Y qué es un sistema de Gestión de Activos?

Según la norma ISO 55000, un sistema de gestión de activos es el conjunto de elementos interrelacionados de una organización cuya función es establecer la política de activos y sus objetivos, así como los procesos necesarios para alcanzar dichos objetivos. Según esta noción de sistema de Gestión de Activos, el estándar ISO 55000 propone que los elementos del mismo deberán verse como un conjunto de herramientas (incluyendo políticas, planes, procesos de negocio y sistemas de información) que se integrarán para asegurar que las actividades de la gestión de activos se realicen correctamente.

Este sistema es mucho más que un sistema de información. Interactúa con las funciones de la organización, teniendo en cuenta que los propios activos pueden estar involucrados en más de una tarea estratégica. El sistema de Gestión de Activos proporciona los medios para coordinar las interacciones de estas unidades funcionales dentro de la organización.

¿Por qué implantar un sistema de Gestión de Activos?

En un mercado cada día más competitivo y globalizado, la diferencia entre las empresas que triunfarán en él y las que desaparecerán, será la capacidad que tengan de crecer y ser actoras en la economía internacional. Para desarrollarse no solo bastará con aplicar estrategias comerciales que impulsen las ventas por encima de aquellas de sus competidores, sino que deberán buscar la estabilidad y el mantenimiento de este crecimiento. En definitiva, si lo que se persigue es que el éxito sea sostenible, éste debe ser comprendido y controlado por la organización.

En la práctica totalidad de las empresas, la viabilidad y el éxito de su negocio se basa en la explotación de sus activos, ya sean físicos o intangibles (como lo son una marca o un programa informático) y explotarlos implica gestionarlos. Gestionar es coordinar, decidir, supervisar y evaluar cada aspecto que afecta a los mismos. Cuando una organización es pequeña, estas actividades son relativamente sencillas, pero conforme aumentan su dimensión y con ella el número de elementos a gestionar, así como los niveles jerárquicos de la entidad y las líneas de negocio que se abordan, el control efectivo de estos activos se convierte en un aspecto crítico cuyo correcto desempeño será el factor clave que determinará la viabilidad de la entidad.

El Sistema de Gestión de Activos proporciona la estructura necesaria para el desarrollo, coordinación y control de las actividades relacionadas con los activos a lo largo de todo su ciclo de vida y permite alinear dichas actividades con los objetivos de la organización. El proceso de implantación del mismo no está exento de retos a superar, sin embargo cada una de las etapas del proceso reporta beneficios en sí misma. Desde el momento del inicio, la recopilación de toda la información necesaria para su

integración en el sistema proporcionará un conocimiento exhaustivo del estado, procesos y riesgos que afectan a los activos de la organización. Estos datos supondrán un alto valor añadido que se percibirá sobre todo por la dirección.

Cabe mencionar otros puntos fuertes derivados de la implantación del sistema, como la mejora en la comunicación e interacción cruzada entre las distintas funcionalidades que el activo pueda tener dentro de la empresa, lo que es un aspecto fundamental en la mejora del proceso de la toma de decisiones a largo plazo. No menos importantes son las ventajas financieras que pueden obtenerse. A nadie le es ajeno que la información en términos económicos aporta mucho valor a la entidad, y contar con una información financiera robusta, fruto de la integración de todos los procesos que afectan a los activos, incluidas las actividades financieras, facilita la evaluación de la rentabilidad y los costes asociados a cada activo.

Los beneficios son potencialmente extensibles a todas las áreas de la organización, significativamente en el área de mantenimiento, contribuyendo a optimizar los procesos relativos a la conservación de cada activo, cuyo control se vería enormemente facilitado al centralizarse toda la información disponible en un solo sistema.

La lista de puntos fuertes que justifican la implantación de un sistema de gestión de activos es mucho más amplia. Además de los mencionados, permite alcanzar una gestión de riesgos más eficiente, contribuye a la mejora de la calidad de los productos y servicios, y a demostrar que se cumplen con los estándares de responsabilidad social, mejorando la reputación de la organización y demostrando además el cumplimiento de la normativa.

¿Cómo implantar un sistema de Gestión de Activos?

Ya conocemos qué es la gestión de activos y qué es un sistema de gestión de activos, además de haber hecho un resumen de los beneficios que puede aportar su correcta implantación en una organización. Pero ahora queda lo más complicado. Pasar de la teoría a la práctica. Las ideas son muy claras, pero... ↴

↳ ¿Cómo hacerlas realidad?

Desde el Instituto de Gestión de Activos, IAM por sus siglas en inglés, sugieren la posibilidad de autoevaluarse antes de buscar la certificación por parte de una tercera parte independiente.

Destacan que aparte de la obtención de la certificación, el verdadero valor se obtiene de la absorción de la filosofía de la gestión de activos y de la apropiada implementación del sistema.

Siguiendo esta doctrina, se deben buscar herramientas que ayuden a la implantación de este sistema. Las nuevas tecnologías permiten el desarrollo de aplicaciones on-line que nos pueden facilitar la implantación del sistema de gestión de activos y ofrecen el soporte requerido para alcanzar un objetivo ambicioso: la certificación según la norma ISO 55000.

En este campo, desde Preditec/IRM defendemos la solución KIPULA como la idónea para comenzar a implantar el sistema de Gestión de Activos. Es una herramienta avanzada que permite integrar las siguientes funciones:

- Análisis de criticidad de los activos
- Análisis de los modos de fallo
- Mantenimiento centrado en fiabilidad (RCM)
- Gestión del coste del ciclo de vida
- Gestión presupuestaria de los activos: control y elaboración de presupuestos
- Planes a medio y a largo plazo dentro de las actividades del ciclo de vida

Este software además presenta una serie de innovaciones cuyo objetivo es facilitar la función de gestión de activos a los individuos involucrados en los distintos procesos asociados. Ofrece un interface intuitivo “Cross view” que presenta en una sola pantalla todas las utilidades del sistema de Gestión de Activos, e incluye “Smart icons” que indican de manera visual, la criticidad del estado de los activos según las variables de coste y presupuesto.

Dada la importancia de la correcta aplicación de esta función estratégica en la estructura de la empresa, es importante tener en consideración la accesibilidad y la facilidad de uso de la solución que decidamos aplicar para implantar nuestro sistema de Gestión de Activos, de forma que se asegure el éxito de las decisiones y estrategias que se establezcan. Es fundamental desechar la idea de que la implantación será demasiado trabajosa, puesto que las reservas de hoy al respecto podrían suponer la pérdida de competitividad en el futuro y esto sin lugar a dudas, es una consecuencia mucho más comprometida de afrontar.



Fig. 1. Elemento gráfico

Para ampliar la información sobre la Gestión de Activos les invito a consultar los siguientes enlaces:

- <https://theiam.org/>
- <http://kipula.es/>



Servicio de Diagnóstico Predictivo mediante sistemas de monitorizado en continuo



Monitorización permanente

Toma de datos automática
(vibración y otros parámetros)

Sin inversión en equipos de monitorización

Mayor fiabilidad

Informes predictivos detallados



iPdM



iPdM



iPdM



www.preditec.com



Detección temprana de fallo en motorreductor crítico mediante análisis de vibraciones.


Costes evitados frente a parada no programada.



Javier Artal de la Iglesia

Responsable de Servicios Predictivos y CMDT

Preditec/IRM

 [Contactar a través de LinkedIn](#)

En este artículo mostramos un caso real donde se reflejan las buenas prácticas de un programa de mantenimiento predictivo mediante análisis de vibraciones. Veremos el proceso completo de la detección temprana de un fallo en un motorreductor crítico en la planta de Bunge Barcelona desde la detección del fallo, su análisis y diagnóstico hasta la verificación del problema gracias al informe técnico de reparación. Por último comparamos los costes de la parada real programada frente a una hipotética parada no programada debido al fallo de la unidad.

Debido a una modificación en el proceso productivo surge la necesidad de instalar un nuevo motorreductor durante la parada anual que tiene lugar entre octubre y noviembre de 2014. La unidad es un modelo KH187 de SEW Eurodrive con una reducción $i=122.9:1$, opera a 1475 rpm y tiene una potencia de 37 kW. A continuación se detallan los puntos de medida así como los componentes del conjunto.

El equipo se incluye en el programa de monitorizado de la condición donde se establece un seguimiento mensual mediante análisis de vibraciones. En enero de 2015, durante la tercera medida de la ruta de vibraciones, se detectaron desviaciones excesivas en el nivel de vibración de alta frecuencia en varios puntos del reductor, especialmente en el eje de entrada. El parámetro de seguimiento para la vibración de alta frecuencia es en este caso una banda de 1-20 kHz medida en G's RMS.

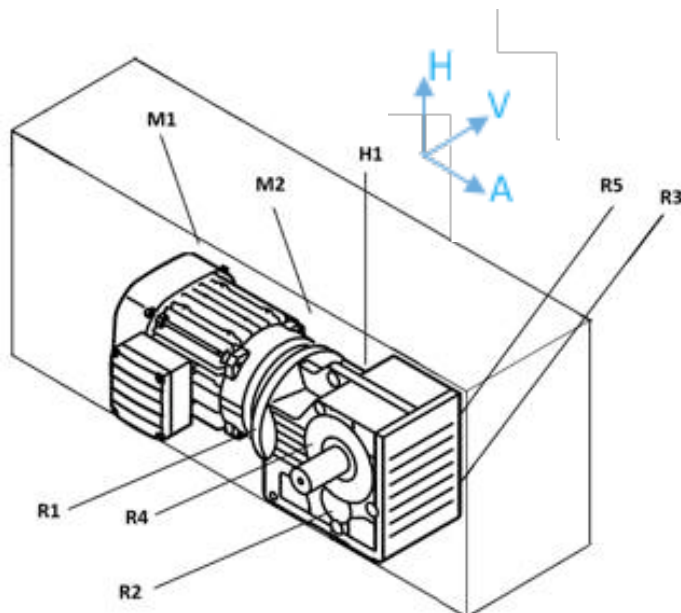


Fig. 1. Motorreductor KH187 de SEW Eurodrive



En la siguiente medida, correspondiente a la ruta en febrero de 2015, el nivel de vibración en la tendencia de 1-20 kHz vuelve a aumentar hasta amplitudes que se consideran peligrosas para el equipo.

La tendencia de máximo pico de forma de onda en el apoyo R1 (eje de entrada de la reductora) se utiliza para el seguimiento del nivel de impactos. Esta tendencia también presentó desviaciones significativas indicativas de deterioro del equipo.

A continuación se puede observar la evolución presentada por los gráficos de diagnóstico. La vibración en alta frecuencia se presenta inicialmente en la medida de enero en forma de impactos periódicos a la velocidad de giro.

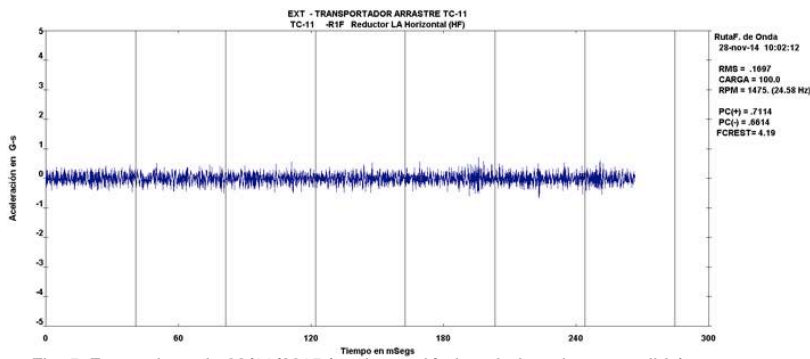


Fig. 5. Forma de onda 28/11/2015 (equipo recién instalado, primera medida)

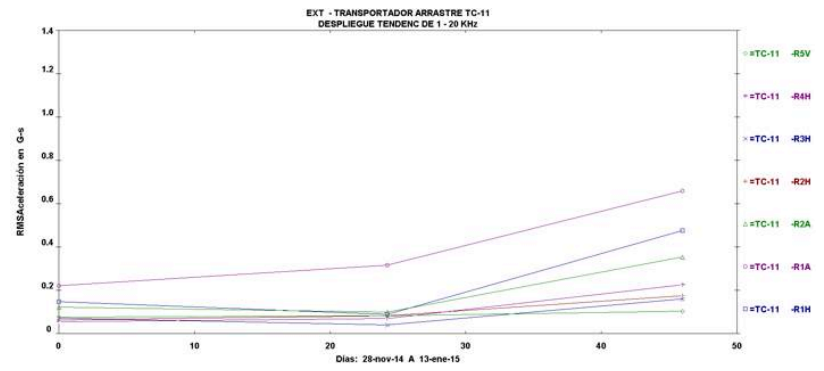


Fig. 2. Tendencias de amplitud de vibración de alta frecuencia (1-20 kHz - RMS) en el reductor

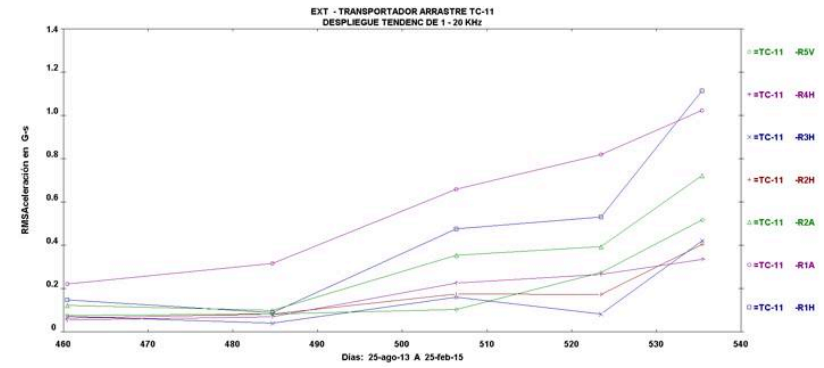


Fig. 3. Tendencias de amplitud de vibración de alta frecuencia (1-20 kHz - RMS) en el reductor

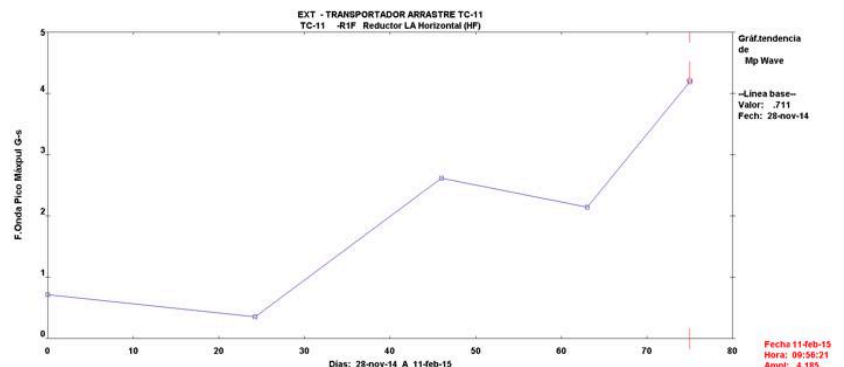


Fig. 4. Tendencias de nivel de vibración de máximo pico (0-p) forma de onda del apoyo de entrada del reductor

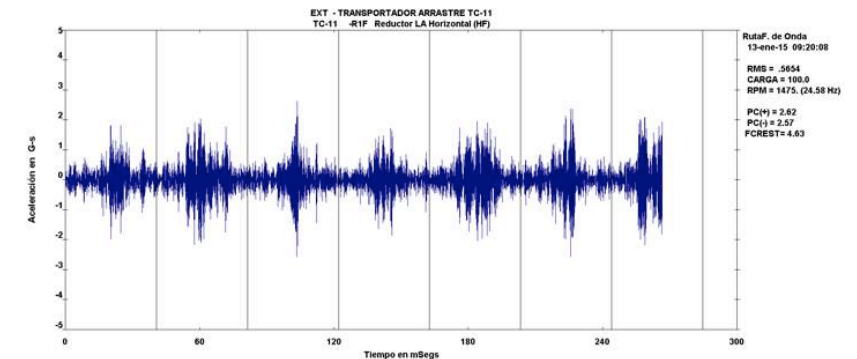


Fig. 6. Forma de onda 13/01/2015 (primeros síntomas de deterioro, tercera medida)

La amplitud de los impactos presenta un nuevo incremento en la medida de febrero y el carácter de la vibración se convierte en aleatorio indicativo de una mayor existencia de fricción o roces.

No se observan frecuencias de fallo que se puedan asociar de manera evidente a un componente determinado tales como frecuencias de fallo de rodamiento, frecuencias de engranajes, etc.

En la cascada de espectros se encuentra que la vibración aleatoria en alta frecuencia en una banda espectral de 2 a 4,5 kHz.

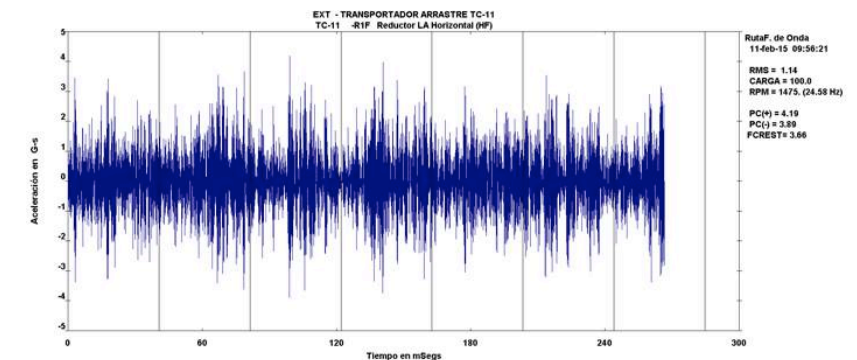


Fig. 7. Forma de onda 11/02/2015 (primeros síntomas de deterioro, quinta medida)

En base a estos datos se decide programar la sustitución del equipo. Las tendencias de vibración en alta frecuencia descienden hasta amplitudes similares a las registradas durante la puesta en marcha.

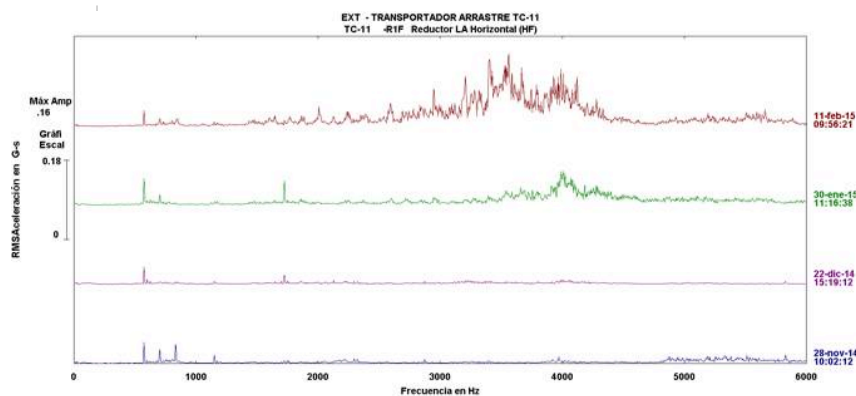


Fig. 8. Cascada de espectros de alta frecuencia en el eje de entrada del reductor (punto R1)

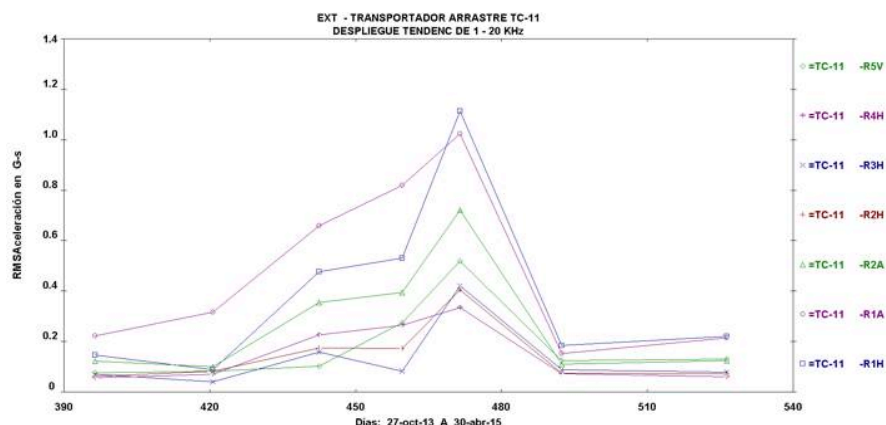


Fig. 9. Tendencias de amplitud de vibración de alta frecuencia (1-20 kHz - RMS) en el reductor

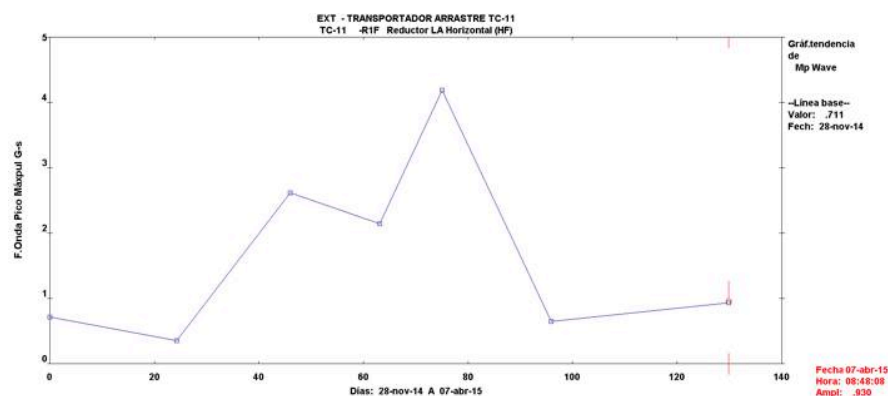


Fig. 10. Tendencias 0-p forma de onda del apoyo de entrada del reductor (R1)

Tras el reemplazo del equipo la forma de onda deja de registrar impactos tal y como se aprecia en la siguiente figura.

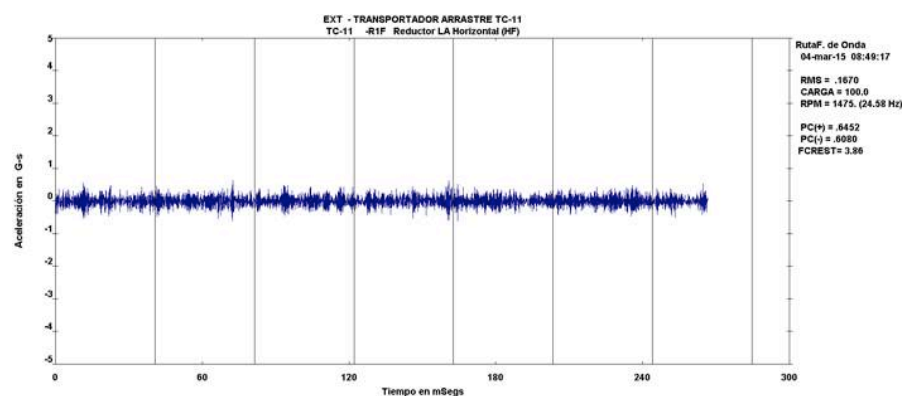


Fig. 11. Forma de onda 04/03/2015 (tras sustitución)

La firma espectral también presenta un patrón aceptable donde la vibración entre 2 y 4,5 kHz aparece minimizada.

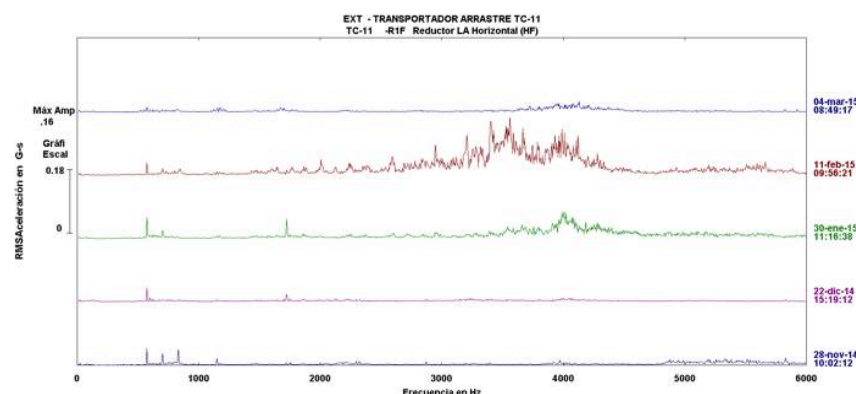
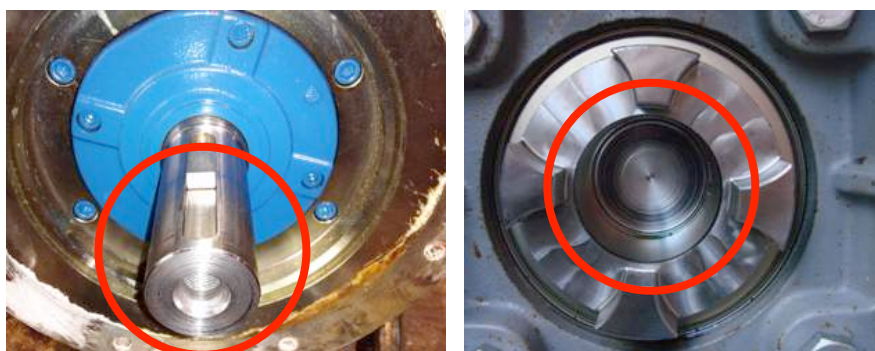


Fig. 12. Cascada de espectros en aceleración del apoyo de entrada del reductor

El informe técnico de reparación reveló la existencia de contacto entre la cara frontal del eje y el alojamiento del reductor.



La sustitución del equipo se pudo planificar con suficiente antelación minimizando así el impacto en el proceso de producción y los costes derivados de las tareas de mantenimiento.

El análisis de costes frente a una parada imprevista se detalla a continuación:

Coste Producción	Parada No Programada	Parada Real
Horas no productivas	48h	0 Se aprovecha una parada planificada
Coste/Hora no productiva	4.723,00€/h	0
TOTAL	22.6704,00 €	0

Coste Sustitución	Parada No Programada	Parada Real
Horas Hombre		
Coste H/H	4.000,00	467,00
Grúa/Urgencias/Otros	750,00	250,00
TOTAL	4.750,00	717,00

Coste Presupuestos	Parada No Programada	Parada Real
Coste Repuesto	20.722,00	20.722,00
TOTAL	20.722,00	20.722,00

Coste	Costes Parada No Programada (€)	Costes Reales
Costes Producción	226.704,00	0
Costes Sustitución	4.750,00	717,00
Costes Repuesto	20.722,00	20.722,00
TOTAL	252.176,00	21.439,00

Los costes potenciales que hubiese supuesto el fallo de este equipo hubiesen sido más de 10 veces el coste derivado de la sustitución planificada del equipo. Los costes evitados suponen más de 4 veces la inversión anual en mantenimiento predictivo. Estos datos justifican la inversión en la estrategia predictiva y ayudan a su financiación en los próximos años.

Conclusiones

Implementar un programa de monitorizado de la condición mediante técnicas predictivas y aplicar las mejores prácticas en lo que se refiere a configuración de parámetros de seguimiento, análisis y toma de decisiones nos puede permitir detectar fallos en una etapa temprana de desarrollo, planificar tareas de mantenimiento con antelación a un fallo funcional y ahorrar o evitar costes de mantenimiento.

Completar el proceso de análisis, diagnóstico y recomendación con las conclusiones obtenidas de los informes técnicos de reparación enriquecerá el conocimiento técnico en cuanto al comportamiento vibratorio del equipo y sus modos de fallo.

El mantenimiento predictivo puede suponer grandes beneficios en las plantas industriales cuando se trata de equipos críticos con gran impacto en el proceso productivo.

Documentar los éxitos obtenidos en términos económicos es imprescindible para evaluar los beneficios del mantenimiento predictivo y justificar la inversión realizada en el proyecto de monitorizado de la condición.

DESTACADOS

VI Foro Español de Fiabilidad y Mantenimiento Predictivo

Calificamos de éxito el VI Foro, un evento que consiguió reunir a expertos que contaron experiencias vistas desde diferentes puntos de vista y sectores industriales.

El pasado 21 de octubre dio comienzo el VI Foro Español de Fiabilidad y Mantenimiento Predictivo en el Edificio Trovador de Zaragoza.

El evento organizado por Preditec/IRM contó con ponencias muy interesantes, destacamos a José Alfonso Antonino, profesor e investigador, de la Universidad Politécnica de Valencia, con su ponencia "Diagnóstico de fallos en motores eléctricos mediante análisis de corrientes", quien fue elegido entre todos los asistentes como mejor ponente y premiado por Preditec/IRM con una Smartbox de viaje.

Otras ponencias:

- David Faro, Director General, **Preditec/IRM**, "Mejora de la eficiencia en la gestión del negocio mediante el conocimiento holístico de la condición de los activos."
- Andrés Montemayor, Ingeniero de Diagnóstico, **Iberdrola-TECNO**, "Diagnóstico de ventiladores críticos mediante ODS"
- Francisco Ballesteros Robles, Sales Support & Training Manager, **Preditec/IRM**, "El PdM es un pilar fundamental del RCM"
- Rubén Armenta, Jefe Fiabilidad Site San Roque/Coordinador Fiabilidad, **CEPSA**, "Beneficios del RCM en el sector petroquímico"
- Javier Blasco, Profesor y director del **Master Rotating, Universidad de Zaragoza**, "Formación online de postgrado en Equipos Rotativos"
- José Miguel Acosta Pérez, Project Leader, **SIM**, "Aplicación de técnicas de fiabilidad para la generación de valor en las

diferentes etapas del ciclo de vida de las instalaciones: Casos Prácticos."

- Miquel Clariana, Director, **Insoat**, "La gestión de activos como soporte para la obtención de los logros estratégicos de la organización: la visión de la alta dirección"
- Javier Artal de la Iglesia, Responsable de Servicios Predictivos y CMDT, **Preditec/IRM**, "Monitorización remota de equipos críticos. Experiencias y beneficios."
- Juan Carlos Galán, Director Comercial, **Preditec/IRM**, "Cómo especificar servicios de diagnóstico predictivo"
- Miguel Sierra, Gerente de Generación Energética y Monitorización, **IDBox**, "Integración, procesamiento y análisis de información para aumentar la fiabilidad en la industria"
- Ignacio Luis Francia, Maintenance and Reliability Technical Support in EMEA, **Bunge**, "Mejora en los KPIs de mantenimiento (OEE, RAV/Mant cos, proactive work, assets, reds, etc) vs implementación de un programa de confiabilidad y tecnologías PDM"
- Rafael Quirós, Analista de Vibraciones ISO Cat-III, **Bridgestone**, "Optimización del plan de mantenimiento por la aplicación de técnicas predictivas"
- Manuel Angós Ramón, Responsable de Proyectos de Monitorizado, **Preditec/IRM**, "Monitorización de Activos en la Web con la plataforma AWM"
- Juan Antonio Gutiérrez, Director General Adjunto, **Abeinsa Operation and Maintenance**, "El sistema de monitorización on-line del estado de los equipos como fuente de conocimiento para la optimización de la gestión de activos"
- Juan Antonio Criado, Socio Fundador, **Applitechgnosis**, "Gestión Tribológica de Activos bajo RCT"

También se sorteó un Smartwatch Sony entre todos los asistentes, el afortunado fue: Víctor Román.

El VI Foro Español ha sido un evento en el que asistentes y ponentes han podido intercambiar experiencias y realizar networking. En breve se irán publicando las ponencias grabadas. No dudamos en repetir la experiencia, les esperamos para la próxima convocatoria VII Foro Español de Fiabilidad y Mantenimiento Predictivo en 2016.





GRUPO
ALAVA
INGENIEROS

Soluciones de Alta Tecnología

Medida y Ensayo

Seguridad y Telecomunicaciones

Mantenimiento Predictivo

Auscultación e Instrumentación
de infraestructuras



Monitoring Day #MMD15

El pasado 11 de junio, David Faro, Director General de Preditec/IRM estuvo en el evento Monitoring Day #MMD15 en Madrid con la ponencia "Cloud Monitoring aplicado a la supervisión y diagnóstico **predictivo en activos críticos de plantas industriales**"



La jornada tuvo lugar en Madrid, en el edificio de COAM, organizado por CIC Consulting Informático, se centró en la integración de información, monitorización y supervisión de datos en diversos entornos: Energía, Smart City e Industria.

El #MMD15 contó con el apoyo oficial desde el Ministerio de Industria, Energía y Turismo con la apertura por parte de Antonio Alcolea Muñoz, Subdirector General en la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, y clausura a cargo de María del Rosario Heras Celemín, Jefa de la Unidad de Investigación sobre Eficiencia Energética en Edificación, de CIEMAT (Ministerio de Economía).

A pesar de las pésimas condiciones meteorológicas que supusieron un verdadero reto para los asistentes a la hora de desplazarse por la capital, el #MMD15 tuvo muy buena acogida. Entre los que acudieron al Monitoring Day estuvieron Directivos de empresas tecnológicas, Directores de TI, CTOs y CIOs, Project Managers, Empresas de servicios y soluciones energéticas, Integradores de Sistemas / Consultorías / Ingenierías y Ayuntamientos, entre otros.

Asistentes y ponentes compartieron experiencias, en los canales de Youtube y Flickr puede ver como fue el evento.

- [Ver resumen del Monitoring Day en YouTube](#)
- [Ver las entrevistas acerca del Monitoring Day 2015 en YouTube](#)
- [Visualice las fotos del Monitoring Day 2015 en Flickr](#)

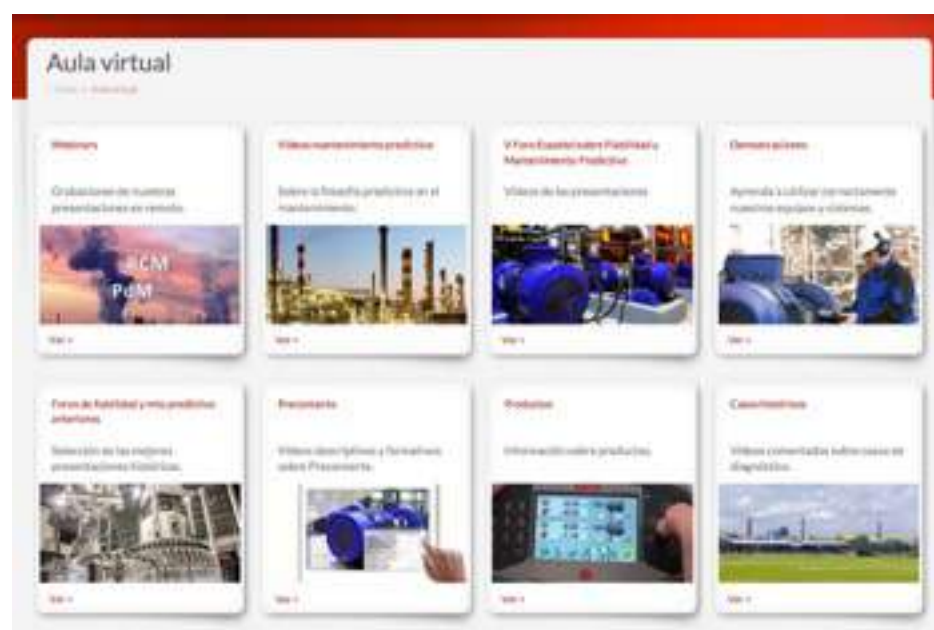
Webinars y jornadas sobre mantenimiento predictivo

Preditec/IRM lleva años programando webinars y seminarios gratuitos para contribuir a la difusión de las filosofías de gestión de activos basada en la fiabilidad.

Aula virtual

En nuestra web, en la sección de "**Aula virtual**" puede encontrar vídeos de eventos pasados, casos históricos, productos, etc.

[Más información](#)






FORMACIÓN



Preditec/IRM publica el nuevo programa de formación para 2016 con **nuevos cursos y nuevos descuentos**.

El **profesorado**, certificado en Categoría III, cuenta con una experiencia, tanto como analista como formador. En los pasados años Preditec/IRM ha obtenido unos resultados excelentes de aprobados, próximos al 100% en las pruebas de certificación. El conocido método Mobius Institute ha triunfado en el mundo de los analistas predictivos y hoy es la opción más elegida para la formación de técnicos predictivos.





Febrero

-  Certificación de analista de vibraciones Categoría I (ISO 18436 2)
-  Certificación de analista de vibraciones Categoría II (ISO 18436 2)
-  Tribología Centrada en Confiabilidad - Nivel I (ISO18436-4)




Marzo

-  Curso de diseño de sistemas de monitorizado por vibraciones
-  Curso de certificación de ultrasonidos nivel I


Abril

-  Mantenimiento Predictivo en programas RCM según ISO 17359
-  Curso práctico de captación y detección de ultrasonidos
-  Curso práctico de alineación láser
-  Técnicas de mantenimiento predictivo en motores eléctricos




Mayo

-  Certificación de analista de vibraciones Categoría I (ISO 18436 2)
-  Curso Práctico de Inspección Termográfica: Aplicaciones y Resultados
-  Certificación de analista de vibraciones Categoría II (ISO 18436 2)

Junio

-  Gestión de Activos basado en Riesgo
-  Curso práctico de manejo avanzado de analizadores de vibraciones






Octubre

-  Curso de especialización para usuarios del software predictivo EMONITOR
-  Curso de especialización para usuarios de tecnología OneProd XPR-300
-  Curso de especialización para usuarios del software predictivo Machinery Health Manager




-  Curso práctico de captación y detección de ultrasonidos

-  Certificación de analista de vibraciones Categoría I (ISO 18436 2)

Noviembre

-  Curso práctico de alineación láser
-  Certificación de analista de vibraciones Categoría II (ISO 18436 2)
-  Certificación de analista de vibraciones Categoría III (ISO 18436 2)
-  Curso Análisis y Diagnóstico de Vibraciones en Turbomaquinaria
-  Tribología Centrada en Confiabilidad - Nivel I (ISO18436-4)

Diciembre

-  Vibraciones I (Curso presencial o a distancia)
-  Vibraciones II
-  Tribología Centrada en Confiabilidad - Nivel I (ISO18436-4)

Enero	Febrero	Marzo	Abril																																																																																																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lu</th> <th>Ma</th> <th>Mi</th> <th>Ju</th> <th>Vi</th> <th>Sá</th> <th>Do</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>19</td> <td>20</td> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>26</td> <td>27</td> <td>28</td> <td>29</td> <td>30</td> <td>31</td> </tr> </tbody> </table>	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do				1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lu</th> <th>Ma</th> <th>Mi</th> <th>Ju</th> <th>Vi</th> <th>Sá</th> <th>Do</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>20</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> <td>27</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29							<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lu</th> <th>Ma</th> <th>Mi</th> <th>Ju</th> <th>Vi</th> <th>Sá</th> <th>Do</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>29</td> <td>30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lu</th> <th>Ma</th> <th>Mi</th> <th>Ju</th> <th>Vi</th> <th>Sá</th> <th>Do</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>19</td> <td>20</td> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>26</td> <td>27</td> <td>28</td> <td>29</td> <td>30</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do				1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30								
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do																																																																																																																																																																												
			1	2	3																																																																																																																																																																													
4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																												
11	12	13	14	15	16	17																																																																																																																																																																												
18	19	20	21	22	23	24																																																																																																																																																																												
25	26	27	28	29	30	31																																																																																																																																																																												
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do																																																																																																																																																																												
1	2	3	4	5	6	7																																																																																																																																																																												
8	9	10	11	12	13	14																																																																																																																																																																												
15	16	17	18	19	20	21																																																																																																																																																																												
22	23	24	25	26	27	28																																																																																																																																																																												
29																																																																																																																																																																																		
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do																																																																																																																																																																												
	1	2	3	4	5	6																																																																																																																																																																												
7	8	9	10	11	12	13																																																																																																																																																																												
14	15	16	17	18	19	20																																																																																																																																																																												
21	22	23	24	25	26	27																																																																																																																																																																												
28	29	30																																																																																																																																																																																
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do																																																																																																																																																																												
			1	2	3																																																																																																																																																																													
4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																												
11	12	13	14	15	16	17																																																																																																																																																																												
18	19	20	21	22	23	24																																																																																																																																																																												
25	26	27	28	29	30																																																																																																																																																																													
Mayo	Junio	Julio	Agosto																																																																																																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lu</th> <th>Ma</th> <th>Mi</th> <th>Ju</th> <th>Vi</th> <th>Sá</th> <th>Do</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>20</td> <td>21</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> <td>27</td> <td>28</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>31</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31						<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lu</th> <th>Ma</th> <th>Mi</th> <th>Ju</th> <th>Vi</th> <th>Sá</th> <th>Do</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>28</td> <td>29</td> <td>30</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lu</th> <th>Ma</th> <th>Mi</th> <th>Ju</th> <th>Vi</th> <th>Sá</th> <th>Do</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>19</td> <td>20</td> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>26</td> <td>27</td> <td>28</td> <td>29</td> <td>30</td> <td>31</td> </tr> </tbody> </table>	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do				1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lu</th> <th>Ma</th> <th>Mi</th> <th>Ju</th> <th>Vi</th> <th>Sá</th> <th>Do</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>20</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> <td>27</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>30</td> <td>31</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do																																																																																																																																																																												
						1																																																																																																																																																																												
2	3	4	5	6	7	8																																																																																																																																																																												
9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																												
16	17	18	19	20	21	22																																																																																																																																																																												
23	24	25	26	27	28	29																																																																																																																																																																												
30	31																																																																																																																																																																																	
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do																																																																																																																																																																												
		1	2	3	4	5																																																																																																																																																																												
6	7	8	9	10	11	12																																																																																																																																																																												
13	14	15	16	17	18	19																																																																																																																																																																												
20	21	22	23	24	25	26																																																																																																																																																																												
27	28	29	30																																																																																																																																																																															
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do																																																																																																																																																																												
			1	2	3																																																																																																																																																																													
4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																												
11	12	13	14	15	16	17																																																																																																																																																																												
18	19	20	21	22	23	24																																																																																																																																																																												
25	26	27	28	29	30	31																																																																																																																																																																												
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do																																																																																																																																																																												
1	2	3	4	5	6	7																																																																																																																																																																												
8	9	10	11	12	13	14																																																																																																																																																																												
15	16	17	18	19	20	21																																																																																																																																																																												
22	23	24	25	26	27	28																																																																																																																																																																												
29	30	31																																																																																																																																																																																
Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre																																																																																																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lu</th> <th>Ma</th> <th>Mi</th> <th>Ju</th> <th>Vi</th> <th>Sá</th> <th>Do</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>20</td> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>27</td> <td>28</td> <td>29</td> <td>30</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lu</th> <th>Ma</th> <th>Mi</th> <th>Ju</th> <th>Vi</th> <th>Sá</th> <th>Do</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>20</td> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> <td>27</td> <td>28</td> <td>29</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31							<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lu</th> <th>Ma</th> <th>Mi</th> <th>Ju</th> <th>Vi</th> <th>Sá</th> <th>Do</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>28</td> <td>29</td> <td>30</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lu</th> <th>Ma</th> <th>Mi</th> <th>Ju</th> <th>Vi</th> <th>Sá</th> <th>Do</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>20</td> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>27</td> <td>28</td> <td>29</td> <td>30</td> <td>31</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do																																																																																																																																																																												
			1	2	3	4																																																																																																																																																																												
5	6	7	8	9	10	11																																																																																																																																																																												
12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																																																												
19	20	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																												
26	27	28	29	30																																																																																																																																																																														
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do																																																																																																																																																																												
					1	2																																																																																																																																																																												
3	4	5	6	7	8	9																																																																																																																																																																												
10	11	12	13	14	15	16																																																																																																																																																																												
17	18	19	20	21	22	23																																																																																																																																																																												
24	25	26	27	28	29	30																																																																																																																																																																												
31																																																																																																																																																																																		
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do																																																																																																																																																																												
		1	2	3	4	5																																																																																																																																																																												
6	7	8	9	10	11	12																																																																																																																																																																												
13	14	15	16	17	18	19																																																																																																																																																																												
20	21	22	23	24	25	26																																																																																																																																																																												
27	28	29	30																																																																																																																																																																															
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do																																																																																																																																																																												
			1	2	3	4																																																																																																																																																																												
5	6	7	8	9	10	11																																																																																																																																																																												
12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																																																												
19	20	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																												
26	27	28	29	30	31																																																																																																																																																																													

* Confirmar las fechas de la convocatoria correspondiente en nuestra web: <http://www.preditec.com/formacion> o a través de info@preditec.com

Implantación de la estrategia predictiva en el mantenimiento industrial mediante la potente técnica del análisis de vibraciones

Colector de vibraciones



+

Software Predictivo



+

Implantación



+

Formación



+

Diagnóstico predictivo

50 máquinas - Preconcerto



+

Curso a distancia Vibraciones I



Total



PrediPack

Preditec/IRM ofrece cuatro opciones de paquetes Predipack: Starter, Route, PdM y Expert.
Más información en info@preditec.com o 976 200 969
www.preditec.com



Plataforma de información predictiva

- ✓ Acceso al estado de salud de los activos
- ✓ Potentes herramientas de diagnóstico
- ✓ Panel de visualización único
- ✓ Gestión de alarmas
- ✓ Indicadores de gestión de mantenimiento (KPIs)

