

Preditécnico

Boletín informativo de técnicas predictivas y fiabilidad industrial

- **Inscripción abierta al:**
Cuarto Foro Español de
Fiabilidad y Mantenimiento Predictivo
- Beneficios tangibles de la implantación de la estrategia de mantenimiento predictivo y **monitorización en la nube**
- **Por qué fracasan** algunos planes de mantenimiento predictivo
- Air Gap
- **La Fiabilidad del mantenimiento predictivo.** Su justificación. Dificultades en la implantación
- Caso análisis de resonancia en **turbina de vapor**





Your partner in reliability

Atención, esto es un link



Siempre que veas una palabra subrayada, significa que es un link y te llevará a una página web



Cuando hace unos quince años observábamos con temor los riesgos de la gestión a corto plazo en las empresas, se estaba sembrando lo que ahora estamos cosechando, empresas emblemáticas arruinadas y la administración pública hipotecada e hipotecando el futuro de las empresas al transferirles el resultado de su gestión vía impuestos. Cerramos 2012 que pasará a la historia como uno de los peores de la historia en economía. Pero ante este terrible panorama, hay empresas que están aprovechando las oportunidades que se están presentando fuera de España y lejos de desanimarse, cruzan nuestras fronteras para ganar y resolver proyectos con el buen hacer que venían practicando. Estamos explotando la experiencia y el sentido común español como modelo de gestión para proyectos de todo tipo y ya estamos obteniendo beneficio de ello.

En esta edición destacamos una interesante entrevista con **D. Antonio Ordóñez Guerrero**, un referente en España en el mundo del mantenimiento, en la cuál se analiza la situación actual y futura del mantenimiento industrial. Por otra parte, analizamos el momento de **evolución y reducción del coste** de las tecnologías para aplicar sistemas de monitorizado en continuo en la maquinaria crítica. Es el momento de evolucionar hacia la automatización en la toma de datos para la supervisión de la maquinaria. También analizamos por qué algunos **planes predictivos** no obtienen los resultados esperados y cómo se pueden evitar los errores más comunes. En otro artículo se justifica la aportación del mantenimiento predictivo a la fiabilidad de las plantas industriales y las dificultades que suelen encontrarse en su implantación. Y por último entramos a detalle sobre la **monitorización de turbinas hidráulicas** y estudiamos un caso de resonancia en una turbina de vapor.



Esperamos pues que los contenidos de nuestra revista Preditécnico sean de su interés.

Francisco Ballesteros Robles
Director de Marketing
Preditec/IRM

nº19 - Enero - 2013

Edita: Preditec/IRM

Director Editorial: Francisco Ballesteros Robles

Redactores: Francisco Ballesteros Robles
Arturo Burriel Subías
David Faro Ruiz
José Pedro Rayo Peinado
Francisco Sánchez Climent

Publicidad: Ángela Ruiz Navarro
aruiz@preditec.com

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:

+34 916 121 163

www.preditec.com

info@preditec.com



Preditec/IRM es una compañía proveedora de soluciones de monitorización de maquinaria para protección, supervisión y diagnóstico aplicados al mantenimiento predictivo y proactivo.

En un contexto más amplio, la ingeniería de fiabilidad tiene como objetivo garantizar la fiabilidad, la seguridad, el medio ambiente, la disponibilidad y la calidad del producto para optimizar la rentabilidad global.

www.preditec.com



01 Entrevista

Air Gap 28

La Fiabilidad del mantenimiento predictivo. Su justificación. Dificultades en la implantación 30

02 Novedades

Driver digital programable para sondas de desplazamiento 10

Cuarto Foro Español de Fiabilidad y Mantenimiento Predictivo 12

Nuevo servicio de mantenimiento de sistemas de monitorizado en continuo 15

03 Artículos

Beneficios tangibles de la implantación de la estrategia de mantenimiento predictivo y monitorización en la nube 16

Por qué fracasan algunos planes de mantenimiento predictivo 24

Caso análisis de resonancia en turbina de vapor 36

04 Destacamos

Sensores de vibración para alta temperatura 40

Alineador láser de poleas PAT 41

Vibrómetro para maquinaria 42

Análisis de aceites con el minilaboratorio Oilview Quick - Check 43

Nuevo detector de ultrasonidos SDT200 44

KPIs en el mantenimiento 45

05 Formación

Curso de analista de vibraciones en maquinaria 47

Calendario 49

ENTREVISTA

Antonio Ordóñez Guerrero

Entrevista realizada por: Francisco Ballesteros Robles

¿Qué cambios de estrategia se esperan en los próximos años en el mundo del mantenimiento?

Las tendencias actuales en mantenimiento van orientadas a garantizar la disponibilidad y fiabilidad de las Plantas Industriales con el menor coste posible, es decir el desarrollo e implementación de tareas costo eficientes.

En esta línea la implementación y gestión de técnicas predictivas o de mantenimiento bajo condición cobra una importancia relevante, ya que gracias a ellas conocemos en todo momento el estado de salud de nuestros activos, podemos prever las intervenciones, gestionar adecuadamente los stocks necesarios, optimizar las gamas de preventivo, planificar con operación/producción las actividades correctivas y en general una suma de acciones que gestionadas de una forma eficaz incrementarían los ratios de producción, mejorando los Kpis de una forma notable.

Por tanto es presumible que los cambios de estrategias vayan orientados a hacer del predictivo un pilar importante en la política de mantenimiento de la empresa.

En su vida profesional ha tratado con muchas compañías con planteamientos diferentes sobre la gestión del mantenimiento. ¿Cree realmente que la forma de gestionar el mantenimiento influye algo en la cuenta de resultados de las empresas?

Un buen o mal enfoque de la gestión del mantenimiento en una empresa podrá hacer que la cuenta de resultados de la misma sea modélica o por el contrario insostenible y más en la situación actual.

Aquellas empresas que siguen viendo el mantenimiento como un mal necesario que solo le aporta gastos están dando la espalda a una línea de actividad que constituye sin duda una de las fuentes de ingresos y ahorros mayores dentro de la estrategia general del negocio.

Los proyectos de mejora basados en la Ingeniería de Mantenimiento compiten en resultados obtenibles con los de mejora de proceso y operación. Además son capaces de generar y aportar una información crítica y decisiva en la toma de decisiones estratégicas de la compañía, tales como el conocimiento real de la capacidad productiva que se puede derivar del conocimiento del estado de salud de los activos, la evaluación del coste de mantenimiento de la disponibilidad de Planta, la optimización en la gestión de almacén, etc..

¿Qué está haciendo la universidad española por la mejora de los ingenieros responsables de gestionar el mantenimiento en las plantas industriales?

La disciplina de la Ingeniería de Mantenimiento no estaba contemplada en los Planes de Organización Docente de las distintas Universidades Españolas, recientemente se están incluyendo algunas asignaturas al respecto, aunque de una forma muy elemental y en muchas ocasiones de dudosa aplicación práctica.

Ante este hueco en la formación reglada se han desarrollado cursos (Masters y Expertos) en Mantenimiento dentro de los estudios de Postgrado que tratan de combinar los conocimientos teóricos necesarios con su aplicación práctica y de campo.

En esta línea puedo hablar del que se desarrolla en la Universidad de Sevilla desde hace 16 años de forma continuada, con una alta demanda por parte de los profesionales de mantenimiento, operación y proceso de toda España y Sudamérica.

Con ellos se adquiere un amplio conocimiento de las instalaciones habituales en las grandes y medianas industrias enfocado desde su mantenimiento, de las tecnologías predictivas más relevantes y de las políticas de gestión del mantenimiento a implementar según las tipologías de empresas por sus diferentes sectores de actividad. Este tipo de formación tiene una ventaja importante frente a la formación reglada y es su capacidad de adaptar el contenido de los estudios de una forma ágil según las últimas tendencias en las distintas actividades que se contemplan, aportando una formación “ad hoc” difícil de conseguir en otro escenario.

¿Estima que las ingenierías españolas tienen una oportunidad en proyectos fuera de España?

No solo tienen una oportunidad en proyectos fuera de España, sino que nuestros ingenieros están altamente valorados en otros países. España es la matriz de un sin número de grandes empresas creadas y desarrolladas por nuestros ingenieros, basta contemplar un poco el espectro de las mismas: Abengoa, Gamesa, Acciona, Iberdrola, Movistar, etc... Ante un escenario como este es incuestionable el importante papel que pueden jugar nuestros egresados en el escenario internacional y lamentablemente una de las alternativas más viables en estos momentos.

¿Existe una estrategia de mantenimiento única que pueda aplicarse a toda la maquinaria de una planta industrial?

La de predictivo, todas las máquinas y sus componentes manifiestan la aparición de un fallo y su degradación a través de determinados parámetros que son los que definen la tecnología predictiva que es capaz de detectarlo y seguir su evolución en el tiempo. Otra cuestión es la idoneidad o no de aplicar la tecnología correspondiente, decisión que vendrá condicionada por la criticidad de su función dentro del proceso productivo y/o otros condicionantes.

¿Por qué todavía existen organizaciones donde no se aplican estrategias de mantenimiento como la predictiva, cuando en otras instalaciones industriales similares dentro de los mismos sectores esta estrategia está perfectamente implantada?

Esta es una pregunta que no es fácil de responder y ciertamente estas situaciones se presentan, encontrándonos dentro de un mismo sector de actividad empresas con un fuerte mantenimiento predictivo implantado y dando resultados y otras que lo obvian. Una de las posibles razones puede ser el desconocimiento por parte de los responsables correspondientes del alcance y beneficios que pueden aportar las tecnologías predictivas frente al coste asociado a su implementación. En este sentido la difusión y formación al respecto es una herramienta clave, de igual forma que la actitud abierta de las empresas que consideren necesario la realización de un benchmarking, así como una autoevaluación de los diferentes ejes de actividad del mantenimiento en los que se evidenciará la necesidad de desarrollar políticas de predictivo con el objetivo de estar situado dentro las empresas a más alto nivel de gestión.

¿Podría realizar alguna sugerencia a los responsables de las plantas industriales acerca de la gestión del mantenimiento con el objetivo de optimizar sus operaciones?

Como se desprende de las anteriores cuestiones la sugerencia que puedo aportar es la de tomar en consideración las grandes ventajas que puede aportar el conocimiento e implementación de tecnologías predictivas dentro de nuestras estrategias de mantenimiento, el lema “no intervenir sino es necesario” lleva implícito muchas connotaciones que se desprenden al pararnos un poco en el sentido del mismo y que creo que no son necesarias volver a comentar.

“No intervenir si no es necesario”

Pinche aquí para escuchar la entrevista



Antonio Ordóñez

- Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Mecánica y de los Materiales de la Universidad de Sevilla.
- Director del Master en Ingeniería y Gestión del Mantenimiento de la Universidad de Sevilla.
- Director del Master en Mantenimiento Industrial y Técnicas de Diagnóstico de la Universidad de Sevilla.
- Master en Ingeniería del Agua por la Universidad de Sevilla.
- MBA por ADM Business School (administration & management).
- Director de INGTECNO SL spin off de la Universidad de Sevilla.
- Cargos ostentados:
- Subdirector de Extensión Universitaria y Relaciones con las Instituciones de la Escuela Universitaria Politécnica de la Universidad de Sevilla.
- Coordinador del Programa Erasmus en Ingeniería Mecánica de la Escuela Universitaria Politécnica.
- Miembro del AEN/CTN 151 Mantenimiento (Asociación Española de Normalización/Comité Técnico de Normalización sobre Mantenimiento).

02

NOVEDADES

Driver digital programable para sondas de desplazamiento



Hoja de Producto
SETPOINT DPS

Descarga

Preditec/IRM presenta un nuevo concepto en sondas de desplazamiento para medida de vibración, el **driver digital programable**.

El driver digital SETPOINT Digital Proximity System es un sistema de medida de la vibración relativa de eje que cumple con la norma **API670** y es totalmente programable para adaptarlo a un gran número de sondas de proximidad existentes.

Por primera vez en este tipo de dispositivos, los usuarios tienen la capacidad de programar en campo su transductor de proximidad para un amplio rango de diámetros de la sonda, de distintos fabricantes, con distintas longitudes de cable, materiales del eje y rango lineal.

Este driver ofrece compatibilidad con los proximitors de la conocida marca Bently Nevada, incluso con los modelos obsoletos de esta marca. SETPOINT DPS es compatible con las sondas y cables de extensión de las series 3000, 3300, 3300XL, 7200, RAM y NSV.

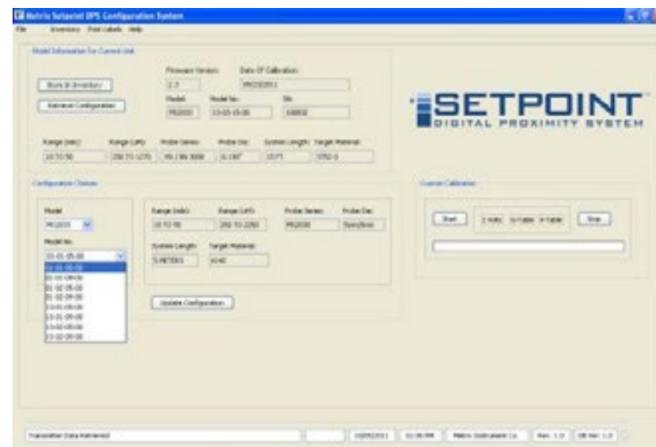
Software de configuración de los drivers SETPOINT DPS
Los módulos se fabrican en versión transmisor (con salida 4-20 mA) y con salida de la señal dinámica para sondas a dos o tres hilos.

Ventajas:

Cumple con la norma API670

Programable en campo

Compatible con otras sondas



Solicite información

PrediPack

INCLUYE:

✓ Colector de vibraciones

✓ Software predictivo

✓ Implantación

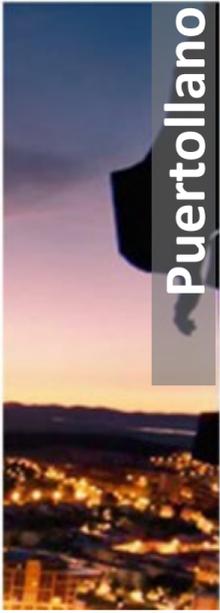
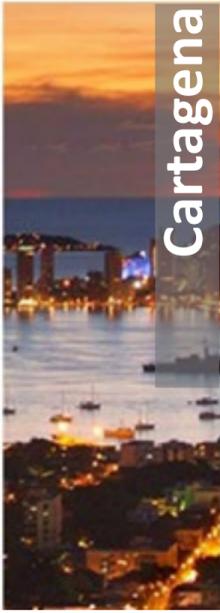
✓ Diagnóstico predictivo

de 20 máquinas con Preconcerto

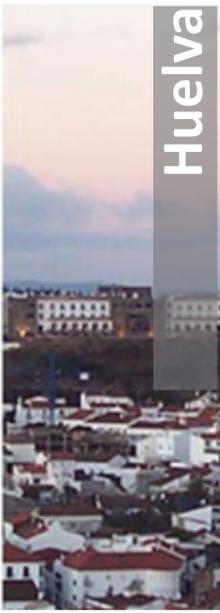
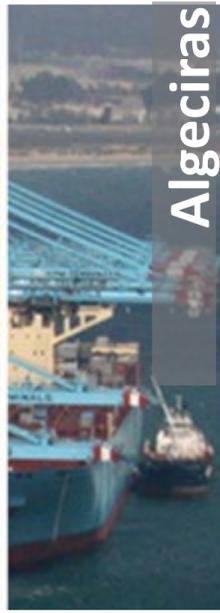
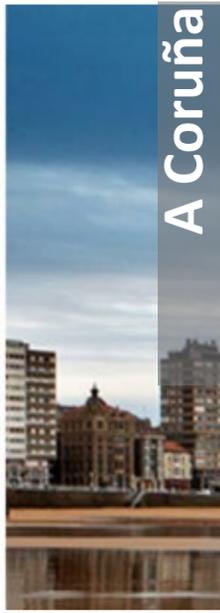
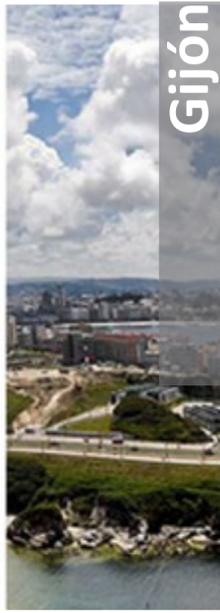
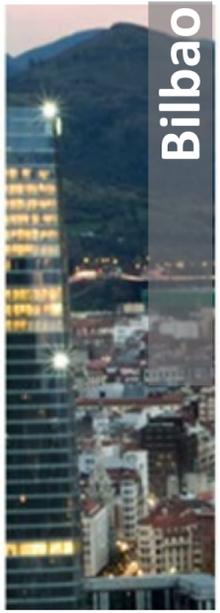
Cuarto Foro Español de Fiabilidad y Mantenimiento Predictivo

Tras el éxito de las pasadas ediciones, se ha programado el Cuarto Foro Español de Fiabilidad y Mantenimiento Predictivo, que convoca a los ingenieros de fiabilidad, analistas predictivos y gestores del mantenimiento industrial a una serie de jornadas técnicas a celebrar en Madrid, Puertollano, Cartagena, Barcelona, Tarragona, Sagunto, Huelva, Sevilla, Algeciras, A Coruña, Gijón y Bilbao.

¿Cuándo? / ¿Dónde?

					
Madrid	Puertollano	Cartagena	Barcelona	Tarragona	Sagunto
9	10	11	23	24	25

¿Cuándo? / ¿Dónde?

					
Huelva	Sevilla	Algeciras	A Coruña	Gijón	Bilbao
14	15	16	21	22	23

Abril/día
De 9:15 a 13:30h

[Más información](#)



Mayo/día
De 9:15 a 13:30h

[Más información](#)



ivib Advanced Machinery Supervisor

Great solution for machinery Cloud Monitoring!



Preditec/IRM ofrece un completo **servicio** de revisión de **sistemas de protección y supervisión de maquinaria por vibraciones** de cualquier marca.



Los sistemas de medida de la vibración de la maquinaria protegen y supervisan las máquinas críticas. Pero, ¿está seguro de que sus sistemas de protección y supervisión de maquinaria están funcionando correctamente?

¿Por qué contratar este servicio?

- Porque los sistemas de medida de vibración pueden deteriorarse con el paso del tiempo y mediante este servicio de revisión se **garantiza el buen funcionamiento** de estos sistemas.
- Porque los sistemas de monitorización en continuo se aplican a maquinaria muy crítica y un funcionamiento no eficaz del sistema de protección **puede tener como consecuencia un accidente** que afecte a la seguridad de la planta y genere una avería catastrófica que destruya la máquina.

- Porque en muchas ocasiones se han encontrado errores en las instalaciones de monitorización o su configuración que pueden hacer **que el sistema no actúe correctamente cuando se requiera**.
- ¿En qué consiste nuestro servicio? En asegurar que se respetan las **normas API670 e ISO10816**.
- **Verificación de la calibración** de los sensores de vibración y de toda la cadena de medida.
- **Revisión del cableado** para asegurar que no existen problemas en su instalación física ni en la inducción de interferencias radioeléctricas.
- Comprobación de que la **configuración de los parámetros de medida de la vibración** son los adecuados para que las medidas se realicen correctamente.
- **Verificación de los relés de alerta y disparo** actúan correctamente cuando se alcanzan los niveles prefijados.
- **Comprobación de que los niveles de disparo** prefijados son adecuados para cada máquina monitorizada.
- **Emisión de certificado** del correcto funcionamiento de sistema de monitorizado.

Este servicio es aplicable a refinerías, plantas químicas, centrales eléctricas de carbón o gas, centrales nucleares, centrales hidráulicas, fábricas de cemento, plantas de laminación de metales, laboratorios farmacéuticos, plantas alimentarias y otras plantas de proceso.

Ponemos a punto cualquier tecnología de las marcas Bently Nevada, Shinkawa, Rockwell Automation, Vibrometer, Schenck, IRD, Dymac, Metrix... en cualquier lugar del mundo.



03 ARTÍCULOS

Beneficios tangibles de la implantación de la estrategia de mantenimiento predictivo y monitorización en la nube.



David Faro
Director Comercial - Preditec/IRM
dfaro@preditec.com

Resumen

En esta artículo se analizan los beneficios que los modelos de Software como Servicio (SaaS) proporcionan al mantenimiento predictivo para su implantación y explotación en la **nube** y su retorno en la mejora de la fiabilidad de planta. La integración en la nube de las diferentes fuentes de información de las que se nutre el **mantenimiento basado en la condición** se convierte en la clave del **éxito** para disponer de un cuadro de mando en tiempo real del estado de salud de los activos y así determinar las actividades de ingeniería y mantenimiento más adecuadas para obtener una mejora continua en la operación y una **reducción significativa de los fallos** de los equipos de planta.

1. Introducción

La realidad de las **TIC** (Tecnologías de la Información y la Comunicación) está ya muy patente y definida en nuestra vida personal, en la actualidad uno de nuestros objetivos en nuestro día a día es la integración de toda nuestra información en los mínimos dispositivos móviles *smartphones* o *tablets* y si es posible, disponer de un único lugar del que obtener la lista de contactos, la agenda, el acceso al correo electrónico, los documentos importantes. La reflexión inicial consiste en preguntarnos si esa misma tendencia se está llevando a cabo en el **entorno industrial** y más concretamente en el ámbito del **mantenimiento**. ¿Tendría sentido conocer el estado de salud de los activos de la planta en tiempo real y desde cualquier lugar simplemente consultando un dispositivo móvil? **¿Cómo ayudan las TIC a mejorar la gestión del conocimiento dentro de las organizaciones?**

Este artículo tiene como objetivo encontrar las respuesta a estas cuestiones iniciales a través de una aproximación práctica al concepto **Cloud Computing** – computación en la nube y los beneficios para su uso en un plan de mantenimiento predictivo (PdM) a través de casos de éxito de implantación.

Finalmente se mostrarán los últimos avances y casos de éxito a partir de la evolución tecnológica de las TIC en términos de adquisición, procesado y almacenamiento de información que han permitido el desarrollo de las nuevas plataformas de monitorización en la nube, Cloud Monitoring.

2. Cloud Computing - Computación en la nube

En la **industria de las Tecnologías de la Información y la Comunicación**, el paradigma está variando, por un lado, de acuerdo con el crecimiento constante del volumen de datos de forma que ya está planteando un desafío los gestores informáticos de las empresas medianas y grandes. Por otro lado, la necesidad de reducir los gastos de capital y de operaciones asociados con el equipo material, el hardware, utilizado por las Tecnologías de la Información (TI) ha determinado el diseño de modelos de servicios utilizando la nube, el denominado Cloud Computing. En este tipo de computación todo lo que puede ofrecer un sistema informático se ofrece como servicio, de modo que los usuarios puedan acceder a los servicios disponibles “en la nube de internet” sin conocimientos (o, al menos sin ser expertos) en la gestión de los recursos que usan.

Según la definición del NIST (Instituto Americano de Estándares y Tecnología) este modelo permite el acceso bajo demanda a través de la red a un conjunto compartido



Figura 1: Esquema básico de Cloud Computing.
Fuente: <http://www.ilimit.com/>

de recursos de computación configurables (como por ejemplo redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden ser rápidamente aprovisionados con el mínimo esfuerzo de gestión o interacción del proveedor del servicio. En definitiva, la computación en la nube permite al usuario proveerse unilateralmente de los servicios que necesite, sin la interacción de los recursos humanos del propio proveedor de servicios. Un ejemplo claro lo podemos encontrar en la compra por internet en iTunes de aplicaciones para nuestros dispositivos móviles. El triunfo de los sistemas de computación en la nube está fuera de toda duda ya que nos los encontramos habitualmente con el uso de nuestra cuenta de correo Gmail, compartiendo documentos en Google Docs, Dropbox o iCloud, o a través del uso de CRM's como Salesforce.

Para una comprensión práctica de la nube, de lo que hace o puede hacer o no hacer y lo que significa o no significa, se enumeran un conjunto

de características que la nube debe facilitar:

- Habilidad para facilitar con rapidez la contratación o la supresión de un servicio.
- Modelo de servicio en el que los usuarios pagan por lo que usan, es decir sin la necesidad de inversiones iniciales en licencias ni programas de aplicación específicos.
- Agilidad para alcanzar una flexibilidad en las escalas de provisión de servicios hacia arriba o hacia abajo sin una gran planificación previa.
- Una conexión segura y directa con la nube sin necesidad de recodificar aplicaciones.
- Capacidad para que múltiples clientes utilicen de manera independiente y con sus datos debidamente protegidos, las mismas aplicaciones en los mismos servidores y al mismo tiempo.

La computación en la nube no está basada en la adquisición de productos sino que define los siguientes modelos o niveles de servicios:



Figura 2 Modelos de servicio en la nube
Fuente: *Elaboración propia*

1. **Infraestructura como Servicio: IaaS**
2. **Plataforma como Servicio: PaaS**
3. **Software como Servicio: SaaS**

1. IaaS: El proveedor ofrece servicios de computación (procesadores) y almacenamiento en lo relativo al aprovisionamiento de servidores o discos. El usuario alquila recursos de computación en lugar de comprarlos e instalarlos en su propio centro de proceso de datos, permitiéndole ir variando el consumo de los recursos en función de sus necesidades.

2. PaaS: El proveedor ofrece algo más que la infraestructura, provee un entorno para facilitar el trabajo de los programadores, encapsulando el entorno de desarrollo ofrecido como servicio, incluyendo el apoyo para la creación de programas, facilitando el ciclo completo de construcción y puesta en servicio de nuevas aplicaciones en internet. Básicamente este modelo está orientado a grupos de desarrollo.

3. SaaS: Se da cuando el proveedor del servicio ofrece ejecutar aplicaciones de negocio de una empresa en las instalaciones del proveedor. Los proveedores pueden ofrecer cualquier servicio informático y enfatiza el hecho de que se paga por su utilización real. Este rasgo permite convertir el uso en una variable más del negocio y evita las habituales inversiones iniciales en licencias.

Los beneficios principales que se obtienen mediante un uso del modelo SaaS son los siguientes:

1. **Integración probada de servicios Web.** Por su naturaleza, la tecnología de Cloud Computing se puede integrar con mucha mayor facilidad y rapidez con el resto de las aplicaciones, ya sean desarrolladas de manera interna o externa.
2. Prestación de servicios a nivel mundial. Las infraestructuras de Cloud Computing proporcionan mayor capacidad de adaptación, recuperación de desastres completa y **reducción al mínimo de los tiempos de inactividad.**
3. Una infraestructura 100% de computación en la nube no necesita instalar ningún tipo de hardware. La belleza de la tecnología de Cloud Computing es su simplicidad y el hecho de que requiera mucha **menor inversión para empezar a trabajar.**
4. **Implementación más rápida y con menos riesgos.** Las aplicaciones en tecnología de

Cloud Computing estarán disponibles en cuestión de semanas, incluso con un nivel considerable de personalización o integración.

5. Permite realizar una **copia de seguridad** de la información valiosa. En caso de que el usuario haya sufrido algún problema con su dispositivo se puede acceder a su información en forma instantánea, desde cualquier otro dispositivo, en cualquier lugar del mundo en que se encuentre.
6. Facilidad para **compartir información** y por tanto gestionar de una manera más eficaz el conocimiento.
7. **Mayor seguridad.** Se definen tipos de nube en función del entorno que faciliten al máximo la seguridad de los datos.
8. **Actualizaciones automáticas** que no afectan negativamente a los recursos de las Tecnologías de la Información. Si actualizamos a la última versión de la aplicación, nos veremos obligados a dedicar tiempo y recursos (que no tenemos) a volver a crear nuestras personalizaciones e integraciones. La tecnología de Cloud Computing no le obliga a decidir entre actualizar y conservar su trabajo, porque esas personalizaciones e integraciones se conservan automáticamente durante la actualización y son transparentes al usuario.

Desde un punto de vista operativo la nube puede ser pública, privada o híbrida.

La **Nube Pública** es aquella en la que los servidores son externos al usuario, pudiendo tener acceso a las aplicaciones de forma gratuita o de pago. La capacidad de procesamiento y almacenamiento se realiza sin contar con máquinas localmente. La carga operacional y la seguridad de los datos recae íntegramente sobre el proveedor del hardware y software. El ROI es rápido y predecible ya que permite disponer de precio cerrado desde el principio.

La **Nube Privada** dispone de los servidores en las instalaciones del usuario y no suele dar servicios a terceros. Todos los componentes están en el interior del cortafuegos corporativo. La infraestructura bien se gestiona internamente por el departamento de TI para que se facilite de manera ágil y seguro el servicio a las distintas áreas de actividad de la organización o bien se gestiona y se facilita como un servicio por un proveedor de nube. Esta tipología requiere una inversión inicial en infraestructura física.

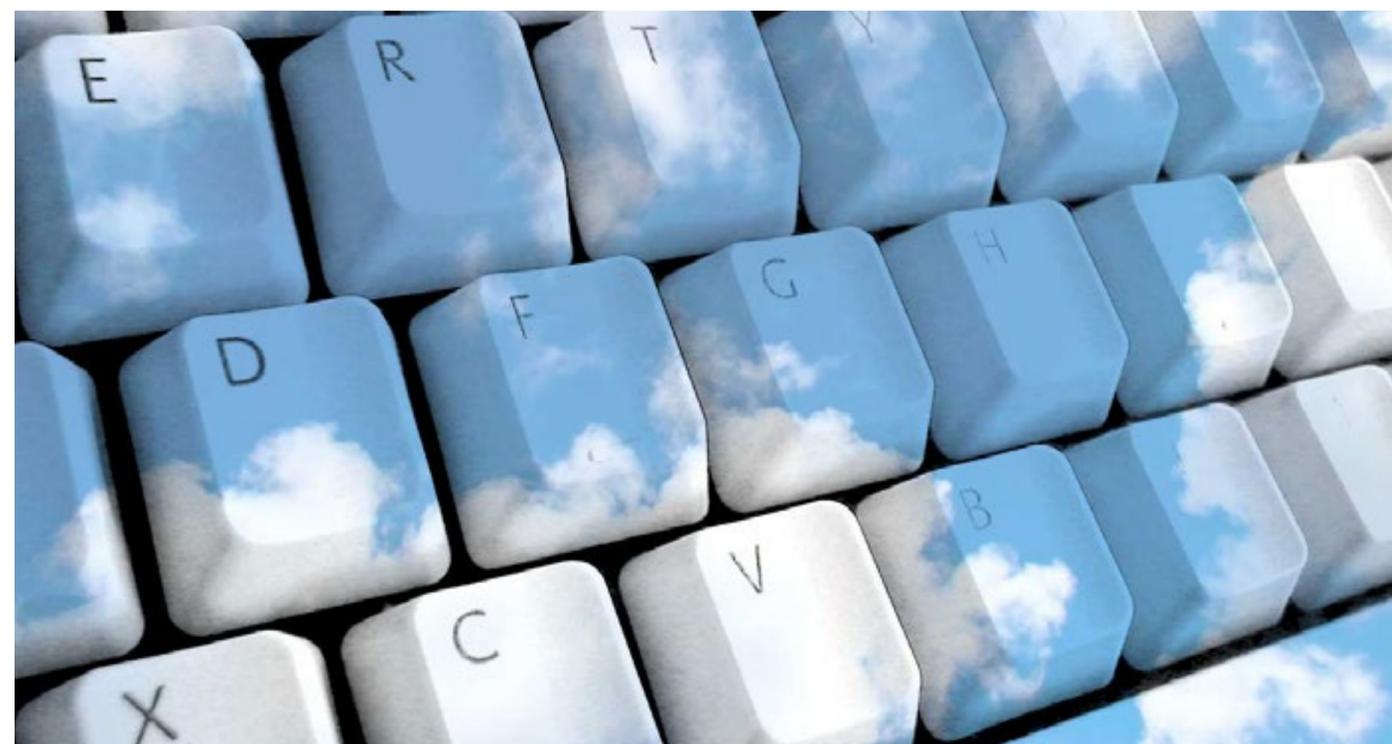
La **Nube Híbrida** es la conformada por dos o más nubes en la que la inversión inicial es moderada y permite contar con servicios SaaS, IaaS y PaaS bajo demanda.

Desde un punto de vista empresarial la nube ofrece nuevas oportunidades a las empresas. De manera resumida se pueden enumerar las siguientes:

- La nube en internet permite a las PYME reducir las inversiones en informática manteniendo la competitividad.
- Las grandes empresas son reticentes a ceder la gestión de su principal activo, la información, de ahí que se pueda optar por la privatización de una parte de la nube donde se mantienen los datos y los procesos más sensibles.
- La nube ofrece una mayor elasticidad a la organización para hacer crecer o disminuir los requerimientos de acuerdo con la demanda y simplificar el despliegue más rápidamente de acuerdo con la evolución del mercado.
- La presión por innovar de las empresas requiere disponer de servicios con la rapidez y cantidad necesarios para su uso bajo demanda.
- Los sistemas tradicionales requieren de inversiones periódicas y la contratación de personal especializado en su gestión. Los sistemas basados en la nube son más sencillos dado que se puede acceder a ellos a través de un simple navegador o un dispositivo móvil.
- La implantación de modelos en la nube delegan al proveedor las tareas de mantenimiento y mejora de los sistemas. Por tanto, se reducen las inversiones iniciales y se recortan los costes de mantenimiento.

En definitiva y para concluir este capítulo podemos afirmar que:

“Nuestro ordenador ya no es un PC sino que ahora nuestro ordenador es la nube de internet.”



3. Beneficios del modelo SaaS en la implantación del mantenimiento predictivo.

El objetivo del mantenimiento predictivo y su aliado el monitorizado de condición (Condition Monitoring) no es otro más que seguir el estado de salud y **anticiparse a cualquier modo de fallo que el activo pueda presentar** a fin de evitar el fallo total. Por tanto, debemos conocer los diferentes modos de fallo de cada activo y a partir de ese conocimiento aplicar las técnicas predictivas que nos permitan detectar con mayor anticipación y fiabilidad la presencia de un signo del fallo y seguir su evolución en el tiempo.

En este contexto y una vez expuesto en el capítulo anterior el concepto genérico de la nube es conveniente conocer los beneficios directos y tangibles que aportan los sistemas SaaS en la implantación, explotación y obtención de resultados del mantenimiento predictivo (PdM):

- Permite que las **implantaciones de PdM** no se exploten de forma aislada y que sean accesibles por personal de operación, mantenimiento, ingeniería y dirección. Esta modalidad de servicio permite conocer el estado de salud de los activos para todo el personal de planta.
- Facilita el **acceso a la información** mediante un navegador web y desde cualquier dispositivo móvil.

- Habilita el acceso a los datos desde cualquier parte del mundo por cualquiera que tenga permisos de acceso, analistas externos incluidos, sin la necesidad de disponer de una infraestructura propia.
- Capacidad de integración en la nube de las diferentes técnicas de predictivo y monitorizado de condición a partir de una única plataforma multitecnología. La plataforma en la nube muestra en tiempo real del estado de salud de los activos de planta a partir de los datos de las diferentes técnicas de predictivo como vibración, termografía, análisis de aceites, ultrasonidos, análisis del circuito del motor (MCA).
- Conocimiento en tiempo real del estado de salud de los activos de planta con los históricos de los distintos modos de fallo.
- Visibilidad de las operaciones del negocio y de los impactos de dicho servicio en toda la cadena de valor de la organización.
- Supervisión y control en tiempo real de cuadros de mando (Dashboards) basados en los indicadores y KPI's claves para la gestión del mantenimiento.
- Utilización de aplicaciones comerciales de BI (Business Intelligence) personalizadas para cada compañía que permitan extraer y explotar de forma sencilla la información clave tanto técnica como económica de la implantación del PdM.
- Reducir al máximo el uso de las hojas Excel evitando la manipulación de los datos y generando una cultura de universalización

- de la información.
- Establecimiento de estrategias de benchmarking que permitan disponer de información en tiempo real de los indicadores clave para la gestión multiplanta.
- Gestión del conocimiento a partir de una plataforma única de fuente de información que permita la correlación de datos y aumente la calidad de los mismos.
- Control efectivo y real sobre la ejecución de la calidad de las actividades y de los recursos asociados tanto internos como los prestados por contratistas.
- Mejora en la utilización y optimización de activos de plantilla con el objeto de reducir los gastos e inversiones y consecuentemente mejorar el ROI.
- Conocimiento de los costes en las distintas actividades y áreas de mantenimiento.
- Evaluación de la mejora de diseños en procesos o maquinaria por el estudio de las averías ligadas a dichos procesos maquinaria: análisis de la causa raíz.

Como bien es sabido en la implantación de la estrategia predictiva el conocimiento es uno de los pilares fundamentales. La nube y el modelo SaaS están orientados a generar las mejores dinámicas en las personas, empresas y organizaciones en todo lo relativo al conocimiento.

Podemos por tanto resumir que la implantación del PdM en la nube contribuye a una mejora en la gestión del conocimiento en base a:

- Compartir la información en todos los niveles jerárquicos de la compañía/departamento.
- Mejorar la accesibilidad a la información mediante el uso de internet.
- Crear de bases de datos de conocimiento a partir de entradas de todo el personal implicado en el proyecto.
- Difundir el conocimiento dentro de la compañía evitando el concepto "libretica".
- Aumentar del tiempo dedicado al análisis de la información a partir de una reducción del tiempo dedicado a la búsqueda de la misma.
- En definitiva, es posible compartir información y por tanto difundir el conocimiento dentro de la compañía.

4. Innovación en la implantación del PdM y monitorización en la nube

En base a los principios del modelo SaaS desde Preditec/IRM se ha implementado y desarrollado plataforma Preconcerto www.preconcerto.com desde la que se pueden obtener todos los beneficios y valor añadido del capítulo anterior.

Este nuevo modelo de servicio se implantó a inicios de 2011 en todos los contratos de PdM existentes hasta la fecha con el claro objetivo de llevar la gestión del PdM a la nube.

En la actualidad la plataforma Preconcerto está gestionando alrededor de 70 plantas en todos los sectores industriales con un número de activos en seguimiento cercano a 4.000, lo que supone una emisión de 16.000 análisis/diagnósticos anuales. La centralización de la información de una única plataforma así como la utilización de la multitecnología en la implantación del PdM conlleva que el ratio de fiabilidad en los diagnósticos esté muy cercano al 100%.

A través de la nube y mediante cualquier dispositivo móvil y/o navegador de internet se obtiene en tiempo real el estado de la Matriz de Salud de Activos en base a la condición de cada una de las técnicas de predictivo aplicadas para cada activo.

Desde el punto de vista de uso y explotación no existe limitación para el uso de la misma ya que puede ser útil tanto para los usuarios sin experiencia que quieran realizar una implantación de PdM en el menor tiempo

Preditec/IRM y/o por otras compañías del sector.

Finalmente cabe destacar que Preconcerto permite la implantación, explotación y puesta en marcha del PdM basado en multitecnología en tiempo record y sin inversiones en sistemas informáticos a partir del modelo de suscripción anual SaaS.

Por otro lado, hasta la fecha la implantación de sistemas de monitorizado en continuo no se ha generalizado como en un principio cabía esperar y de todos es conocido que dicha monitorización se hace efectiva principalmente en los equipos críticos de la plantas industriales. Con toda probabilidad el coste económico de los sistemas de monitorizado a nivel de unidades de procesado local y plataformas software haya sido uno de los principales causantes, pero cabe recordar que en este tipo de proyectos los costes de instalación se llevan un alto porcentaje de la inversión. Por tanto, las soluciones a corto y medio plazo deben ir directamente enfocadas a una disminución de los costes de instalación y por supuesto a la máxima reducción de la inversión inicial.

Durante el año 2011 el departamento de marketing de Preditec/IRM realizó un estudio entre sus clientes para determinar los puntos clave de los sistemas de monitorización en continuo. El resultado del estudio determina

- Que se detecten averías desde su etapa inicial.
- Que un fallo no llegue a ser importante sin haber sido detectado.
- Que no genere falsas alarmas.

2. Sencillez:

- Que su implantación sea fácil.
- Que su operación sea inmediata.
- Que se simplifique al máximo la instalación.

3. Eficiencia:

- Que se pueda instalar al mayor a número de activos posible.
- Que realice todo lo anterior a un coste razonable.

Una vez analizado este escenario requerido de forma generalizada por todos los consultados llega el momento de dar solución de forma definitiva a esta situación e introducir el concepto denominado Cloud Monitoring o lo que es lo mismo monitorización en la nube. Se trata de conjugar el monitorizado de condición con la computación en la nube.

Con el avance tecnológico que están experimentando los dispositivos que permiten la adquisición, procesado y almacenamiento de datos y el desarrollo de los modelos en la nube podemos sin duda generar un nuevo modelo de monitorizado de la condición en



Figura 3: Plataforma de gestión de PdM multitecnología en la nube
Fuente: www.preconcerto.com

la nube. Se trata simplemente de disponer de una tecnología que aproveche los últimos avances en electrónica de dispositivos móviles para conseguir una calidad en el procesado de señal, conectividad y capacidad de integración que los equipos de monitorización actual. Evidentemente para obtener un acceso sencillo, fiable y eficiente a la información, la plataforma debe estar basada en las nuevas TIC y por tanto en Internet, si eso es posible significa que será posible la aplicación del modelo SaaS para los sistemas de monitorización en continuo.

Formalmente nos encontramos ante el nuevo concepto del Cloud Monitoring, en la que la iniciativa la toma la nueva plataforma iVib™.

Los beneficios de esta solución tecnológica junto a su modelo SaaS de explotación son los siguientes:

- Simplicidad en la arquitectura del sistema y reducción de costes de instalación debido a su pequeño tamaño (120x80x27mm), conectividad WiFi y alimentación PoE (Power over Ethernet).
- Flexibilidad de configuración: Protección, Supervisión y Diagnóstico (3 en 1) en formatos de 2, 4 y 8 canales.
- Monitorización adaptativa, inteligente y fiable.
- Modelo de explotación tipo SaaS:
- Independencia de los servicios de IT.
- Sin inversión inicial de licencias.
- Minimización de los costes de mantenimiento.
- Actualizaciones automáticas.
- Facilidad de acceso remoto a la información mediante un navegador web y desde cualquier dispositivo móvil.
- Supervisión automática de los modos de fallo y la matriz de salud de activos.
- Comunicación en tiempo real de los modos de fallo y su criticidad mediante correo electrónico.
- Utilización de las herramientas más fiables para la detección de fallos en rodamientos y engranajes.
- Capacidad de integración con:
- Plataformas en la nube: Preconcerto
- Información de Planta mediante Modbus (TCP/IP), PI, ODBC.
- Otras técnicas predictivas, termografía, ultrasonidos, inspección visual.
- Sistemas de PdM instalados en planta de cualquier fabricante.
- Sistemas de monitorizado existente en planta.
- Mejor relación Coste/Beneficio

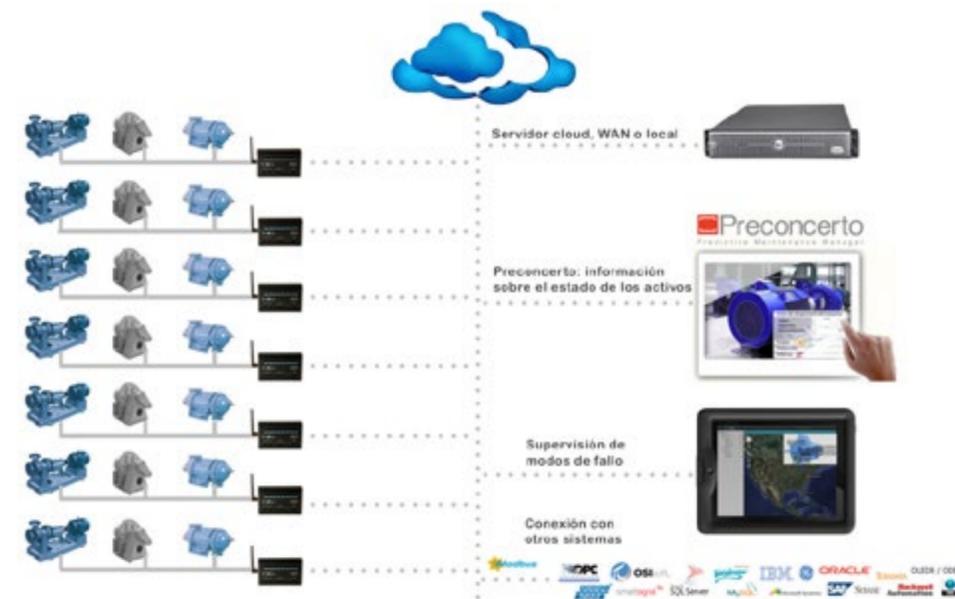


Figura 4: Arquitectura básica sistema de monitorización iVib
Fuente: www.ivib.com

En los proyectos de monitorización en continuo las partidas relativas a la instalación y a su posterior mantenimiento (especialmente las relativas a los programas de aplicación) son siempre las más cuestionadas y pueden llevar en un momento dado a la paralización de la inversión y por tanto del proyecto. En este sentido la plataforma iVib™ se centra en dos objetivos básicos para la reducción de costes, por un lado la reducción durante la fase de instalación y por otro la optimización de costes en la explotación del sistema.

La reducción de costes en la fase de instalación se consigue fundamentalmente por:

I. Menor tamaño y adaptabilidad en el número de canales: El tamaño reducido de la unidad de monitorización permite que se pueda instalar a pide de máquina por lo que se evita la compra de las costosas mangueras de pares hasta las unidades de adquisición y su coste de instalación asociado.

II. Comunicación WiFi: En el caso que la planta lo permita la comunicación WiFi reducirá de manera espectacular la partida correspondiente a la instalación.

En consecuencia el menor coste de instalación permite una expansión del sistema

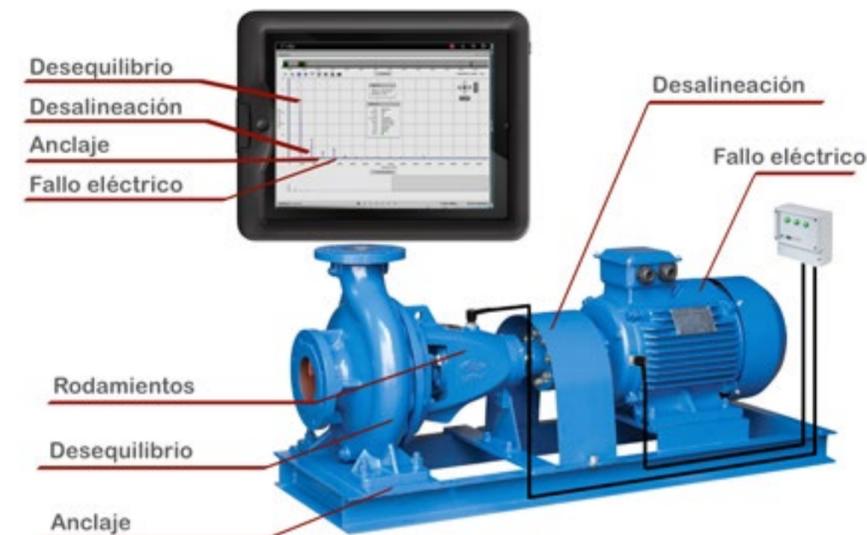


Figura 5: Monitorización de bombas con iVib.
Fuente: Elaboración propia



Figura 6: Tejemplo interfaz gráfico iVibTM
Fuente: www.ivib.com

de monitorización que permita aumentar el número de máquinas a monitorizar o bien aumentar el número de puntos por máquina.

En base esto es finalmente posible plantearse la posibilidad de sustituir la toma de datos mediante equipos portátiles en máquinas que se han considerado como críticas (ya sea por su impacto en la fiabilidad de la planta o bien por razones de seguridad) por la plataforma de monitorización iVib™.

Desde el punto de vista de la explotación, la optimización de costes nos llega por el uso del modelo SaaS en el que mediante la suscripción anual de la plataforma se garantiza siempre disponer de la última versión del sistema de monitorización y el soporte y asistencia asociado.

La implantación de sistemas iVib™ basada en la parametrización específica de modos de fallo para cada tipo de máquina ha reportado ya beneficios en la monitorización e identificación de averías en bombas, ventiladores, cajas de engranajes, grupos hidráulicos, aerogeneradores, motores eléctricos, torres de refrigeración, hornos y molinos rotativos, ampliación del diagnóstico en sistema de protección de turbomaquinaria, monitorización temporal de máquinas, etc.

La plataforma iVib™ facilita a los supervisores

de mantenimiento información sobre la evolución del estado de las máquinas, así como sus modos de fallo y alertas sobre el desarrollo de averías típicas de la maquinaria rotativa. También dota a los expertos de herramientas avanzadas de diagnóstico para analizar las máquinas sin necesidad de desplazarse a la planta a partir de los dispositivos móviles tipo tablet y iPad. Por tanto, la capacidad de análisis no sólo puede llevarse a cabo por personal de planta sino también por empresas especializadas en diagnóstico y averías en tiempo real a través de la nube.

5. Conclusiones

La computación en la nube es un concepto que incorpora el software como servicio SaaS y en el que se confía en Internet para satisfacer las necesidades de los usuarios de forma que para su acceso sólo hará falta un navegador de internet o un dispositivo móvil. En la actualidad nuestro ordenador ya no es un PC sino que ahora nuestro ordenador es la nube de internet, en ese sentido cabe señalar que el futuro más inmediato se encuentra en los dispositivos móviles.

La implantación del PdM mediante modelos de servicios SaaS en la nube tiene un doble impacto positivo en la organización de mantenimiento. A nivel micro, proporciona al personal de mantenimiento un acceso

a las fuentes de información de las diversas técnicas predictivas de forma integrada y en tiempo real que permiten una mejora en el proceso de análisis y una mayor fiabilidad en el diagnóstico. A nivel macro apoya la planificación de la gestión de mantenimiento, la definición de indicadores y la evaluación de los mismos mediante cuadros de mando mejorando la eficiencia de los activos además del control operativo y por tanto optimizando la gestión de mantenimiento.

A partir del avance tecnológico que están experimentando los dispositivos que permiten la adquisición, procesado y almacenamiento de datos y el desarrollo de los modelos en la nube se puede definir un nuevo modelo de monitorizado de la condición en la nube, Cloud Monitoring, que permita la expansión de los sistemas de monitorizado en continuo en las plantas industriales con una inversión coste efectiva.

El uso de plataformas SaaS de implantación de predictivo junto a cambios de carácter organizativo nos permiten que se haga posible sostener y mejorar el conocimiento y el aprendizaje y en definitiva tener una visión global del estado de la planta prácticamente en tiempo real. El intercambio de conocimientos facilita la definición y consecución de las mejores prácticas en las actividades técnicas de mantenimiento.

6. Bibliografía

Javier Torres, Empresas en la Nube, Libros de cabecera, 2011.
Artículos y notas técnicas de PdM y Fiabilidad, www.preditecnico.com
Servicios de gestión del conocimiento utilizando la Nube, Entre Ciencia e Ingeniería. Año 5, nº 9.

Preconcerto

Predictive Maintenance Manager

www.preconcerto.com



Por qué fracasan algunos planes de mantenimiento predictivo



Francisco Ballesteros Robles
Director Marketing - Preditec/IRM
fballesteros@preditec.com

Se ha escrito mucho sobre los motivos que llevan al fracaso a muchos planes de mantenimiento predictivo, a pesar de ello, todavía nos encontramos con organizaciones fallan en la implantación de la estrategia predictiva en el mantenimiento y bloquean así el camino hacia la optimización de las operaciones de mantenimiento.

En este artículo se resaltan las razones principales que impiden la correcta implantación y el desarrollo adecuado de la estrategia predictiva en el mantenimiento industrial.

Introducción

La estrategia predictiva en el mantenimiento industrial es la forma óptima de gestionar el mantenimiento de un gran número de activos críticos. El mantenimiento predictivo se basa en la programación de las tareas de mantenimiento solamente cuando son necesarias.

Para determinar cuándo es necesario intervenir un activo y realizarle tareas de mantenimiento, se programan inspecciones periódicas mediante técnicas predictivas como la medida y análisis de vibraciones, ultrasonidos, termografía, análisis de aceites... La estrategia predictiva en el mantenimiento es mucho más eficiente y segura que otras estrategias, como la preventiva basada en horas de funcionamiento, la cual es probablemente la estrategia de mantenimiento más extendida, junto con el mantenimiento al fallo.

Pero no todas las organizaciones que se han propuesto optimizar su plan de mantenimiento mediante la incorporación de la estrategia predictiva han tenido éxito. No han calibrado bien el esfuerzo que supone el cambio en la mentalidad del personal de la organización a todos los niveles y, a pesar de haber realizado las inversiones en la compra de herramientas y sistemas de ayuda al diagnóstico predictivo, no se han obtenido buenos resultados, debido a que no se ha conseguido que el mantenimiento predictivo sea una estrategia de empresa.

Los errores más frecuentes

Cuando una planta o grupo industrial se plantea "hacer predictivo" y no se obtienen buenos resultados, es posible que se haya cometido alguno de los siguientes errores:

1. Hay un motivo común en todos los casos de planes de mantenimiento predictivo fracasados, **se falla en la implantación del mantenimiento predictivo** cuando éste no está considerado como una estrategia de empresa.

2. Cuando la dirección de la planta se desentiende y delega toda la responsabilidad, algo ya va mal. Si al preguntar a la dirección de la planta, responsabilizan al área de mantenimiento sobre "el predictivo" y si al jefe de mantenimiento, responsabiliza al jefe de verificación o mantenimiento mecánico o eléctrico. Y si a su vez, preguntas a estos, te señalarán al hombre que lleva colgado al cuello el analizador de vibraciones. Si la responsabilidad de la correcta implantación de la estrategia predictiva no se la reserva la dirección de la planta, es imposible realizar esta implantación con éxito.

La falta de implicación del equipo directivo de la planta industrial en el proyecto impide, antes o después, que la estrategia predictiva se desarrolle convenientemente y se alcancen los objetivos de optimización del mantenimiento. Por lo dicho, no hay que buscar al responsable del fracaso de la estrategia predictiva fuera del equipo de dirección.

3. Otro detalle de las malas implantaciones es que en ningún momento se ha definido qué es "hacer predictivo" y como consecuencia, se ponen en marcha nuevas actividades que no concluyen en la aplicación de la estrategia predictiva. Es decir, se miden vibraciones o se toman muestras de aceite y poco más. Para asegurar el éxito en la estrategia predictiva se han de definir indicadores (KPI's) y realizar un exhaustivo seguimiento por parte de la dirección. Esta supervisión será el motor e inspiración para todas las inversiones, procedimientos y tareas.

4. Otro indicador de una mala implantación es la ausencia de informes de diagnóstico. Cuanto más cuesta localizar los informes de diagnóstico, peor funciona el plan de mantenimiento predictivo. Con la tecnología web actual, que permite el uso de aplicaciones SaaS dedicadas a la gestión de la información sobre el estado de los activos, ya no hay excusas para tener los informes ilocalizables o impresos y guardados en carpetas en armarios bajo llave.

5. Nunca se han definido indicadores sobre el mantenimiento. Si no se han parametrizado los indicadores que sirvan a la dirección para supervisar conceptos tan importantes como la disponibilidad, fiabilidad, utilización, gasto en mantenimiento por tonelada producida... no habrá ninguna presión que ayude a conseguir unos objetivos marcados previamente. Un buen ejercicio es pues realizar una comparativa con otras plantas similares del mismo sector industrial para evaluar el grado de calidad en la gestión del mantenimiento.

6. Ser un experto analista de vibración no implica ser conocedor de lo que significa mantenimiento predictivo, como se implementa y como se gestiona. En ocasiones encontramos que se produce una confusión entre realizar diagnósticos puntuales y establecer una estrategia predictiva en el mantenimiento. Aunque la utilidad de los diagnósticos puntuales es más que evidente, el mayor retorno de la inversión se produce cuando se aplica realmente la estrategia predictiva en el mantenimiento, es decir, no debe ser Producción quien llame a Predictivo para preguntar qué le sucede a una determinada máquina (que hace ruidos extraños o no saca la

potencia esperada), sino que debe ser Predictivo quien avise a Producción sobre las máquinas en riesgo de avería.

7. Otro punto que tiene una influencia fundamental en el éxito o fracaso de los planes de mantenimiento predictivo son las personas asignadas al departamento predictivo. Una garantía para el fracaso es la selección de personal no adecuado, muchas veces reubicado procedente de otros departamentos donde ya han demostrado su ineficacia.

8. La carencia de procedimientos de actuación ante la detección de un fallo mediante las técnicas predictivas es otro indicador de una mala gestión del plan de mantenimiento.

9. Selección de herramientas no adecuadas. A veces, en la selección de las tecnologías predictivas pesan más criterios económicos infundados que, criterios técnicos. No hay que perder de vista que el dimensionamiento de las tecnologías aplicadas ha de estar un función del parque de máquinas de la planta y de los recursos humanos disponibles para operar estas tecnologías. De nada sirve adquirir sistemas de diagnóstico que no se operan de manera correcta. Si no se dispone de expertos analistas, es más rentable subcontratar servicios de diagnóstico predictivo en remoto.

10. La inversión inicial menor o mayor de la necesaria, influye también en los resultados. Un lápiz de vibración es una herramienta de taller para medir vibración puntualmente, pero no es un sistema predictivo y si esta es la única herramienta disponible para los analistas de la maquinaria, se sentirán menospreciados. Si por el contrario se selecciona una tecnología demasiado compleja y no se dedica personal u horas suficientes, la dificultad en la operación de la tecnología también perjudica al plan predictivo. Sin la tecnología adecuada es muy difícil conseguir buenos resultados. En muchas ocasiones se invierte todo el esfuerzo en seleccionar una determinada marca u otra de analizador y software predictivos, pero se descuida todo lo demás.

11. Los errores iniciales cometidos en una implantación inadecuada minan el futuro del plan de mantenimiento predictivo. Los más comunes son:

- Errores en la selección de los parámetros de supervisión y seguimiento.
- Errores en la configuración de las medidas de análisis.
- Errores en la periodicidad de toma de datos.
- Errores en la configuración de las alarmas.
- Errores en la configuración de los informes de puntos en excepción.



12. Cuando se aplica mantenimiento predictivo sobre un conjunto de máquinas, sin haberse realizado previamente un análisis de criticidad de la maquinaria de la planta. En estos casos, es posible que de las incluidas en el plan de mantenimiento predictivo, sobren, falten o ambas cosas.

13. Cuando todo el plan de mantenimiento predictivo se basa en una única técnica, normalmente vibración o termografía.

14. La formación insuficiente de los analistas y los gestores del plan predictivo y la carencia de un plan de formación son también indicadores de su implantación inadecuada.

15. Quizás una de las cuestiones clave para averiguar si el plan de mantenimiento predictivo está correctamente implantado o no es saber el porcentaje de gamas de mantenimiento que han pasado a activarse por Predictivo en vez de por Preventivo (por horas de funcionamiento).

16. Inversión anual insuficiente. Para una planta de tamaño medio se debe invertir al menos 50 k€/año entre sueldos, medios técnicos e instalaciones. Si no se va a poder recuperar esta inversión. Vale la pena plantearse la subcontratación de servicios de mantenimiento predictivo, que me ofrecerán soluciones adaptadas a mi parque de maquinaria crítica con menores inversiones.

Luego cuando se plantea la cuestión “¿por qué fallan los sistemas predictivos?”, la respuesta es bien sencilla, porque los directivos de las empresas no le dan la importancia que en realidad tienen.

Normativa

La norma ISO 17359:2011 establece las directrices para los procedimientos generales que se deben considerar al establecer un programa de monitorización de condición de máquinas.

Esta norma incluye referencias a estándares asociados requeridos en este proceso aplicable a máquinas de cualquier tipo.

En esta norma se tratan los puntos siguientes:

- Auditoría de los equipos para identificar equipos y sus funciones.
- Auditoría de fiabilidad y criticidad donde se componga un diagrama de bloques sobre la fiabilidad, se establezca la criticidad de cada equipo y se identifiquen modos de fallo, sus efectos y criticidad.
- Selección de las tareas apropiadas de mantenimiento, estudiar si es viable o no aplicar la estrategia predictiva a cada equipo.
- Seleccionar la técnica, método y alarmas apropiados para cada activo.
- Recolección y análisis de datos.
- Determinar las acciones correctoras de mantenimiento y registro al historial.
- Revisión de criterios de alertas y alarmas y de las técnicas predictivas disponibles.
- Existen otras normas a tener en cuenta como la ISO 13372, ISO 13373, ISO 13374-1, ISO 13379, ISO 13381-1, ISO 18436, ISO/IEC 2382-14 y otras.

Las funciones de un departamento predictivo

Los departamentos de mantenimiento predictivo se han establecido en las plantas industriales de una manera desigual. Las funciones asignadas a estos departamentos han sido dispares, a pesar de que cualquier departamento predictivo debería poder realizar las tareas de supervisión, diagnóstico, solicitud detallada de las reparaciones y verificación de las reparaciones.

Las funciones principales de los departamentos de mantenimiento predictivo son:

1. Supervisión predictiva.

La supervisión de los activos críticos se ha de realizar con los recursos adecuados en función del número de equipos críticos de la planta y sus particularidades. Se ha de tener en cuenta que la optimización de los recursos existentes es una obligación si se pretenden obtener unos resultados razonables. Por ello es fundamental poner especial atención en los siguientes puntos:

Periodicidad de las medidas. Si las medidas se espacian demasiado, es posible que perdamos la capacidad de detectar determinados tipos de fallo de desarrollo rápido. Por el contrario, si pretendemos tomar medidas de supervisión con demasiada frecuencia, estaremos malgastando recursos.

Número de puntos por máquina. Para supervisar una máquina no se necesita tanta

información como cuando se diagnostica, por ello el número de puntos medidos para supervisarla es menor que los utilizados para el diagnóstico.

Configuración de las medidas. Igualmente, la configuración de las mediciones para la supervisión de maquinaria ha de facilitar suficientes datos para la detección de anomalías, pero no es conveniente obtener demasiados datos, para no consumir demasiado tiempo en las tareas de recolección de datos.

Técnicas predictivas. El RCM (Reliability Centered Maintenance) recomienda aplicar las técnicas adecuadas para detectar los posibles modos de fallo identificados en cada activo crítico. Además del análisis de vibraciones, conviene estudiar si la termografía, el análisis de aceites, la escucha de ultrasonidos o el análisis del circuito de corrientes aportan información relevante sobre los modos de fallo.

Inspecciones visuales. Es conveniente proceder a cómo se reportan las anomalías encontradas en los equipos inspeccionados. Por ejemplo, si el verificador detecta una fuga de lubricante cuando está midiendo vibraciones, ha de reportarlo para que se genere una orden de trabajo que corrija ese fallo detectado visualmente.

2. Diagnóstico predictivo.

A veces se confunden las funciones de supervisión y diagnóstico. Mediante la supervisión predictiva se detectan los problemas, mediante el diagnóstico predictivo se detallan los fallos encontrados para que puedan ser corregidos. El diagnóstico de maquinaria requiere analistas cualificados equipados con herramientas de análisis adecuadas. Cuando nos basamos en la técnica del análisis de vibraciones, las gráficas aplicadas para el diagnóstico de la maquinaria son los espectros, ondas y otras gráficas típicas obtenidas a partir de la señal dinámica de la vibración.

3. Generación de informes predictivos.

Los informes predictivos generan órdenes de trabajo para programar las reparaciones de los fallos encontrados, estos informes han de ser precisos y fiables para que los coordinadores del mantenimiento basen sus programaciones en el estado de los activos reportado. Es fundamental la coordinación entre los departamentos predictivos y coordinación o programación de mantenimiento para que los trabajos preventivos se

gestionen a partir de la información del estado de los activos.

4. Verificación de los trabajos de reparación.

Cuando se interviene un equipo para su reparación, existe un riesgo de que la reparación no se haya realizado correctamente. El departamento de mantenimiento predictivo dispone de medios para evaluar el estado de la máquina reparada para aceptar o rechazar su puesta en producción e identificar la causa del problema, en el caso de que sea rechazada. Para que las tareas de verificación puedan realizarse con éxito, es necesaria una coordinación entre el departamento de mantenimiento predictivo y el departamento de mantenimiento correctivo o taller de mantenimiento.

Se recomienda pues proceder a todas estas tareas y articular las relaciones interdepartamentales para evitar descoordinaciones que impidan la realización de estas funciones propias de los departamentos de mantenimiento predictivo.

Conclusión

Para conseguir el éxito en la implantación de la estrategia predictiva, se ha de diseñar un plan para seguir las pautas que eviten caer en los errores habituales que hagan fracasar el programa de gestión predictiva del mantenimiento.

Conscientes de las dificultades inherentes a la implantación de los planes de mantenimiento predictivo, muchas compañías buscan ayuda en empresas de servicios de ingeniería de fiabilidad con experiencias positivas en implantaciones de la estrategia predictiva en el mantenimiento.

Las siete reglas para el éxito

1. Definir un plan que incluya la implicación de la dirección de la organización.

2. Estudiar y decidir si se trabajará con recursos propios o con recursos subcontratados.

- a. Si se trabaja con recursos propios:
 - i. Elegir las tecnologías predictivas adecuadas.
 - ii. Seleccionar correctamente al personal integrante del departamento predictivo. Experiencia electromecánica, soldadura con las herramientas informáticas y con el idioma inglés, habilidad para diagnosticar averías, metódico y ordenado.

b. Si se subcontratan los servicios, conviene encontrar una compañía especializada con referencias probadas en la implantación exitosa de la estrategia predictiva en el mundo industrial.

3. Procedimentar todos los trabajos: Configuración de medidas, periodicidades, alarmas, elaboración de informes... Estos procedimientos se han de elaborar con las mayores garantías, puesto que es fácil cometer errores en esta fase si estos procedimientos no son realizados por expertos en la materia.

4. Establecer las interacciones entre departamentos y definir el flujo de acciones ante la detección de un fallo por medio de las técnicas predictivas.

5. Establecer qué KPI's se van a supervisar, quién los supervisará y qué medidas se tomarán si no se alcanzan los objetivos.

6. Organizar un plan de formación bien adaptado y mantenido en el tiempo.

7. Auditar y revisar regularmente el grado de cumplimiento de objetivos y tomar medidas para corregir las desviaciones.

Bibliografía

Rayo Peinado, José P. Curso de protección, monitorización y fiabilidad de maquinaria industrial. Madrid: Preditec/IRM, 2012.

ISO. Condition monitoring and diagnostics of machines -- General guidelines. ISO 17359:2011, TC/SC: TC 108/SC 5, ICS: 17.160, Stage: 60.60 (2011-04-07)

Ballesteros Robles, Francisco. Cómo conseguir el éxito en la aplicación de la estrategia predictiva. Madrid: Preditec/IRM, 2012

Ballesteros Robles, Francisco. Funciones principales de los departamentos de mantenimiento predictivo. Madrid: Preditec (www.preditec.com), 2011

Air Gap



Arturo Burriel Subías
Ingeniero Analista Predictivo - Preditec/IRM
aburriel@preditec.com

Introducción

El monitorizado de entrehierro se aplica principalmente en grupos de generación hidráulicos. Los generadores de estos grupos se caracterizan por su baja velocidad de giro (60-333 rpm), gran número de polos (100-18) y grandes dimensiones del rotor.



Figura 1: Rotor de un generador hidráulico
Fuente: Elaboración propia

Los sistemas de monitorización online permiten detectar anomalías en una fase inicial y planificar acciones correctoras. La unión de la medida de AirGap a las medidas habituales (vibración, temperaturas, etc.) y la correlación con las variables de proceso (Potencia Activa, Reactiva, etc.) permite la detección temprana de averías.

Al fijar niveles de alarma y disparo en la medida del mínimo entrehierro y conectar el sistema a la lógica de control del grupo, tenemos un sistema de protección que puede prevenir un fallo catastrófico como es el roce entre el rotor y el estator del generador.

La medida de Air-Gap se ve afectada por factores mecánicos, térmicos, hidráulicos y electromagnéticos. Cualquier movimiento radial del rotor, el eje, el estator y su cimentación tendrá su impacto en la media de entrehierro. Por estos motivos el análisis de esta medida nos da idea de la condición estructural y del comportamiento dinámico del generador en los distintos estados de operación (Arranque, Excitación, Carga, etc..)

Las sondas de AirGap son sondas de desplazamiento capacitivas especialmente diseñadas para instalarlas en la parte interna del estator. Dependiendo del tamaño del generador se instalan 4, 6, 8 o más sondas de Air-Gap igualmente distribuidas en el perímetro del estator.

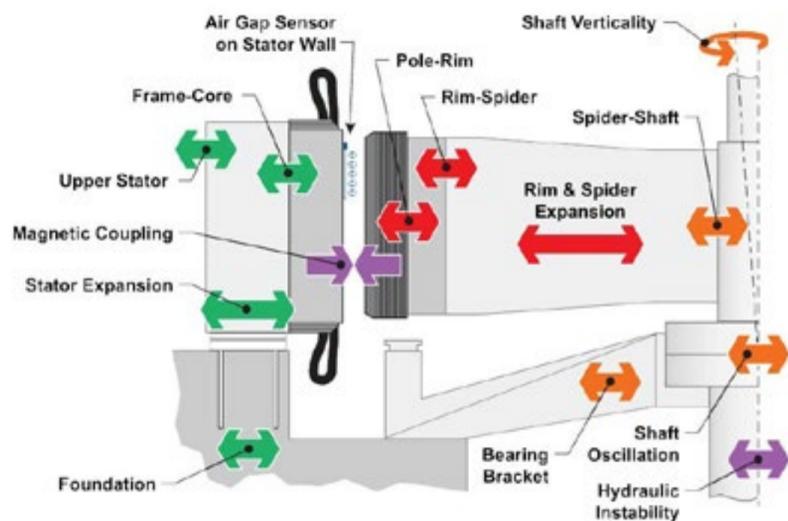


Figura 2: Típicos movimientos que afectan a la liquidación de rotor-estator, es decir, AirGap
Fuente: "Case Studies of Problems Diagnosed Using On-Line Machine Monitoring on Hydro-Generating Machines", Marc R. Bissonnette, Amy Stevenson, Randy Wallman, 2006

Mediante la medida dinámica de varias de estas sondas se representa la forma y localización del rotor y el estator. Estas señales en desplazamiento tienen que estar sincronizadas con el tacómetro para poder identificar los distintos polos del rotor.

Los gráficos de diagnóstico representan el perfil del rotor y del estator escalado con las medidas del entrehierro.

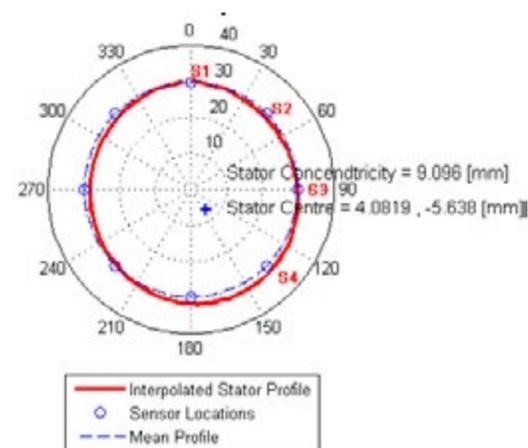
También se obtienen los valores de mínimo entrehierro, concentricidad y redondez del rotor y del estator (en % del AirGap nominal) para poder comparar con los valores de tolerancia.

Parameters	Tolerances		
	Assem.	Accept.	Critical
Max. Air Gap Variation	<13%	13-30%	>30%
Stator Roundness	<7%	7-20%	>20%
Stator Concentricity	<5%	5-10%	>10%
Rotor Roundness	<6%	6-10%	>10%
Rotor Concentricity	<1.2%	1.2-4%	>4.0%
Minimum Air Gap	>85%	85-50%	<50%

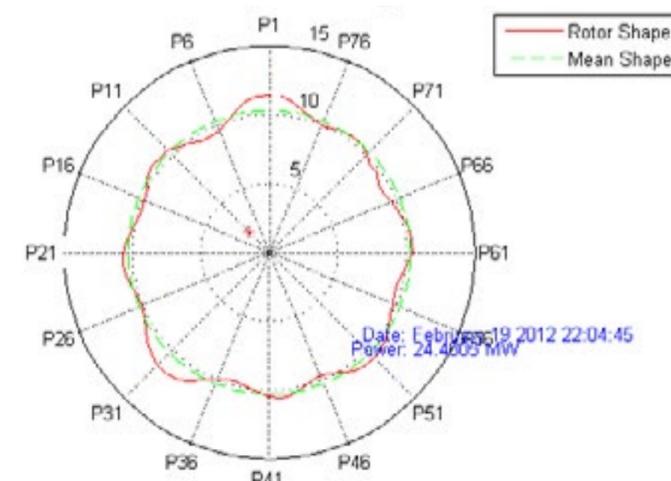
Figura 4: Tabla de tolerancias para Generadores Hidráulicos. Valores expresados en porcentaje del AirGap.
Fuente: Elaborada a partir de "Case Studies of Problems Diagnosed Using On-Line Machine Monitoring on Hydro-Generating Machines", Marc R. Bissonnette, Amy Stevenson, Randy Wallman, 2006

Figura 3: Diagramas de rotor y estator.
Fuente: Elaboración propia.

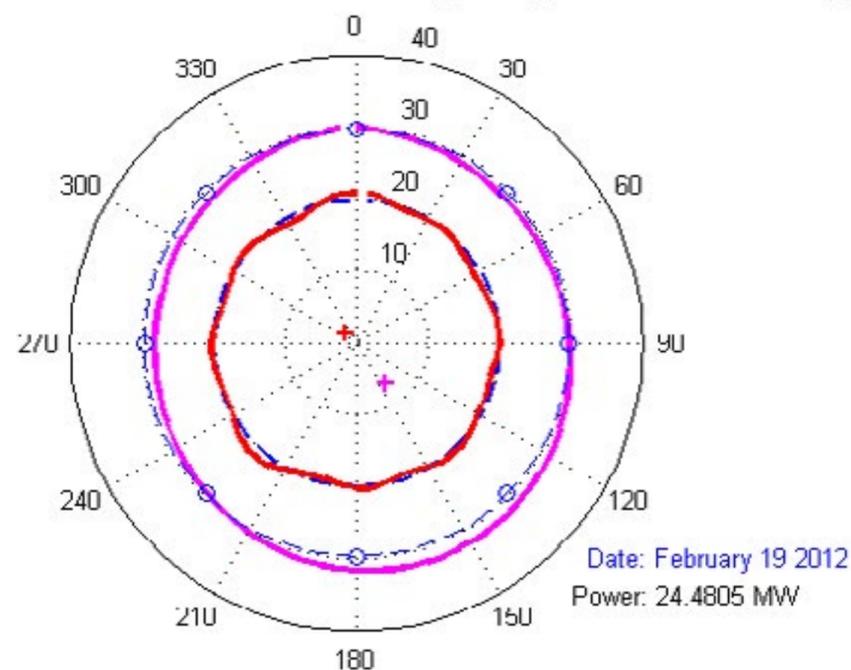
Perfil del estator:



Perfil de rotor:



Perfil combinado del estator y rotor:



La Fiabilidad del mantenimiento predictivo. Su justificación. Dificultades en la implantación.

1. Reflexiones sobre los modelos de evolución hacia el fallo.

Durante muchos años se ha venido admitiendo el conocido “gráfico de la bañera” como el modelo más aceptado de evolución hacia el fallo si bien dicho modelo encierra muchos contrasentidos y particularmente en la “zona de desgaste” o de aumento de la tasa de fallo.

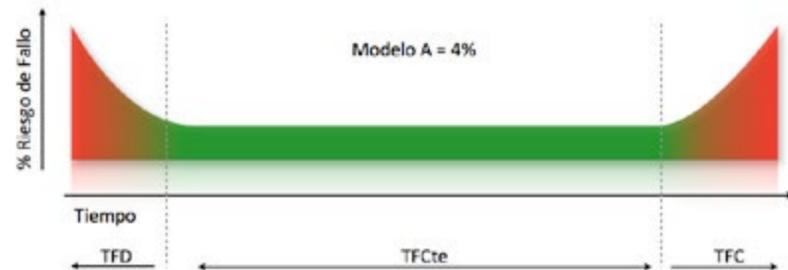


Figura1: Gráfico de la bañera Fuente: elaboración propia

La curva se utiliza en muchos casos para justificar intervalos de revisión basados en el tiempo, según el concepto más elemental de mantenimiento preventivo (PM).

Muchas decisiones se toman en base a ello aunque en general los intervalos entre intervenciones son, “para cubrirse las espaldas”, demasiado cortos.

Esto se traduce en un exceso de mantenimiento que compromete la fiabilidad y contribuye a que se gasten anualmente cientos de millones de euros haciendo trabajos innecesarios.

A veces se interpreta erróneamente la curva al pensar que responde al comportamiento en el tiempo de un equipo completo lo cual no es cierto ya que, por ejemplo, un equipo rotativo compuesto de 50 o más componentes individuales, tendrá 50 curvas de la bañera diferentes, superpuestas y desfasadas con lo que el equipo como un todo nunca entrará en la fase de desgaste. Estará siempre en período normal. Técnicamente por tanto nunca habrá una justificación para una revisión general.

José Pedro Rayo Peinado
 Director del Área de Fiabilidad en Preditec/IRM
jprayo@irm.es

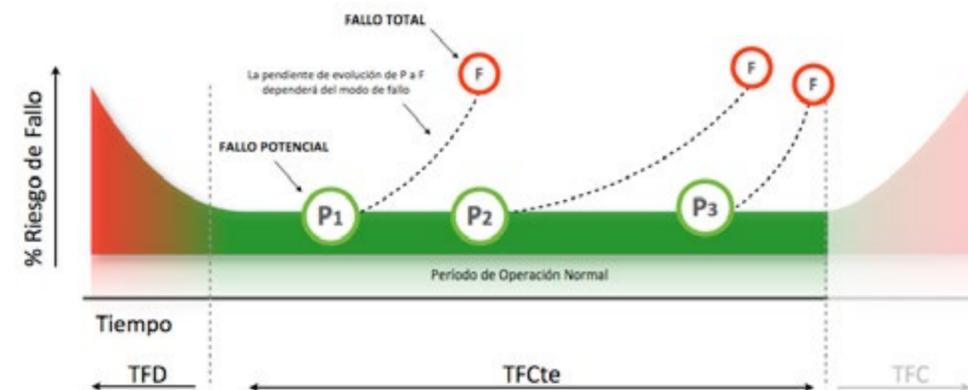


Figura 2: Gráfico F con distintas pendientes Fuente: Elaboración propia

¿Cómo establecer entonces los intervalos entre intervenciones de mantenimiento?

Los estudios que llevaron a publicar, por parte de Nowlan & Heap su informe RCM y más tarde la aplicación a la industria según RCM II de John Moubrey demostraron que no hay un sólo modelo de evolución hacia el fallo sino al menos seis. De estos hay tres basados en la edad del activo que no responden a la forma de evolución de más de un 11% del total de modos de fallo. Entre estos modelos de evolución hacia el fallo basados en la edad se encuentra el “Gráfico de la bañera” que sólo se presenta en un 4% de modos de fallo.

El 89% de modos de fallo sin embargo, aparecen de una forma totalmente aleatoria en el tiempo siguiendo por tanto un proceso estocástico de evolución, siendo el modelo más repetido (68%) el denominado modelo “F” que se representa en la figura 2, y según el cual la aparición de un fallo es totalmente aleatoria pudiendo por tanto aparecer en cualquier momento en el tiempo de operación del activo.

Además la evolución desde que aparece el fallo hasta que este se convierte en un fallo total puede seguir una pendiente más o menos acusada según el “modo de fallo” que se haya iniciado.

Todos estos argumentos ponen en cuestión el Mantenimiento Preventivo a intervalos fijos (PM).

El RCM establece que siempre hay un signo de aparición de fallo o presencia de fallo potencial “P” antes de que la máquina pierda su función, es decir, se produzca un fallo funcional “F”

Así se introduce la conocida curva P-F que es, entre otras cosas, la base del mantenimiento predictivo (PdM) y de su herramienta fundamental: el monitorizado de condición (CM) . Figura 3.

El Monitorizado de Condición, herramienta básica del Mantenimiento Predictivo, se basa en hacer un seguimiento del estado de salud de la máquina utilizando alguna variable que medida (monitorizada) con una cierta periodicidad, nos permita detectar lo antes posible la aparición del punto “P” o primer signo de fallo potencial.

Este aviso prematuro nos permitirá tomar las decisiones de intervención necesarias para corregir el problema antes de que este llegue a convertirse en un Fallo Funcional (F) y llegue al fallo total del equipo y sus correspondientes daños colaterales.

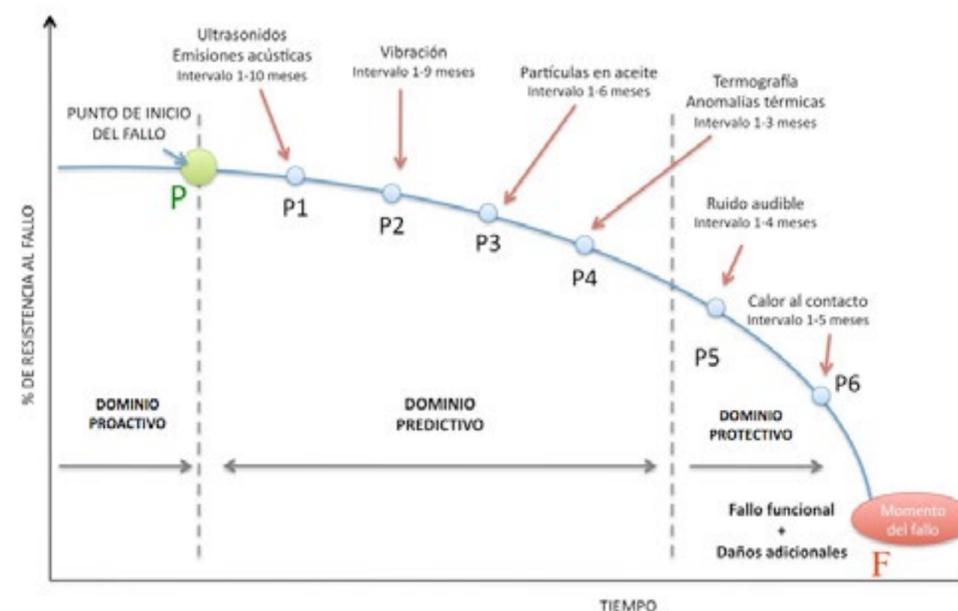


Figura 3: La curva P-F y el monitorizado de condición Fuente: elaboración propia



Estos hechos conducen a que el mantenimiento predictivo (PdM) se imponga como táctica preferida para anticiparse a los fallos y establecer con precisión el momento más adecuado en que hacer una intervención de mantenimiento, NO apoyándonos en el calendario sino en la evidencia de necesidad.

2. Los niveles de alarma y la periodicidad de mediciones del indicador de fallo: dos factores clave en la implantación y explotación de un programa de mantenimiento predictivo.

El modelo clásico de monitorizado de condición sigue la evolución de la curva P-F anteriormente mencionada y que reproducimos en la figura 4.

A la hora de plantearnos la implantación de un programa de mantenimiento predictivo deberemos, en primer lugar, seleccionar la técnica o técnicas que nos permitan detectar el mínimo cambio del indicador de fallo (que puede ser la vibración, temperatura, etc.) y por tanto nos advierta lo antes posible (a través de los niveles de advertencia y/o alarma) de la presencia del punto P.

El gráfico de la figura 4, nos indica prácticamente todo lo que debemos tener en cuenta, al mismo tiempo que nos señala las restricciones u obstáculos que el ingeniero especialista puede encontrarse a la hora de implementar un programa de mantenimiento predictivo.

El objetivo fundamental es que el intervalo P-F neto proporcione el tiempo necesario para que tanto operación como mantenimiento reaccionen e intervengan antes de que se produzca el fallo funcional.

Para el logro del objetivo citado hay **dos variables esenciales** que debemos establecer y de las que depende que el programa de predictivo tenga éxito o fracase:

1. **Los niveles de alarma** o de advertencia de riesgo de fallo.
2. **El intervalo de tiempo entre mediciones**, en el proceso de monitorizado.

Si esto es así, y lo cierto es que lo es, implica que debemos conocer "P", es decir debemos conocer en qué nivel establecer el fallo potencial y que técnica o técnicas utilizar en su detección: vibración, termografía, análisis de aceites, ultrasonidos,...

Asimismo y fijándonos en el punto 2 de más arriba diremos que **el intervalo P-F debe ser conocido o al menos estimado**, y determinar si es posible y rentable monitorizar el activo con una periodicidad inferior a 1/2 de P-F.

Debemos por tanto **conocer P para establecer el correcto nivel de advertencia o alarma** de cambio de tendencia de la variable que estamos monitorizando. Si no conocemos P, dejaría de tener sentido intentar conocer el intervalo P-F.

Debemos también tener en cuenta que para cada equipo habrá más de un punto P (al menos uno por cada modo de fallo) y que éste variará también según la edad del equipo y el número de intervenciones de mantenimiento a que éste haya sido sometido.

En la curva P-F de la figura 4 hemos querido representar la evolución de un determinado modo de fallo: deterioro o gripado de un rodamiento y la técnica utilizada para la detección de P es la medida y análisis de vibración con alguna de las técnicas especiales para detección de fallos en rodamientos.

Los niveles de alarma o advertencia (y por tanto la situación del punto "P") si hablamos de vibración podrán establecerse, en un principio y

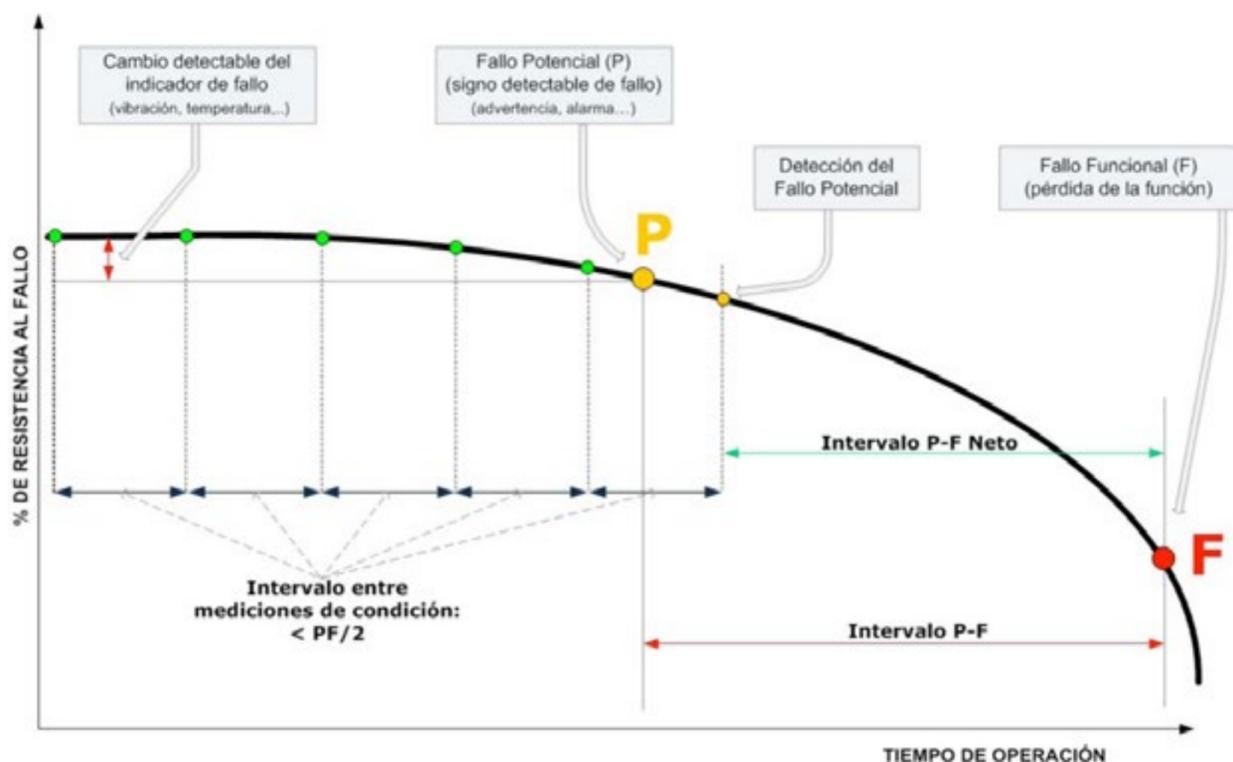


Figura 4: El modelo clásico de monitorizado de condición según la curva P-F. Modo de Fallo: Deterioro de rodamiento. Técnica de detección: Aceleración filtrada en alta frecuencia Fuente: elaboración propia

si no se dispone de historia, según las indicaciones de la normativa existente entre la que destaca como de mayor utilización la norma ISO-10816 que, con sus siete capítulos define con bastante precisión y concreción los niveles permisibles para diferentes grupos de máquinas.

Es en cualquier caso recomendable apoyarse en la experiencia de un especialista que probablemente dispondrá de bases de datos de niveles de alarma para grupos de máquinas homogéneas así como para sus modos de fallo más comunes.

Anualmente debemos auditar estos niveles y ajustarlos a la realidad de comportamiento de cada máquina, pues nuestra experiencia nos dice que en muchos de los sistemas de predictivo hoy en vigor, no están correctamente establecidos.

El otro aspecto fundamental a considerar es el intervalo entre mediciones, que estará íntimamente ligado a la duración del intervalo P-F.

Un compresor de aire de instrumentos de cuatro etapas, puede girar (la cuarta etapa) a unas 60.000 r.p.m. En un segundo por tanto habrá dado 1000 vueltas. Si en un instante (t) se inicia un daño ¿cuando puede tardar en desarrollarse un fallo catastrófico? ¿Cuanto durará el intervalo P-F? A veces menos de lo que un sistema de monitorizado en continuo tarda en dar la orden de disparo a la máquina. Pensemos que si el disparo tiene un retardo de 10 segundos, la máquina habrá dado 10.000 vueltas y si la inercia hace que la máquina tarde 30 o más segundos en parar.....

Si una máquina puede desarrollar un fallo en un tiempo (intervalo P-F) de 5 minutos o menos, ¿servirá de algo estar haciendo mediciones de condición cada semana? Evidentemente NO. Estaremos empleando

tiempo y recursos que en modo alguno van a evitar que se presente el fallo y sus consecuencias. El predictivo fallará y no habremos conseguido nada.

Normalmente, máquinas de alta velocidad darán lugar a cortos intervalos P-F por lo que, si su criticidad lo justifica, deberán ser monitorizadas en continuo.

En el extremo opuesto estarán aquellas máquinas que por sus características y por su baja velocidad de operación pueden tardar tres meses o más en desarrollar un determinado modo de fallo. ¿servirá de algo que midamos en ellas variables de condición cada semana? Probablemente seremos capaces de detectar el fallo pero seguramente lo habríamos detectado igual haciendo una medida cada cinco semanas. Esto implica que estamos midiendo demasiado y medir cuesta dinero..... El predictivo será considerado por la compañía como algo costoso de implementar y se irá abandonando. No nos olvidemos que la mejor táctica de mantenimiento es aquella que es más rentable.

Es por lo tanto necesario determinar o al menos hacer una estimación de la duración del intervalo P-F de cada modo de fallo para así establecer correctamente la frecuencia de monitorizado.

John Moubray, en RCM II, sugiere que si P no es conocido o P-F no puede ser aproximado, el PdM no es técnicamente viable. **Esto descartaría o pondría en cuestión un gran número de programas de mantenimiento predictivo y sistemas de monitorizado de condición actualmente activos.**

Conclusiones

Definir dónde situar el punto P (o para ser más precisos “los puntos P”) y que técnica/s utilizar para su detección según cada modo de fallo no es una tarea trivial pues exige un conocimiento serio tanto de las máquinas o sistemas a controlar como de las técnicas disponibles para el monitorizado de condición.

La determinación del intervalo P-F en la práctica del mantenimiento industrial es una tarea poco menos que imposible en la mayor parte de los casos, pues son muchas las variables que afectan al proceso y que hacen que este no sea en modo alguno determinista.

Sería necesario disponer de datos históricos suficientes (aunque nunca concluyentes) para poder hacer estimaciones basadas en estadística o bien recurrir a modelos probabilísticos que aunque exigen menor número de datos no son siempre fáciles de aplicar.

Sí es posible basándose en experiencia, conocimiento de máquinas y sus características operacionales hacer una estimación bastante aproximada cuando el objetivo es el establecimiento de los intervalos de chequeo en un programa de monitorizado de condición.

Vemos pues que la implantación de un sistema de mantenimiento predictivo eficaz no es una tarea fácil y que, en cualquier caso requiere un nivel adecuado de aplicación de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad para que el proceso funcione bien desde el inicio.

La experiencia nos dice que existen muchos sistemas incorrectamente establecidos y gestionados. Que utilizan **niveles de alarma** incorrectos desde el inicio u obsoletos porque nunca se han revisado. Que miden con una **periodicidad inadecuada** ya sea por exceso (alto costo) o por defecto (alto riesgo de fallo).

Si estamos en una fase de implantación de PdM deberemos encomendar el trabajo a un especialista que nos ayude en esta fase inicial pues éste contará con datos de cientos de instalaciones y equipos similares a los de nuestra planta lo cual acelerará el tiempo de implantación, reducirá el tiempo de aprendizaje y evitará errores que se pagarían en el futuro.

Si ya tenemos implementado el sistema deberemos someterlo a una auditoría periódica por parte de un experto quien, en un diagnóstico rápido, identificará donde están los puntos débiles que, automáticamente, se convertirán en nuestras oportunidades de mejora.

“El Mantenimiento Predictivo no es una moda que se fundamenta en la medida de la vibración en equipos rotativos. El Mantenimiento Predictivo es la mejor táctica que podemos y debemos utilizar para garantizar la fiabilidad de todos los activos de la planta y que hoy es un componente fundamental de la estrategia de las compañías”.



Your partner in reliability

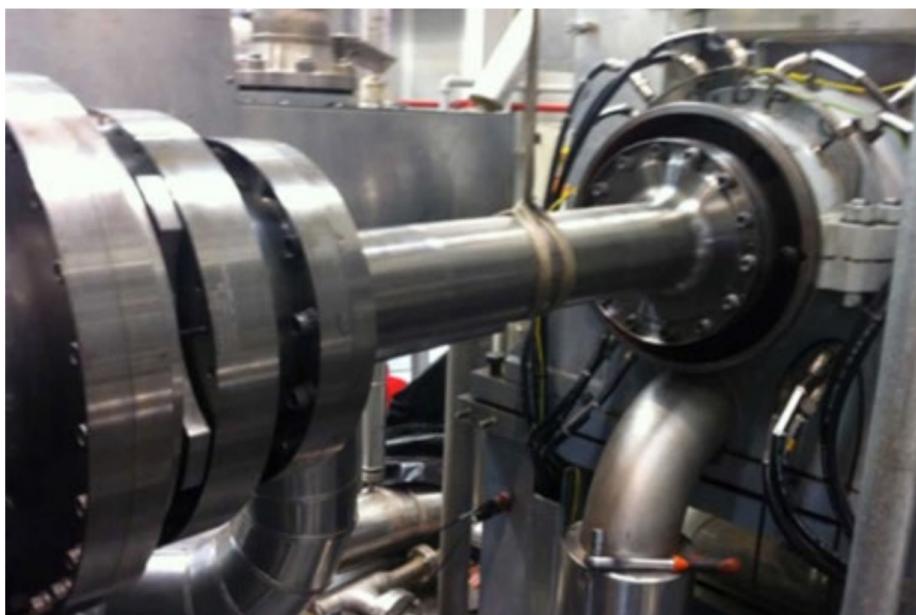
SERVICIOS AVANZADOS DE DIAGNÓSTICO

Llegamos hasta donde haga falta, para diagnosticar tu maquinaria



+34 916 121 163
www.preditec.com
info@preditec.com

Caso de análisis de resonancia en turbina de vapor



Antecedentes

En una planta termosolar prototipo se instalan dos turbinas de vapor de General Electric. Ambos turbogrupos, capaces de producir una potencia máxima de 15 MW presentan incrementos notables de nivel de vibración cuando operan a baja carga que, aun permaneciendo dentro de los límites marcados por la normativa ISO 7919-3 no son aceptados por la empresa que gestionará la planta, retrasando el comisionado de la misma.

Cabe señalar que, debido a las características del ciclo de una central termosolar, los periodos de funcionamiento a baja carga son muy numerosos.

Francisco Sánchez Climent
Ing. de Cálculo y Ensayos Dinámicos
fsanchez@irm.es



Síntesis

Se identificó la causa del incremento de nivel de vibración como un fenómeno de resonancia no lineal provocado por las relaciones de masa y rigidez y amortiguamiento (estos dos últimos no lineales) del sistema eje dirigido más acoplamiento elástico apoyado en cojinete de entrada a la reductora.

Los cambios en la rigidez dinámica y amortiguamiento de la película de aceite del cojinete para diferentes valores de carga y provocan la aparición de un fenómeno de resonancia para ciertas condiciones de operación que es excitado fácilmente por las fuerzas dinámicas características de desequilibrio residual y leves desalineaciones.

Tras los ensayos, se constató que un cambio en la temperatura de aceite en el cojinete logró reducir la amplitud del nivel de vibración en baja carga un 20% en los casos más desfavorables. Adicionalmente, con objeto de reducir la amplitud de las fuerzas dinámicas de entrada al sistema dinámico, se recomendó realizar un equilibrado 'in situ' del mismo en plato de acoplamiento

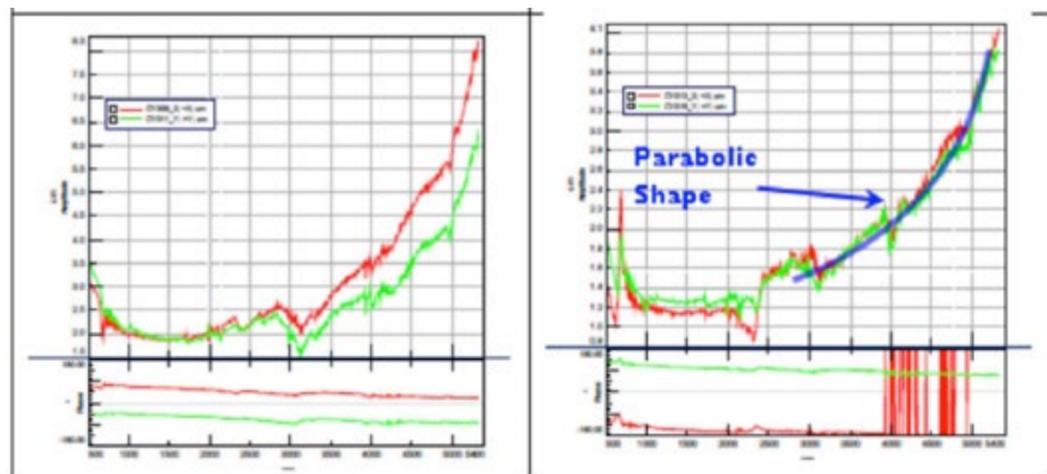


Ilustración 7: 1st Order (main excitation). Turbine and Gearbox HSS bearings.

Ensayos realizados

El turbogruppo se encuentra conformado por una turbina de vapor que, tras acondicionar la velocidad de giro a 3000 RPM mediante una reductora de ejes paralelos acciona un generador eléctrico. La bancada consiste en dos vigas de acero sobre las que descansan Turbina y Reductora y otras dos vigas de acero sobre las que descansa el Generador.

El conjunto se encuentra soportado por una bancada de hormigón. Para discernir las posibles causas del incremento de nivel de vibración a bajos regímenes de carga, se realizó el registro de la señal de vibración durante diferentes condiciones de operación, arranques y paradas de las sondas de no contacto instaladas en los cojinetes y de acelerómetros instalados en puntos significativos de la carcasa de la reductora, bancada y soportes de Turbina.

Tras el análisis de los datos obtenidos, se comprobó que los valores de vibración en el cojinete de entrada a Reductora, eje rápido, duplicaban su valor a carga 3 MW, respecto de los obtenidos a plena carga (15 MW).

El estudio de la evolución del nivel de vibración durante el arranque, permitió identificar un posible fenómeno de resonancia causante de la importante amplificación del nivel vibratorio inducido por las fuerzas dinámicas de desequilibrio residual de las partes giratorias asociadas a ese segmento ó subsistema dinámico del turbogruppo.

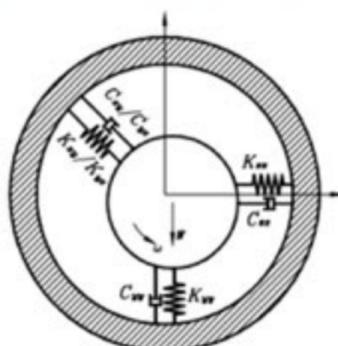
Tras analizar los datos obtenidos de los acelerómetros instalados en carcasa de Reductora, se constató que el sistema dinámico cuya frecuencia de resonancia coincidía con la de excitación venía dado por las condiciones de rigidez-amortiguamiento no lineales que provee la capa de aceite de lubricación existente entre eje y cojinete.

Éstos, para una misma masa giratoria (en este caso el eje rápido) varían dependiendo de la posición del eje (de ahí la no linealidad) y en este caso, eran desfavorables desde un punto de vista de la estabilidad del sistema para valores de operación a baja carga.

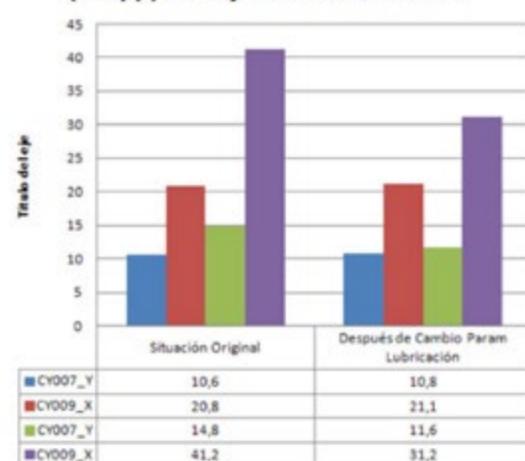
Como primera contramedida, se modificaron los parámetros del mencionado sistema dinámico mediante la variación de la temperatura de aceite de lubricación, obteniendo descensos de hasta el 20% del valor máximo de vibración registrado en cojinete de Reductora, eje rápido.

Adicionalmente, se recomendó el equilibrado 'In situ' del Plato de Acoplamiento con objeto de reducir los valores de las excitaciones dinámicas por desequilibrio residual de entrada al sistema.

$$\begin{Bmatrix} F_x \\ F_y \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{xx} & K_{xy} \\ K_{yx} & K_{yy} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{Bmatrix} - \begin{bmatrix} C_{xx} & C_{xy} \\ C_{yx} & C_{yy} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{\Delta x} \\ \dot{\Delta y} \end{Bmatrix}$$



Evolución Nivel Global de Vibración (um pp) en Cojinete HSS GBox Side



Vídeo Caso análisis de resonancia en turbina de vapor.



Patrones de deformación dinámicos dados durante la rampa de subida de vueltas. La observación del comportamiento del conjunto permite discernir las causas de los elevados niveles de vibración. En este caso la excitación por desequilibrio es claramente amplificada por el mencionado fenómeno de resonancia.

HEAR MORE SDT270
the evolution of ultrasound

El detector de ultrasonidos más evolucionado para el mantenimiento predictivo

Varios pasos por delante

- Una precisión sin precedentes en la detección y medición
- Grabación de archivos de ondas dinámicas y sonido
- Dos canales de entrada
- Tacómetro láser y pirómetro integrados
- Integración de bases de datos SQL
- Transferencia de datos a través de USB y conexión Ethernet
- Software de diagnóstico amigable
- Sistema modular ampliable

Aplicaciones... fuentes de ahorro inmediato

- Detección de fugas de aire comprimido
- Inspección de purgadores de vapor
- Supervisión del estado de los rodamientos
- Control de la lubricación en tiempo real
- Detección de cavitación en bombas
- Detección de fugas internas en válvulas
- La detección de fallos eléctricos

Ex II 1 G Ex Ia IIC T3/T2 Ga

¡Pónganos a prueba! GRATIS
Elija una o dos aplicaciones en sus instalaciones y realizaremos una demostración gratis y sin compromiso

SDT International s.a.
Bd de l'Humanité 415
B-1190 Bruxelles
info@sdtd.be - www.sdtd.be

DESTACAMOS



Sensores de vibración para alta temperatura

Preditec/IRM presenta su gama de sensores de vibración para aplicaciones en ambientes de alta temperatura.

Los sensores de vibración más utilizados en máquinas con rodamientos son los acelerómetros, la temperatura máxima de trabajo de los modelos estándar es de 120°C, pero incluso si montamos estos sensores en máquinas próximas a esta temperatura, la duración de los acelerómetros se reduce considerablemente. Por ello, Preditec/IRM ofrece sensores especiales para alta temperatura, los marcados con las letras HT (High Temperature). El precio de los sensores de alta temperatura es exponencial con la temperatura máxima que soportan, por ello se han establecido los siguientes modelos:

- PRE1010MS (std.): hasta 120°C
- PRE1010MS-HT140: hasta 140°C
- PRE1010MS-HT162: hasta 162°C
- PRE1010MS-HT250: hasta 250°C
- PRE1010MS-HT260: hasta 260°C
- PRE1010MS-HT325: hasta 325°C
- PRE1010MS-HT482: hasta 482°C
- PRE1010MS-HT649: hasta 649°C

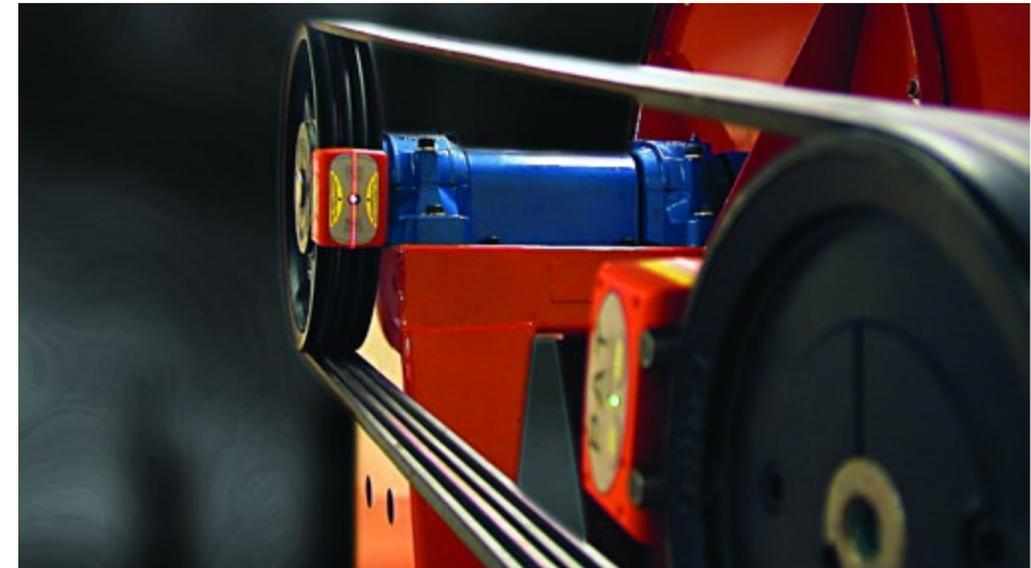
Los sensores de alta temperatura se aplican a ventiladores de aire de gases calientes, bombas de fluidos calientes, turbinas de vapor o gas, zona de secado de máquinas de fabricación de papel, etc.

En la selección de sensores de vibración se ha de tener en cuenta algo más que el rango de temperatura, como son el rango de frecuencias, modo de fijación, compatibilidad con el equipo de medida, condiciones de humedad... Por lo tanto, le recomendamos contactar con uno de nuestros ingenieros especialistas en instrumentación para medida de vibraciones que le ayudará a resolver su caso concreto.



[Solicite información](#)

Alineador láser de poleas PAT



Con el alineador láser de poleas PAT podrá verificar eficazmente si las poleas de sus transmisiones por correas están perfectamente alineadas o no.

Con el uso de las unidades láser alcanzará una alineación exacta que le permitirá reducir el desgaste de la correa y fallos en rodamientos y engranajes.

El alineador PAT viene con dos unidades transmisores láser, cada una equipada con dos guías por resorte para su sujeción en las ranuras de la polea. El sistema está equipado con guías extraíbles de diferentes tamaños para ajustarse a los tamaños estándar de la polea (6 mm - 40 mm). Opcionalmente

también están disponibles como accesorios guías adicionales para la alineación de correas dentadas. El uso de dos transmisores de láser con objetivos integrados, hace que sea muy fácil de averiguar qué tipo de adaptación que se requiere. El desplazamiento paralelo el el error angular son inmediatamente visibles para técnico de mantenimiento. En muy poco tiempo se puede comprobar si las poleas se encuentran alineadas o no.

El proceso de alineación es sumamente sencillo, se activa el láser y se ve si llega a las marcas de la unidad receptora. Si fuese necesario, se realizarán los ajustes necesarios de la máquina hasta que las líneas láser queden alineadas al comprobar que las marcas están centradas en ambas unidades.



NEW VERSION
Measures V-belts, Poly-V & Timing belts

Hoja de Producto
Alineadores de poleas PAT

 **Descarga**



[Solicite una oferta.](#)

Vibrómetro para maquinaria

Este equipo es ideal para la supervisión de maquinaria por técnicos de mantenimiento o producción, expertos o no en análisis de vibraciones.

Hoja de Producto
PRE 5050



La inmensa mayoría de técnicos de mantenimiento no cuenta con herramientas apropiadas para el desempeño de sus funciones. Al dotar al técnico de los medios necesarios para evaluar el estado de una máquina, aumentamos su capacidad de diagnóstico al tiempo que lo motivamos para ejercer mejor su trabajo. Un diagnóstico preciso y certero al principio de una intervención permite una mejor planificación de la reparación, lo cual significa menor tiempo de parada.

Para la aplicación correcta del TPM se ha de dotar al técnico de producción de las herramientas necesarias para ver, sentir y escuchar las máquinas.

- Ver: Estroboscopio y linterna
- Sentir: Vibrómetro y termómetro
- Escuchar: Estetoscopio y medidor de Envoltente

Otra aplicación del PRE5050 Expert Machinery Tester es la supervisión predictiva de máquinas rotativas. Mediante la anotación de los valores globales de la vibración, el valor de la envolvente y la temperatura, se puede supervisar la evolución de una máquina desde su estado inicial hasta que desarrolla alguna avería.



Quizás lo más novedoso de este equipo es la función de diagnóstico automático mediante indicadores de colores verde, amarillo, naranja y rojo, según la severidad del fallo. Tras indicar al equipo la velocidad de giro del rotor de la máquina, en un gráfico muy intuitivo se muestran los niveles de vibración global, el grado de desequilibrio, desalineación, holguras y deterioro de los rodamientos.

Cada técnico de mantenimiento ha de disponer de su propio PRE5050 Expert Machinery Tester entre sus herramientas de trabajo, por su multifuncionalidad, su reducido tamaño y su precio asequible.



Análisis de aceites con el minilaboratorio Oilview Quick - Check



OilView Quick-Check es un equipo multifunción para el análisis de fluidos industriales para determinar condición química, contaminación y desgaste de componentes mecánicos.

Una respuesta rápida es esencial para que las decisiones sobre la planificación de intervenciones de mantenimiento sean acertadas. El OilView Quick-Check en su departamento de mantenimiento predictivo le proporciona resultados rápidos y útiles para ayudarle a identificar problemas en el lubricante, en las obturaciones o en los elementos de desgaste.

El OilView Quick-Check Analyzer es muy fácil de usar. Los resultados están disponibles en un minuto y se interpretan fácilmente. Oilview Quick-Check le aporta información sobre:

- Degradación del aceite. Mediante medidas del índice de degradación y de la constante dieléctrica.
- Entrada de contaminación. Mediante la medidas de contenido en agua y partículas grandes no férricas.
- Desgaste de componentes mecánicos. Mediante las medidas del índice férrico y el indicador de partículas férricas mayores de 60 micras.

Hoja de Producto
Oilvie Quick-Check



Nuevo detector de ultrasonidos SDT200



La compañía líder en tecnología para inspección ultrasónica lanza un nuevo equipo de inspección con la mejor relación calidad-precio del mercado.

Desde el momento que se toca el detector de ultrasonidos SDT200 se sabe que SDT no ha reducido la calidad de este equipo, a pesar de haberlo lanzado a un coste muy reducido. Al colocarse los auriculares de alto confort escuchará los ultrasonidos en alta definición y tendrá acceso a una nueva dimensión que le guiará para inspeccionar aplicaciones que hasta ahora pasaban desapercibidas.

Las aplicaciones de este equipo de inspección ultrasónica son:

- Detección de fugas de aire comprimido
- Inspección de purgadores de vapor
- Detección de rodamientos y engranajes dañados
- Localización de fallos eléctricos: Corona, Tracking y Arco eléctrico
- Lubricación de precisión de rodamientos

Con el SDT200 podrá aumentar la eficiencia energética de su planta al eliminar fugas de aire y mantener sus circuitos de vapor en perfecto estado. También reducirá los contaminantes al aplicar sólo el lubricante necesario a sus rodamientos.

Con la versión ATEX Ex II 1G Ex ia II C T3/T2 Ga podrá realizar inspecciones en áreas explosivas.

Características del SDT200:

- Sensor de ultrasonido estándar interno
- Sensor de temperatura incorporado
- Puntero láser
- Conexiones para sensores externos opcionales
- Memoria interna con 400 posiciones para almacenar los niveles de amplitud de los puntos inspeccionados
- USB estándar para la conexión al software DataDump

Hoja de Producto
SDT200

 **Descarga**

KPIs en el mantenimiento



La optimización de la gestión del mantenimiento industrial se ha de apoyar en el benchmarking de los KPI's (Key Performance Indicators) relativos al rendimiento obtenido a partir de las actividades y la inversión en recursos de mantenimiento. La norma ISO 14224:2006, en su anexo E, recopila un buen número de los indicadores clave que se han definido para el seguimiento de la gestión del mantenimiento.

Los indicadores más populares actualmente aplicados al mantenimiento industrial se detallan a continuación:

- Failure Rate o tasa de fallo (λ)
- MTTR (Mean Time To Repair o tiempo medio hasta la reparación)
- MTBF (Mean Time Between Failures o tiempo medio entre fallos)
- Availability o disponibilidad
- OEE (Overall Equipment Effectiveness o eficacia global de equipos)
- RER (Reliability Effectiveness Rate o tasa de fiabilidad efectiva)
- Reliability o fiabilidad, R(t)

Contacte con Preditec/IRM para solicitar información sobre cómo establecer los indicadores relacionados con el mantenimiento de su planta industrial.

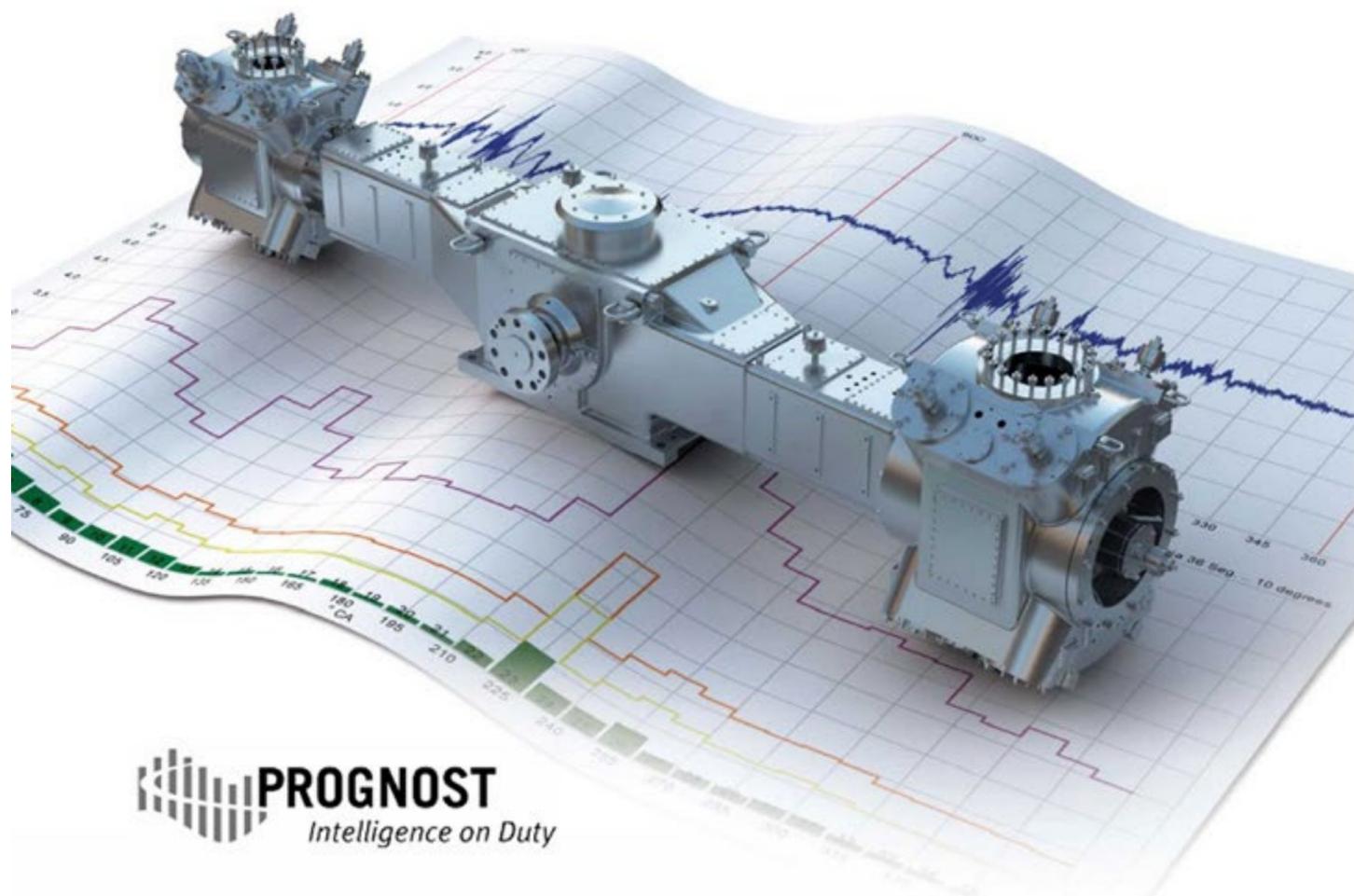
Contacta con nosotros:
+34 916 121 163
www.preditec.com
info@preditec.com

FORMACIÓN

Preditec/IRM

recomienda **Prognost NT** para el diagnóstico predictivo de sus compresores alternativos

Programación 2013



 **PROGNOST**
Intelligence on Duty



Preditec/IRM publica el nuevo programa de formación para 2013. Ya están abiertos los plazos de inscripción a los próximos cursos de certificación de analista de vibraciones según la norma ISO 18436-2.

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.

Programa de formación
2013, disponible en PDF



Programa de formación 2013, disponible en PDF



CALENDARIO

Febrero

- Del 4 al 8 - Barcelona*
Certificación de analista de vibraciones Categoría I según ISO 18436-2 [Leer más](#)
- Del 18 al 22 - Barcelona*
Certificación de analista de vibraciones Categoría II según ISO 18436-2 [Leer más](#)

Marzo

- Del 11 al 12 - Madrid*
PRE-7160 Introducción al RCM (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad) [Leer más](#)
- Del 13 al 14 - Madrid*
PRE-7161 Mantenimiento predictivo y fiabilidad. Las mejores prácticas para mantener la salud de los activos [Leer más](#)
- 21 - Madrid*
PRE-7152 Análisis de aceites [Leer más](#)

Abril

- Del 15 al 19 - Madrid*
Certificación de analista de vibraciones Categoría I según ISO 18436-2 [Leer más](#)

Mayo

- Del 6 al 10 - Madrid*
Certificación de analista de vibraciones Categoría II según ISO 18436-2 [Leer más](#)

Junio

- Del 5 al 6 - Madrid*
PRE-7104 Diagnóstico de averías en maquinaria: Resolución de casos prácticos según metodología ISO 18436-2 [Leer más](#)
- Del 12 al 13 - Madrid*
PRE-7120 Curso práctico de inspección termográfica: aplicaciones y resultados [Leer más](#)
- Del 19 al 20 - Madrid*
PRE-7110 Técnicas de mantenimiento predictivo para motores eléctricos [Leer más](#)
- 26 - Madrid*
PRE- 7151 Alineación láser [Leer más](#)

Octubre

- Del 1 al 2 - Madrid*
PRE- 7180 Diseño de sistemas de monitorizado por vibraciones [Leer más](#)
- Del 14 al 15 - Madrid*
PRE-7160 Introducción al RCM (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad) [Leer más](#)
- Del 16 al 17 - Madrid*
PRE-7161 Mantenimiento predictivo y fiabilidad. Las mejores prácticas para mantener la salud de los activos [Leer más](#)
- Del 21 al 25 - Madrid*
Certificación de analista de vibraciones Categoría I según ISO 18436-2 [Leer más](#)
- 29 - Madrid*
PRE-7121 Curso práctico de captación y detección de ultrasonidos [Leer más](#)

Noviembre

- Del 12 al 13 - Madrid*
PRE-7104 Diagnóstico de averías en maquinaria: Resolución de casos prácticos según metodología ISO 18436-2 [Leer más](#)
- Del 18 al 22 - Madrid*
Certificación de analista de vibraciones Categoría II según ISO 18436-2 [Leer más](#)
- Del 27 al 28 - Madrid*
PRE-7105 Curso turbomaquinaria [Leer más](#)



P/DC/01-13/70A