

Preditécnico

Destacamos

Toma de decisiones de intervenciones de mantenimiento. Consecuencia de PdM (Mantenimiento Predictivo)
Carlos Garín Abellán

La estrategia predictiva en el mantenimiento industrial
Francisco Ballesteros Robles

La importancia de la gestión de activos. (ISO 55000)
Javier Arias Martos

Cómo monitorizar gran cantidad de puntos a un precio razonable
Marta Alberdi Jiménez



nº23 - Febrero - 2017

Edita: Preditec | Grupo Álava

Director Editorial:

Francisco Ballesteros Robles

Redactores:

Carlos Garín Abellán

Fernando Cámara

Francisco Ballesteros Robles

Héctor García Pájaro

Javier Arias Martos

José Alfonso Endrina Maraver

Marta Alberdi Jiménez

Colaboradores:

Rafael Royo Pastor

Rubén López Martín

Diseño, Publicidad y maquetación:

Departamento de marketing Grupo Álava

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.



Grupo Álava

Innovando mediante la aplicación de las últimas tecnologías

Auscultación e ingeniería civil

Comunicaciones

Fotónica e imagen

Instrumentación y calibración

Nanotecnología

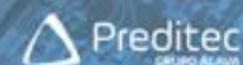
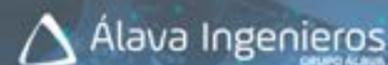
Predictivo

Seguridad

Tecnologías marinas y ambientales

grupoalava.com

Madrid | Barcelona | Zaragoza | Lima | Lisboa | Quito | Texas





Your partner in reliability



preditec.com

El mundo de la fiabilidad industrial sigue evolucionando en los primeros años del siglo XXI. Hoy más que nunca hemos tomado conciencia de la importancia de la competitividad de las empresas. Sabemos que aquellas organizaciones que no se orienten hacia la productividad, serán superadas por su competencia y desaparecerán.

Los modernos conceptos de la Industria 4.0, el IIoT y el Big Data tan de moda en la actualidad están relanzando el interés por el mantenimiento predictivo. Los sensores conectados a plataformas de monitorización aportan información sobre la salud de las máquinas, esta información es aprovechada para optimizar el mantenimiento de los activos productivos críticos.

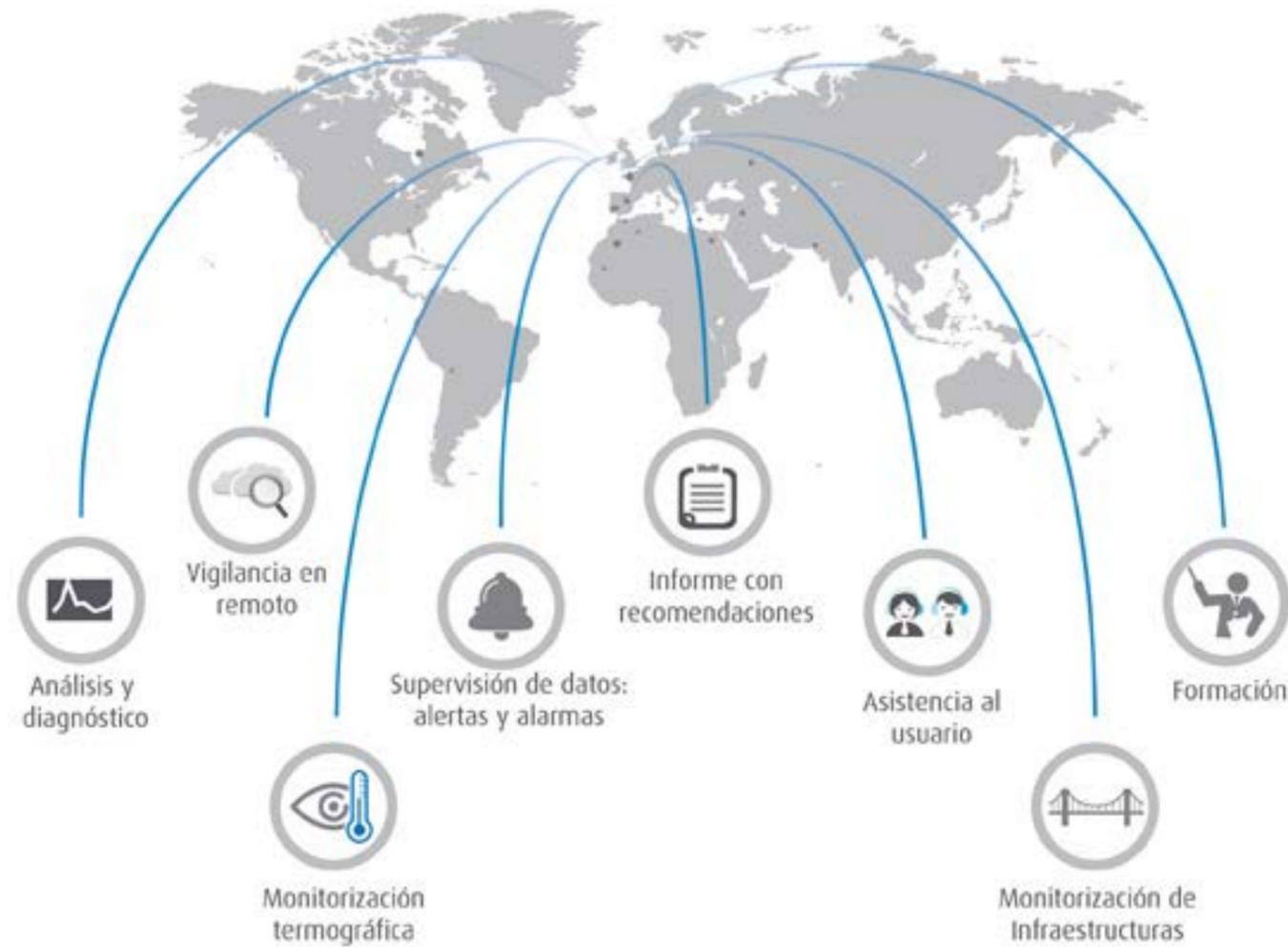
La norma de Gestión de Activos ISO 55001 aconseja optimizar las tareas de mantenimiento para maximizar disponibilidad y fiabilidad mientras se controlan los costes. La estrategia predictiva es la manera más inteligente de optimizar las tareas de mantenimiento, es decir, se programan estas tareas exclusivamente cuando son necesarias, por lo tanto, se ha de aplicar esta estrategia siempre que sea posible desde el punto de vista técnico y económico.

Tenemos la esperanza de que la mayor demanda de las tecnologías de condition monitoring traiga consigo la bajada de precios de estas tecnologías, como ya ha sucedido con la termografía, y ello traiga como consecuencia en la popularización, o como dicen algunos “la democratización” de la tecnología de monitorización de la maquinaria. ■

Francisco Ballesteros Robles

Director Área Predictivo
Preditec | Grupo Álava

◀ **Centro remoto** para el diagnóstico predictivo de su maquinaria industrial



1 Entrevista

Rafael Royo Pastor

Doctor Ingeniero Industrial y Profesor en el Instituto de Ingeniería Energética en la Universidad Politécnica de Valencia en España

8

2 Novedades

Nuevo transmisor de H₂ para la monitorización de grandes transformadores

14

Beneficios económicos por la ampliación de las pruebas en motores eléctricos

18

Cámaras de alta velocidad para líneas de producción y mantenimiento

22

Gestión normalizada de activos físicos. Requisitos generales

24

LUBExpert. Su asistente en lubricación ultrasónica

28

3 Artículos

Toma de decisiones de intervenciones de mantenimiento. Consecuencia de PdM (Mantenimiento Predictivo)

Carlos Garín Abellán

30

La estrategia predictiva en el mantenimiento industrial

Francisco Ballesteros Robles

36

La importancia de la gestión de activos. (ISO 55000)

Javier Arias Martos

46

Cómo monitorizar gran cantidad de puntos a un precio razonable

Marta Alberdi Jiménez

50

4 Destacados

Achuchones que son amores

56

José Alfonso Antonino, galardonado por la Academia de Ingeniería

57

Preditec e IK4-TEKNIKER se alían para ofrecer servicios de formación en el ámbito de la lubricación industrial

57

5 Formación

60

Entrevista

Entrevista

En este número contamos con la entrevista realizada a Rafael Royo Pastor, Doctor Ingeniero Industrial y Profesor en el Instituto de Ingeniería Energética en la Universidad Politécnica de Valencia en España. Es analista en termografía de nivel III, especialista en radiación infrarroja y transmisión de calor, habiéndose especializado en tres campos de aplicación: motores de combustión interna de automoción, optimización y eficiencia energética y edificios de alta eficiencia.

Rafael, Después de tantos años de experiencia como técnico y como formador, ¿cuáles son las principales razones y ventajas de formarse cómo analista termográfico?

Para mi es una oportunidad de oro el haber podido acceder a esta técnica y tengo que reconocer que en gran medida es responsabilidad de la propia Álava Ingenieros. Hace ya bastantes años, me remonto al año 2000, estuve en una de las presentaciones que realizaba Álava Ingenieros por toda España de termografía infrarroja, en concreto en Valencia, a partir de las imágenes en color de la radiación infrarroja me quede prendado de aquello. Así que, cuando acabó el acto y hablamos del precio de las cámaras, me acerqué al estrado y les pregunté el precio: valía 12 millones de las antiguas pesetas (72.000€) y dije, esto no es para un profesor de universidad.

Al año siguiente surgió la posibilidad de una subvención del Gobierno Valenciano, la cual te pagaban el 70% del equipo. A esa oferta se presentó también Álava Ingenieros, quien ofrecía un curso de Termografía Nivel I que entonces se daba en inglés y en Suecia. Finalmente se quedó



la oferta Álava Ingenieros y yo fui al curso, me di cuenta que una gran parte de la termografía es transmisión de calor, de la cuál yo era profesor.

Al finalizar el curso surge la idea de dar los cursos en España. Les propusimos a los suecos impartir los cursos, después de muchas auditorias conseguimos que empezara y desde el 2003 nos dedicamos a la termografía infrarroja.

Ha sido una oportunidad increíble, porque cuando uno piensa en transmisión de calor pero luego consigue verla es un complemento increíble. Ahí estamos, yo creo que ese es el camino, intentar que los profesionales cada vez hagan de esta técnica un complemento a su trabajo normal.

¿Esto te ayudó a ampliar las capacidades dentro de la propia universidad?

Efectivamente, desde un punto de vista docente la termografía infrarroja es increíble. Porque en una asignatura de transmisión de calor, cuando explicas la parte de conducción y hablas de un gradiente térmico y el alumno se lo cree, el gradiente térmico existe. Pero cuando lo muestras desde una cámara termográfica, os aseguro que el alumno no lo va a olvidar nunca.

Hacemos un poco tangible lo intangible.



Puede escuchar la entrevista completa en el siguiente enlace: <https://vimeo.com/preditecirm/rafaelroyo>

Tu ves la transmisión de calor en una pieza metálica y en una pieza aislante y ya no se te va a olvidar nunca el comportamiento térmico totalmente diferente que tienen. Eso de una manera analítica o simplemente estudiándolo en un libro, pues no es lo mismo.

¿Qué valor aporta la buena formación a las inspecciones termográficas en entornos industriales y qué se pierde cuando la formación no es de calidad?

La diferencia es fundamental, claro a mi puede que la audiencia no me crea porque piense que quiero llevar el ascua a mi sardina. Pero vamos a ver, la diferencia en una inspección termografica quien la establece es el termógrafo, que es quién está detrás del equipo. Esto es como cuando hablamos del mundo visual, quién ve no es el ojo, quién ve es el cerebro, que es el que interpreta y procesa, uno puede llevar el mejor o el peor equipo del mundo, pero el papel del termógrafo es crítico. Puede que en otras técnicas de análisis de ensayos no destructivos, es posible que se puedan establecer unos niveles de trabajo, en el cual tengas a la persona que toma los datos y que puede ser más o menos un sujeto automático, "tipo robot" y luego hay un superior que interpreta las cosas. Eso lo siento pero en termografía infrarroja no sirve. Porque el papel del termógrafo activo, el que está haciendo la inspección con la cámara es fundamental a la hora de analizar el entorno, de distinguir reflejos, de comprender que otros factores están afectando, de descubrir un fallo, porque sino se graba después no se va a analizar, todo ello depende de la formación del termografo.

Y yo espero que a la vuelta de un tiempo nos demos cuenta de ello y que los que queden en el

mercado sean los que realmente saben hacer las cosas. Como espero que también ocurra en el resto de campos.

En los campos que se están desarrollando hay gente que puede aprovecharse de las necesidades y de esa falta de conocimiento y de profesionalidad

Por un lado hay que saber de termografía infrarroja, cada vez más, yo lo siento, pero también hay que saber de transmisor de calor, porque una imagen térmica es una imagen de transmisión de calor fundamentalmente por conducción, pero también cuanto mejor conoces la aplicación, cuanto más experiencia tienes en las máquinas que estás analizando, edificios o en eficiencia energética, consigues extraer más información e interés en lo que estas haciendo, eso no se puede improvisar.

Quiero remarcar esta parte, el valor del trabajo en campo del diagnóstico. Lo importante es el momento, es decir, no es un análisis de datos posterior. Valorar el entorno y toma de datos, es una parte muy activa e importante.

El termógrafo, el que hace la inspección y lleva la cámara, hace ajuste térmico y simplemente, pensemos en ello, las imágenes que no grabe, porque no es capaz de detectar el fallo, luego no se van a considerar.

Entonces, es una de las primeras cosas que debemos pensar.

Ahora mismo, dónde crees, en qué industrias se está haciendo una mayor apuesta por este tipo de diagnósticos.

La primera, que todos conocemos y que lleva muchos años y que además fue la primera aplicación de la termografía infrarroja, dejando el tema militar, fue en grandes equipos eléctricos, desde hace ya muchísimos años, yo diría, 10, 20, 25, 30 años... ya los grandes equipos eléctricos se inspeccionan con termografía, y vamos más allá, no se podía pensar en la inspección eléctrica en estos momentos sin termografía, llegando a ser una técnica indispensable. Luego también en baja y en media tensión tiene también muchísima aplicación todo lo que sean: motores, cuadros eléctricos, etc.

En segundo lugar, por prioridades, vendría el tema de la edificación. La edificación es un mundo de muchísima aplicación para la termografía. Podemos quedarnos en lo que todo el mundo más o menos entiende que es la termografía cuantitativa, lo que viene siendo tratar de visualizar puentes eléctricos o infiltraciones de aire, que eso casi casi lo hace cualquiera entrecomillas, aunque vuelvo otra vez a lo mismo, si conoces el comportamiento del edificio, le sacaras mayor partido y no dirás tonterías. Pero además ya existe la posibilidad, que yo doy en mis cursos, de hacer termografía cuantitativa: Determinar con precisión temperaturas y pérdidas de calor.

También todo lo que tiene que ver con eficiencia energética. Pensemos en una cosa, cuando tenemos una máquina con un cierto rendimiento, puedo hablar de cualquier máquina, por ejemplo un motor eléctrico, cuando hablamos de que tiene una eficiencia menor que 1, eso significa que lo que no se convierte en energía útil, en movimiento por ejemplo en el caso de un motor, esto se convierte en pérdidas de calor, la cámara térmica nos permite visualizar pérdidas de calor. Desde este punto de vista, la cámara térmica es un medidor de eficiencia energética. Esto se extiende a cualquier campo.

Hay una diversidad de campos en los que depende de la situación económica, social o estatal, ha tenido que ver mucho el tema del estado. Hablaríamos de la fotovoltaica, hubo un boom de aplicación de la cámara en fotovoltaica pero ha ido de la mano con el crecimiento de la industria.

Todo el mundo maravilloso e increíble de los ensayos no destructivos, que debería haber más aplicación. Y ya como curiosidades, tanto en medicina como en veterinaria hay mucho que decir.

Uno de nuestros compañeros estuvo haciendo unos análisis a caballos, efectivamente a través de cámaras termográficas.

Lo que me llama la atención oyéndote, es un poco el desarrollo que tiene el diagnóstico termográfico en la parte eléctrica, es decir en todas las industrias eléctricas, es decir, nos has contado que llevan, 20, 25 años realizando estos diagnósticos pero creo que no podemos decir lo mismo de la termografía para mejora de la eficiencia energética, que si que preocupa en estos últimos

años pero que llevamos bastante tiempo luchando para que en la industria haya una eficiencia energética real. ¿Por qué crees que ha sido tan tarde esta incorporación?

Vemos cómo la termografía está muy implantada en la industria para inspecciones en busca de fallos eléctricos, pero, ¿podemos decir lo mismo de la termografía para mejora de la eficiencia energética?

Tiene mucho que ver con lo que comentábamos antes de la formación. Para poder aplicar la termografía en mantenimiento predictivo, en determinar pérdidas energéticas, en evaluar eficiencias hay que ser capaz de realizar termografía cuantitativa, hay que saber medir temperaturas con precisión, porque la deriva de un equipo puede ir asociada a variaciones de temperatura del orden de decimos de grado. Para llegar a esas precisiones hay que saber manejar el equipo con precisión. Desgraciadamente, la mayoría de casos, es triste reconocerlo, la mayoría de profesionales han utilizado termografía cualitativa y con un patrón térmico pues no se pueden determinar temperaturas.

Me interesaría que nos contaras cómo podrían funcionar todas estas técnicas termográficas por ejemplo para aplicaciones mecánicas.

Hay una gran aplicación en temas mecánicos pero también hay que reconocer que la termografía no es una panacea, no es una varita mágica, no es algo que sirva para todo y en algunas ocasiones son más convenientes la utilización de ultrasonidos, vibraciones, etc.

En algunos casos, lo más bonito, y eso es cuando te toca la lotería, es cuando con varias técnicas llegas a la misma conclusión, cuando consigues confirmar con vibraciones y termografía el fallo. Pero pensemos en una cosa, por ejemplo, una caja de cambios, con unos engranajes dentro, cuando tenemos el gripado o falta de lubricación en esos engranajes, si la carcasa, si el encapsulado de esa caja de cambios tiene demasiado espesor, para que la temperatura asociada a la fricción llegue al exterior pues seguramente antes el engranaje habrá conseguido alcanzar demasiada temperatura. Posiblemente eso sea más fácil de diagnosticar con análisis de vibraciones.

Termografía desde el aire FLIR Zenmuse XT

 **Álava Ingenieros**
GRUPO ÁLAVA



alavaingenieros.com

Quiero decir, que en cualquier caso de la industria, de la mecánica, en el que haya una fricción incrementada, pues va a ver una transmisión de calor por conducción y seríamos capaces de detectar eso, pero ese problema térmico tiene que llegar a la superficie exterior del equipo. Y eso va a depender de los espesores o de las protecciones, de los aislamientos que tengamos, pero a priori cualquier proceso mecánico en el que haya una fricción incrementada o un desgaste se podría ver con una cámara térmica.

¿Por qué crees que se sigue abusando del mantenimiento a intervalos fijos o al fallo en equipos críticos cuando las tecnologías para el mantenimiento según condición son ahora tan accesibles económicamente?

Yo creo que la razón fundamental es que las cosas hay que hacerlas muy bien, hay que llevar una sistemática muy rigurosa, los equipos se deben manejar con precisión, hay que determinar los parámetros de objeto de la cámara necesarios para que la medida de temperatura sea correcta. Entonces con todo eso, yo tengo ya bastantes ejemplos de aplicación de la termografía infrarroja al mantenimiento predictivo, si todo eso no lo tenemos y los datos de temperatura que se manejan pues no son correctos, evidentemente la cámara térmica no puede utilizarse para el mantenimiento predictivo y los profesionales siguen utilizando lo de cambiar a periodo fijo. Lo que lleva a una pérdida económica sustituyendo equipos técnicos, lo que no sería necesario. Volvemos a lo mismo, con los equipos térmicos/termográficos que tenemos en la actualidad haciendo bien las cosas y con una buena formación sería posible aplicar mantenimiento predictivo y sacarle muchísimo más rendimiento económico y energético a los equipos.

¿Cómo estimas que será la evolución de la termografía predictiva en los próximos diez años?

Los equipos termográficos, las cámaras termográficas son cada vez más económicas, hemos llegado ya, no se si hemos hecho suelo ya, o no. El tema de los precios va asociado a la producción masiva, tenemos hoy en día equipos que pueden montarse en un teléfono móvil, veremos en poco tiempo smartphones con cámara infrarroja incorporada, en una o dos generaciones

eso será posible. Pero los equipos calibrados que son los que son necesarios para realizar medidas de temperatura, pues van a tener que mantener un precio mínimo porque el proceso de calibración tiene un coste y ahí tampoco podemos ahorrar.

Vamos a ver equipos de cada vez mayor resolución, como he dicho, en la actualidad el standard es un detector de 640x480 pixeles, no se si he ido a un equipo demasiado bueno, el 320x240 pixeles de resolución térmica sería el standard más convencional, un poquito más avanzado es 640x480 pixeles que ya empieza a tener precios razonables y ya tenemos en el mercado de hasta un mega de resolución. Vamos a estar por ahí, no creo que tampoco haga falta mucho más.

La resolución térmica necesaria para poder aplicar la cámara térmica en el mantenimiento predictivo hoy en día es suficiente y estamos en resoluciones de térmicas del orden de 0,03/0,04º con eso hay de sobra para poder aplicar la cámara con tranquilidad.

Cosas automáticas, creo que no se puede hacer mucho más, la labor del termógrafo todavía va a ser necesaria. Porque la cámara no sabe de por si cual es el ajuste térmico adecuado del campo termino que esta viendo, eso lo tiene que decidir el termógrafo y el termógrafo va a seguir teniendo que introducir los parámetros de objeto necesarios para que la medida de temperatura sea correcta. Nos vamos a quedar por ahí. Luego lo que si que tenemos son herramientas que te permiten directamente integrar las imágenes térmicas en un proceso o en un ordenador pero ese tratamiento que a de poner el termógrafo va a seguir siendo necesario.

Ya hemos pasado de esa situación inicial en la cual los equipos valían del orden de 100.000€ y hoy en día yo diría que con equipos rondando los 10.000€/20.000€ tenemos trabajo de sobra y tenemos herramientas muy económicas que te permiten una primera visión del problema. Y ahí he dicho que el que podía ser a nivel de teléfono móvil, pero para una inspección rigurosa habrá que ir con el equipo profesional. Yo creo que esa es la situación.



Comprobador del circuito de motores eléctricos



ALL - TEST PRO 5™ MOTOR CIRCUITO ANALIZADOR

El mantenimiento predictivo más fácil

- ✓ Diagnóstico automático, operación por personal no experto.
- ✓ Detecta fallos en estado incipiente en motores AC, DC, generadores y transformadores.
- ✓ Mediciones en rutas de inspección predictiva.
- ✓ Las medidas se pueden realizar a distancia.
- ✓ Los informes muestran problemas de conexiones, bobinas y espiras, entrehierro, barras rotas, contaminación y aislamiento.

Más información en preditec.com

¿Cuáles son los sectores que van a vivir en los próximos años un boom termográfico? Apuntabas a medicina, farmacia...

Yo creo que medicina, farmacia, proceso de producción, ensayos no destructivos en aplicaciones que hasta ahora parecían prohibidas pero cada vez tiene más aplicación para la inspección no destructiva de metales y de defectos cada vez más profundos, entonces esto es una herramienta fundamental, poder evitar tener que romper un equipo cuando se quiera analizar una soldadura, eso incluso se podrá hacer en el propio proceso de soldado incorporando una cámara térmica al robot que esta realizando la soldadura, todo esto lo veremos. Y luego habrá aplicaciones de la vida diaria, nos vamos a encontrar en muy poco tiempo turismos que van a incorporar una cámara térmica por seguridad. Con el desarrollo de detectores cada vez más pequeños y económicos, vamos a tener la termografía en nuestra vida diaria. Incluso para aplicación de control de semáforos en la vida pública, cosas así.

La termografía nos va a sonar a todo el mundo, porque nos auguras un futuro en el que va a estar presente en, coches, smartphones, ... la termografía se va hacer no accesible, porque ya

hablábamos de la necesidad de ser un experto en la materia, pero nos va a sonar la medición de temperatura.

Puede contribuir a hacernos una vida mas confortable y segura.

Gracias Rafael por la fotografía más completa que nos muestras. ¡Nos volveremos a ver! ■

Palabras clave:

Cámaras termográficas, termografía, termógrafo, térmica

Escuche la entrevista a través del código qr.



Rubén López Martín
Desarrollo de Negocio Internacional
- Grupo Álava

Novedades

Nuevo transmisor de H₂ para la monitorización de grandes transformadores

Los transformadores, son máquinas eléctricas que se encuentran tanto en industrias de proceso, como en los sectores de generación y distribución de electricidad. Su misión principal, consiste en elevar o disminuir la tensión, aprovechando los principios físicos del electromagnetismo.

Los transformadores de potencia, son indispensables en aquellos procesos donde se requiera trabajar con grandes corrientes, así como para el transporte de electricidad, donde se necesita elevar la tensión desde los centros de generación, hasta los centros de reparto o consumo donde habrá que volverla a bajar, para con ello conseguir reducir las pérdidas de potencia a lo largo de la línea.

A pesar de su vital importancia, debido al coste tan elevado, en la mayoría de las ocasiones no se dispone de transformadores de reserva, pudiendo convertirse en un auténtico cuello de botella en caso de fallo. Como comentaba con buen criterio Benigno – en un parque eólico, se puede parar un aerogenerador por cualquier tipo de avería, pero se puede seguir inyectando corriente a la red en menor cuantía con el resto de máquinas. Pero el problema serio viene si se para un trafo, ya que se queda todo el parque inservible.

Hay transformadores de diferentes potencias y tipos que dependerán de su construcción interna. El objeto de esta nota de aplicación, es centrarse en un elemento predictivo para

aquellos transformadores de potencia que utilizan aceite como aislamiento eléctrico en los elementos internos, y como medio para evacuar la temperatura generada en el interior.

Los análisis de aceites dieléctricos, son métodos predictivos útiles y probados mediante estándares internacionales, que se vienen utilizando desde hace mucho tiempo. Normalmente se subcontratan a laboratorios externos, que elaboran informes puntuales de unas muestras de aceite adquiridas en campo. Sería el equivalente a tomarnos una muestra de sangre, para confirmar o descartar la existencia de una enfermedad o problema de salud. Pero esta medida puntual, tiene algunos inconvenientes cuando hablamos de la salud de algunos transformadores:

- Una de ellas puede ser el coste y los recursos en desplazarse puntualmente a recoger las muestras, especialmente si hablamos de lugares remotos o de difícil acceso.
- La contaminación de la muestra en el momento de la toma o en el transporte hasta el laboratorio de análisis.
- La degradación de la muestra entre el tiempo de la toma y la realización del análisis, además del promedio de repetibilidad y precisión.

Si bien es cierto que cuando se disponen de transformadores nuevos, y operándolos convenientemente, la evolución al fallo es lenta, también muchos expertos reconocen que debido a la optimización de costes en la fabricación, los nuevos no te permiten tanto margen de sobrecarga puntual, en ocasiones necesaria. Por otro lado, nos encontramos con un parque de grandes transformadores que superan los 30 años de antigüedad, que si queremos prolongar su vida útil, requerirá de plantear mejoras que impliquen un control más exhaustivo de alguna de sus variables predictivas. Esta va a ser la principal causa, por la que se va a plantear la utilización de equipos para la monitorización permanente de aceites dieléctricos. Es decir, el pasar de una o dos medidas puntuales al año, a una lectura en tiempo real, pudiendo además correlacionar diferentes variables de operación. En algunos otros casos, también podría ser como elemento de control independiente, para la garantía de las nuevas máquinas.



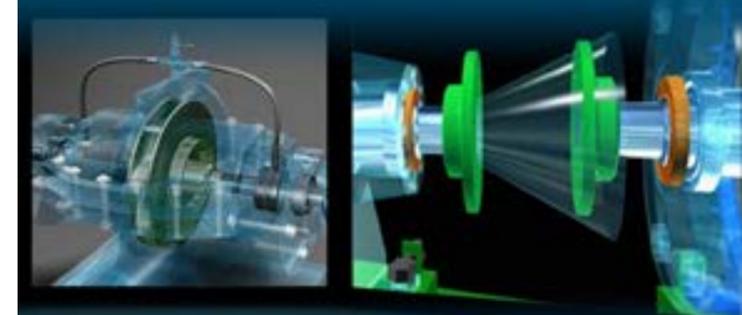
Transformador de alta tensión

Certificación como analista de vibraciones ISO 18436-2



Categoría I, II, III y IV

Consulte nuestras convocatorias
Barcelona, Madrid y Zaragoza o
bajo demanda en planta.

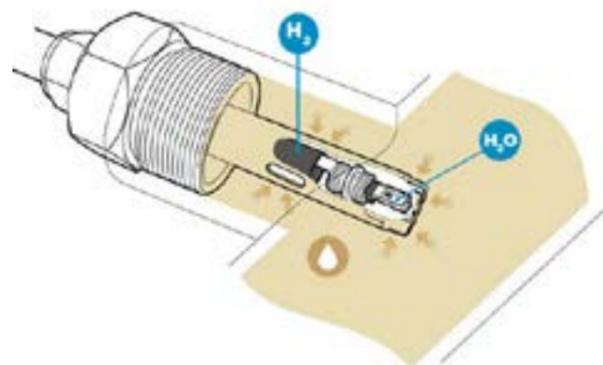


Relacionado con las variables predictivas aplicadas en los análisis de aceites, nos podemos encontrar en primer lugar con la humedad y temperatura. La humedad va a deteriorar las condiciones de aislamiento del aceite y va a ser un indicador del estado de degradación de la celulosa (componente del papel aislante). Pero la humedad, va a venir muy influenciada por las condiciones de carga y temperatura del propio aceite, lo que puede implicar fluctuaciones en la lectura. Una medida online de humedad y temperatura va a ser el primer elemento predictivo fiable.

La formación de moléculas de hidrógeno (H_2), va a ser el principal testigo para el aviso del origen de fallos en un transformador. Problemas de sobrecalentamiento, descargas parciales, formación de arcos,... Una medida fiable del H_2 , va a ayudar a mantener vigilado y seguro un gran transformador.



Vaisala MOD. MTH 410



Vaisala MOD. MTH 410

La tecnología de humedad en aceite, desarrollada por nuestro socio tecnológico Vaisala, ha sido utilizada en estos 15 años por los clientes líderes en la industria eléctrica en más de 30 países. Si se une esto, al nuevo desarrollo exclusivo de sensor selectivo de H_2 , del equipo MHT410, podemos concluir que es un gran avance en la monitorización de transformadores.

Las principales ventajas frente a sus competidores, serían:

- Tecnología de sensor extremadamente fiable.
- Mide directamente sobre el aceite, desde temperaturas de $-40^{\circ}C$ a $120^{\circ}C$, sin membranas, partes móviles como ventiladores o bombas (libre de mantenimiento).
- Preparado para trabajar a presión y depresión, libre de fugas.

Mención aparte tendrán las otras soluciones para la medida de más gases disueltos en continuo (Optimus OPT100).

Para concluir, no debemos de olvidar, el tratamiento de la información procedente de estos transmisores. Gracias a la plataforma exclusiva AWM, se podrá acceder vía web a toda la información en tiempo real de las mediciones del módulo MHT410 y poder correlacionar niveles de carga y otras variables de operación. ■

Autor:
Fernando Cámara
Responsable Desarrollo de Negocio Energías Grupo Álava

Palabras clave:
Transformadores, industria de proceso, generación, distribución de electricidad, humedad en aceite, MHT410, Vaisala.

Las miradas cambian de enfoque...



Párese a pensar un momento: Cansado de...

- ... una lista interminable de tarjetas?

Las solución Setpoint se caracteriza por su simplicidad, componiéndose de sólo 4 modelos de tarjetas. Todo ello gracias a la existencia de una tarjeta universal UMM, para resolver las medidas típicas tanto en maquinaria rotativa como alternativa.

- ... uso de servidores aislados y su dificultad de mantenimiento?
- ... los costes de mantenimiento y actualización?
- ... la complejidad en la seguridad de los accesos remotos?
- ... la dificultad en correlacionar datos de proceso y vibraciones?

Setpoint integra todos los datos de vibración, incluyendo formas de onda a alta frecuencia de muestreo, dentro de la plataforma PI Osisoft.

- ... las bases de datos gigantes?

Tecnología i-Value para el almacenaje eficiente de datos.

- ... el uso de hardware adicional para registro de transitorios?

Tecnología Boost Mode para la captura de transitorios en el propio sistema online.

- ... sólo almacenar datos si existe un servidor externo?

Posibilidad de instalación de una tarjeta SD, o un disco duro interno en el propio rack.

*Soluciones adaptadas para usuarios y no usuarios de PI Osisoft.



¿Intrigado?

Más información en: www.preditec.com · info@preditec.com



Beneficios económicos por la ampliación de las pruebas en motores eléctricos



Koontz-Wagner Services es uno de los proveedores líderes en el Medio Oeste que brinda servicios de reparación de motores y mantenimiento para equipos de rotación, motores eléctricos, generadores y componentes de transmisión de potencia mecánica, así como la contratación de servicios eléctricos, los cuales van desde órdenes de servicio de corta duración hasta el diseño y servicio de proyectos extensos y complejos.

Cada negocio exitoso trabaja para incrementar sus ingresos, de manera que la empresa pueda crecer y seguir proporcionando los mejores productos o servicios a sus clientes. Las empresas en crecimiento suelen invertir en herramientas y equipos de última generación que les permitan expandir su capacidad para servir a sus clientes. Una de esas empresas, Koontz-Wagner Services, el año pasado pudo capitalizar varias oportunidades a partir de la adquisición de nuevos equipos para prueba de motores energizados y desenergizados.

Kenneth L. Patterson, Director de Mantenimiento Predictivo altamente calificado y extremadamente proactivo de Koontz-Wagner, estuvo liderando los esfuerzos para la obtención de sofisticados equipos para prueba de motores. Después de realizar una exhaustiva investigación sobre los diferentes tipos de equipos para prueba de motores que estaban disponibles en el mercado, en enero de 2015, Patterson decidió adquirir los productos para prueba de motores de ALL-TEST Pro a través de Sun Infrared Technologies.

Patterson eligió dos probadores de motores

portátiles y desenergizados: el ALL-TEST PRO 5™ y el ALL-TEST PRO 31™; además de un probador de motores energizado: el ALL-TEST PRO On-Line II™. Las doce personas del equipo de mantenimiento predictivo de Patterson participaron en la sesión habitual de capacitación de post-venta realizada por ALL-TEST Pro. El equipo de mantenimiento predictivo (PdM, por sus siglas en inglés) fue instruido a fondo sobre la forma de realizar pruebas a motor no destructivas, así como análisis avanzados tanto para circuitos de motores desenergizados como para circuitos de motores de marca energizados y análisis de potencia.

Puesta en marcha de los productos para prueba de motores

Al ser una empresa que brinda servicio integral, Koontz-Wagner cuenta con una división para la reparación de motores, una división de mantenimiento predictivo y una división de construcción. La división de reparación de motores de Koontz-Wagner empezó a usar inmediatamente el equipo desenergizado para pruebas de motor, simplificando su procesos de inspección. «El uso



*Equipos All TEST PRO.
De izquierda a derecha:
[ALL-TEST PRO 5™](#)
[ALL-TEST PRO 31™](#)
[ALL-TEST PRO On-Line II™](#)*

del AT5™ y el AT31™ nos ha ayudado a reducir el tiempo que tarda entender el estado general de un motor», explica Patterson. «El analizador de circuito de motor AT5™ nos indica si hay malas conexiones, fallos de conexión a tierra, verifica el bobinado y nos permite saber si hay espacios de aire, contaminación o barras rotas - esto nos brinda una imagen bastante buena del estado del motor en tan sólo unos minutos; lo cual es importante, ya que el reducir el tiempo que nos llevaba inspeccionar un motor nos ha permitido reducir el costo de esa inspección inicial», continúa Patterson. «Los cargos de inspección inicial que habíamos estado cobrando a los clientes eran un poco más altos que los de nuestros competidores, por lo que el cambiar nuestro proceso de inspección nos ha permitido reducir esos cargos de inspección inicial y ser más competitivos».

Aumento de las oportunidades de negocio

En septiembre de 2015, el área de Servicios de Mantenimiento de Koontz-Wagner empezó a usar su equipo portátil para pruebas a motores desenergizados fuera del taller de reparaciones.



Erik Lehman, Técnico de Servicio de Koontz-Wagner, utiliza el ALL-TEST PRO 5™ para realizar la inspección inicial de un motor de 50Hp en el taller de reparaciones.

Al tener una relación de largo plazo con una gran empresa de suministros para automóviles, Koontz-Wagner vió la oportunidad de proporcionar soporte de valor agregado a sus clientes. Este proveedor automovilístico mantuvo un inventario de aproximadamente 700 motores de repuesto. Durante tres meses, los técnicos de mantenimiento predictivo de Koontz-Wagner verificaron el estado y condición de todos los motores de repuesto incluidos en este inventario. «Encontramos que 100 de los 700 motores incluidos en el inventario requerían mantenimiento», explica Patterson. «Utilizamos el AT5™ en el establecimiento, lo cual fue excelente, ya que éste genera informes rápidamente, por lo que fue ideal para ese proyecto en particular. Y ahora estamos planificando que esos motores entren en nuestra división de reparación de motores para recibir servicio».

Generación de ingresos con la prueba energizada La prueba energizada se ha convertido en otra área de crecimiento de ventas para Koontz-Wagner. «He generado muchos ingresos utilizando el ALL-SAFE PRO®», afirma Patterson. El ALL-SAFE PRO® es



Ken Patterson, Director de la División de Mantenimiento Predictivo en Koontz-Wagner, pone a prueba un motor de 9000Hp.

el adaptador instalado en el interior del tablero eléctrico, el cual funciona con el instrumento de prueba energizado ATPOL II™.

Este adaptador proporciona las señales necesarias para ayudar a los profesionales de mantenimiento preventivo a entender la condición de los motores funcionando con un riesgo mínimo y eliminando la necesidad de equipos de protección voluminosos.

El equipo de electricistas de Koontz-Wagner, empleado por su división de construcción, ha instalado 15 adaptadores ALL-SAFE PRO® dentro de los tableros eléctricos de diversos clientes. A continuación, el equipo de mantenimiento predictivo de Koontz-Wagner utiliza el probador energizado ALL-TEST PRO On-Line II™ para obtener datos sobre los motores operativos y para brindar un mayor apoyo a los programas de monitoreo basado en la condición y mantenimiento predictivo de sus clientes.

«He realizado pruebas de vibración para uno de nuestros clientes del sector automotriz, y el ATPOL II™ ha confirmado los resultados de esas pruebas de vibraciones», comparte Patterson. «El mantenimiento del estado de este motor del compresor de 200Hp es fundamental, ya que opera para proporcionar aire a las instalaciones del proveedor automotriz».

Conclusión

«Este equipo de prueba está ayudando a nuestra empresa de muchas maneras, y en el 2016 espero expandir nuestras capacidades mediante la utilización de estos instrumentos», afirma Patterson. Koontz-Wagner ha experimentado un crecimiento del 10% en sus ganancias, como resultado del empleo del equipo para prueba de motores ALL-TEST Pro, demostrando que existen beneficios reales al invertir en tecnología y herramientas modernas. ■



Patterson se dispone a instalar un ALL-SAFE PRO®, de manera que pueda utilizar un ATPOL II™ para realizar las pruebas energizadas de motor.

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

Colector de vibraciones



+

Software Predictivo



+

Implantación



+

Formación



+

Diagnóstico predictivo

20 máquinas - Preconcerto



+

Curso a distancia Vibraciones I



Total



PrediPack

Preditec ofrece cuatro opciones de paquetes Predipack: Starter, Route, PdM y Expert.
 Más información en info@preditec.com o +34 976 200 969
preditec.com

Cámaras de alta velocidad para líneas de producción y mantenimiento

José Alfonso Endrina Maraver



El mundo se mueve demasiado rápido para captarlo todo con nuestros propios ojos y existen muchas aplicaciones industriales en las que ocurren sucesos que a simple vista no percibimos. Necesitamos herramientas que nos permitan ver qué ocurre para conocer si los equipos funcionan correctamente, localizar problemas y corregirlos y prevenir futuros fallos.

Las cámaras de video digitales de alta velocidad pueden utilizarse como una herramienta de diagnóstico que nos ayudan a analizar los procesos de alta velocidad. Capturan una serie secuencial de imágenes que se graban a velocidades de fotogramas muy altas y se reproducen a cámara lenta para permitirnos ver, medir y comprender eventos que ocurren demasiado rápido para ver a simple vista.

El vídeo de alta velocidad puede ayudarnos a entender aplicaciones de análisis de movimiento únicas. Ya sea en diseño de productos, investigación, **producción o mantenimiento de maquinaria**, el video de alta velocidad puede convertirse en una de las herramientas más importantes a nuestra disposición.

Si utilizamos cámaras de vídeo de alta velocidad en lugar de cámaras de vídeo estándar para

capturar secuencias de movimiento a cientos o miles de fotogramas por segundo, podemos ver el detalle que se produce en ese evento de alta velocidad. A 500 fotogramas por segundo, se obtienen 17 imágenes por cada una que sería capturada por video estándar (30 fps). Y a 3.000 fotogramas por segundo, tiene 100 imágenes para cada marco de vídeo estándar.

Por tanto, con el vídeo de alta velocidad, los problemas pueden ser vistos y resueltos.

Existen soluciones de Alta Velocidad para utilizar con dos enfoques diferentes en Producción y Mantenimiento:

- Instalación fija de sistemas "miniatura" que nos ofrece la posibilidad de acceder y grabar en espacios reducidos. Nos permite además monitorización de larga duración para detectar algún fallo poco repetitivo. [PhotoCam Speeder V2 de Photron](#).

- Medida con equipo portátil de mano y "compacto" para análisis en tiempo real de procesos y fallos. Esta cámara también puede monitorizar por largos periodos de tiempo, pero su tamaño no permite su instalación en espacios reducidos. [Troubleshooter de Fastec](#).

PhotoCam Speeder V2



La PhotoCam Speeder de Photron ha sido diseñada para permitir detectar y solucionar fácilmente los problemas en las líneas de producción, costosos y que consumen mucho tiempo.

Se puede configurar y dejar grabando continuamente durante 8 horas máximo, hasta que se produzca el fallo. Posteriormente se analiza la grabación a cámara lenta para revisarlo, solucionarlo y optimizar la línea, lo que ahorrará tiempo y dinero.

El sistema se compone de la unidad de control, de una o dos cámaras de alta velocidad miniatura, de una o dos fuentes de luz y de cables flexibles, lo que permite su instalación en lugares reducidos y de difícil acceso. Dispone de batería lo que lo hace totalmente autónomo e independiente.

La unidad de control incorpora un display donde visualizar sin necesidad de un PC y su diseño sencillo y fácil de utilizar permite a cualquier operador de la línea de fabricación utilizarlo sin tener altos conocimientos de Alta Velocidad.

El sistema permite grabar a 2000 imágenes por segundo a "full resolution", pudiendo incrementar la velocidad de grabación bajando a la vez la resolución. Se puede grabar en la memoria interna o en una tarjeta SSD (especialmente recomendado para larga duración).

También dispone de entradas de "trigger" externo lo que nos permite "integrarlo" en la línea de producción y que su funcionamiento esté vinculado a la misma

Troubleshooter



Las cámaras de las Series TS de Fastec Imaging son cámaras de alta velocidad portátiles y asequibles con una calidad de imagen excepcional.

Disponen de resoluciones de hasta 5 megapíxeles, pudiendo grabar hasta 900 imágenes por segundo a 1280x1024 ó 250 imágenes por segundo a 2560x2048, con lo que se podría grabar cualquier aplicación industrial sin ningún problema.

Las cámaras Fastec Imaging de alta velocidad desempeñan un papel clave en el análisis y la solución de problemas de los procesos de fabricación y maquinaria, mejorando los rendimientos, reduciendo el tiempo de inactividad y mejorando la calidad general del producto.

Actualmente, las cámaras Fastec ya se utilizan en Industrias como Alimentación, Textil, Papel, Química, Farmacéutica, Cosméticos, Plásticos, Vidrio, Maquinaria, Electrónica, Automoción, Aeroespacial, Equipos Médicos,...

En resumen, las cámaras de alta velocidad de Fastec ahorran tiempo y dinero en las líneas de producción. ■



Gestión normalizada de activos físicos. Requisitos generales

El término “**Gestión Normalizada de activos físicos**” hace referencia a una nueva **práctica** de gestión basada en el despliegue de los principales aspectos abordados genéricamente por la norma ISO 55000:2014 y la familia de normas ISO que específicamente hacen referencia a la gestión de activos físicos.

Se trata de aterrizar y dar soporte a las buenas prácticas difundidas por los grupos de expertos ISO, que por fin han dado la trascendencia debida a un proceso como el de la gestión de activos.

El primero de los requisitos a los que hace referencia es el de la **organización**:

-Hay que definir que está y que no está dentro de la **cartera de activos** (portfolio), alcance del sistema de gestión de activos físicos. El desarrollo de un sistema de codificación de activos coherente con el tipo de actividad, infraestructura y organización, así como la implantación de una **sistemática** para la introducción, mantenimiento y desincorporación de activos, se hacen especialmente necesarios.

-La organización ha de identificar sus **partes interesadas**, sus requisitos (contractuales, reglamentarios, de las aseguradoras, medio-ambientales, etc.) y expectativas relacionadas con la gestión de activos. Se definen como partes interesadas, a las personas físicas u organizaciones activamente involucradas en la actividad o cuyos intereses pudieran ser afectados positiva o negativamente como resultado de la gestión de los activos. Ejemplos

de partes interesadas son el cliente(s), los accionistas, las administraciones públicas y ayuntamientos, los financiadores (bancos), los agentes sociales, los trabajadores, los contratistas, etc.

-Los **objetivos** que nacen a partir del obligado desarrollo de una **estrategia de gestión de activos (PEGA)** deben estar alineados con los objetivos estratégicos empresariales.

El segundo requisito hace referencia al **liderazgo**. La dirección debe:

-Liderar y demostrar su compromiso e implicación en la consecución de los objetivos de la gestión de activos.

-Desarrollar una **política** de gestión de activos que sea adecuada a la actividad, incluya un compromiso claro con la mejora continua, haga referencia al cumplimiento de los requisitos legales aplicables y por último sea un marco de referencia para el establecimiento de objetivos.

-Asegurar la **responsabilidad y autoridad** de los Roles de la gestión de activos y que estos sean comunicados al resto de la organización.

El tercer requisito es la **planificación**:

-Al objeto de identificar eventos que de ocurrir pudieran afectar positiva o negativamente a la consecución de los objetivos planteados en la gestión de activos, la organización debe tener claro cuáles son sus **riesgos (-)** y **oportunidades**

OilWear®

GAMA DE SENSORES ONLINE PARA LA MONITORIZACIÓN DE PARTÍCULAS EN FLUIDOS



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



(+). Cada riesgo identificado (evento) tiene una(s) causa(s) y si ocurre, una consecuencia. Los riesgos y oportunidades han de ser evaluados. El método de evaluación puede ser cualitativo (subjetivo), cuantitativo (datos) o mixto, y siempre atendiendo a aspectos como su probabilidad de ocurrencia, su detectabilidad, las consecuencias, etc.

-La organización establecerá dentro de su plan de gestión, **acciones** para minimizar los riesgos y potenciar las oportunidades y así, asegurar la consecución de los objetivos, y que una vez ejecutados debiera evaluar su eficacia.

El cuarto hace referencia al **apoyo** necesario para desarrollar la gestión de activos. La organización debe:

-Determinar y proporcionar los **recursos necesarios** para establecer, implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión de activos.

-Asegurar la **competencia** de las personas involucradas, poniendo en práctica planes de formación concretos que han de ser evaluados.

-Asegurar que todas aquellas personas que pudieran tener impacto sobre la consecución de los objetivos de gestión de activos sean **conscientes** de su contribución e implicación necesaria.

-Desarrollar un plan de comunicaciones para determinar qué, cuándo, a quién y cómo **comunicar** interna y externamente la información relativa a los activos y sistemas de activos.

-Determinar la **información necesaria** para dar apoyo a su sistema de gestión de activos.

El quinto hace referencia al control **operacional**. La organización debe:

-**Planificar, implantar y hacer seguimiento** de las acciones definidas para la minimización de riesgos y obtención de objetivos, así como de las acciones correctivas o de mejora resultado del análisis de incidentes y no conformidades.

-Antes de implementar cualquier **cambio** que pudiera tener un impacto en el logro de los objetivos de gestión de activos, han de evaluarse los riesgos e implantar planes de mitigación en caso necesario.

-En caso de **sub-contratación** de actividades que pudieran tener un impacto en el logro de los objetivos, se debe evaluar el riesgo asegurando el control de las actividades sub-contratadas y que los recursos sean competentes.

El sexto se centra en la evaluación del **desempeño**. La organización debe:

-Establecer qué necesita **medir, evaluar y analizar** del sistema de gestión de activos informando a las partes interesadas del desempeño y eficacia del sistema de gestión de activos.

-Desarrollar un programa bien estructurado de auditoría para llevar a cabo **auditoría** de cumplimiento de requisitos y mantenimiento del sistema.

-Asegurar la pertinencia, adecuación y eficacia del sistema por lo que ha de **revisar periódicamente** el sistema de gestión de activos físicos.

Por último, la **mejora continua**.

-Ante un incidente o no conformidad del sistema de gestión de activos, la organización debe tomar **medidas correctivas**, realizar **cambios o mejoras** para evitar la recurrencia y revisar la eficacia de las medidas adoptadas.

-Establecer **medidas preventivas** ante incidentes potenciales. ■

Servicio de Diagnóstico Predictivo mediante sistemas de monitorizado en continuo

Monitorización permanente

Toma de datos automática (vibración y otros parámetros)

Sin inversión en equipos de monitorización

Mayor fiabilidad

Informes predictivos detallados



LUBExpert

Su asistente en lubricación ultrasónica



Las malas prácticas de engrase son una de las principales causas del fallo de los rodamientos y los motores eléctricos. Menos del 60% de los rodamientos alcanzan su duración de diseño y una de las principales causas es la mala lubricación,

tanto por carencia, como por exceso. El sistema LUBExpert soluciona este extendido problema mediante la combinación de la lubricación de precisión y el procedimentado de las tareas de lubricación.

Durante sus rutas de relubricación, el asistente experto LUBExpert le indicará:

-  Qué grasa añadir
-  Los puntos donde se ha de añadir la grasa (rutas de engrase)
-  Cuándo relubricar (basado en condición y periodicidad)
-  Cuánta grasa añadir (lubricación de precisión)
-  Sabrá si la grasa está realizando su función lubricante

Si ya dispone de un equipo de ultrasonidos SDT270 consúltenos sobre la posibilidad de añadirle estas funciones, info@preditec.com · www.preditec.com.

Novedades

VII Foro Español

de Fiabilidad y Mantenimiento Predictivo

Del 24 al 25 de mayo del 2017


Preditec
GRUPO ALAVA

preditec.com

Artículos

Toma de decisiones de intervenciones de mantenimiento.

Consecuencia de PdM (Mantenimiento Predictivo)

Carlos Garín Abellán

Resumen

Los técnicos de mantenimiento que nos dedicamos a realizar informes de predictivo, nos encontramos en multitud de ocasiones con la disyuntiva de si es conveniente organizar una reparación del equipo en cuestión según se detecta alguna tendencia negativa en algún parámetro de los que se está controlando, o si por el contrario es preferible esperar y continuar analizando el estado del activo. Para tratar de sistematizar la toma de decisiones en relación a este asunto hemos desarrollado un método que evalúa la idoneidad o no, de la intervención en base a diferentes criterios como son: riesgos por pérdida de producción, riesgos para la seguridad, riesgos medioambientales, posibles sobrecostes para mantenimiento, nivel de saturación de los mandos de mantenimiento, situación presupuestaria y fiabilidad del diagnóstico de PdM realizado.

Desarrollo del artículo

Hoy en día nadie, o casi nadie, discute que las estrategias empresariales en los países del "primer mundo" pasan irremediamente por lograr la mejor fiabilidad de sus plantas industriales, basada en una óptima gestión de los activos y principalmente de los llamados activos críticos.

Dentro de este marco estratégico, el mantenimiento preventivo basado en condición o mantenimiento predictivo (PdM) es, sin duda,

la forma más eficiente de enfocar las tareas y actividades de mantenimiento que se deben llevar a cabo sobre los equipos.

El mantenimiento basado en condición está fundamentado en la afirmación que dice que se debe intervenir sobre las máquinas, de manera ideal, justo antes de que el fallo provoque que el equipo pueda dejar de desarrollar total o parcialmente la función para la que fue diseñado.

Más en concreto el mantenimiento predictivo (PdM) está basado en la "curva P-F", la cual muestra cómo evolucionan los fallos de los equipos con respecto al tiempo. Cabe destacar que la curva que se muestra a continuación (Fig. 1), obvia los efectos de los equipos recién instalados, los cuales tienen una baja resistencia al fallo como consecuencia de fallos de diseño, problemas de montaje, etc... Aunque la mejora de estas "Puestas en marcha" ó "Start-up", no es el objetivo del PdM, ni por tanto de este estudio. Como decía el PdM trata de monitorizar de manera continua, o a unos intervalos predefinidos, una o varias "variables clave" del funcionamiento del equipo, de tal forma que desde que se detecta que una o varias de las variables clave comienzan a dar síntomas de la degradación del equipo ("Punto P" de la gráfica), hasta que realmente tenemos una falla total o parcial de la funcionalidad del mismo ("Punto F" de la gráfica), disponemos de un período de tiempo ("Intervalo P-F") para poder planificar una intervención de reparación / sustitución del equipo.

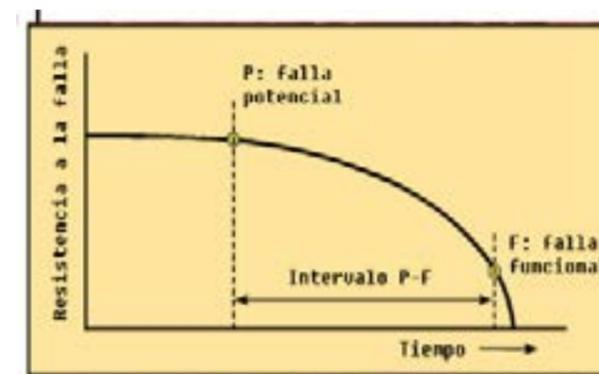


Figura 1

Una de las principales dificultades con la que nos encontramos los técnicos de mantenimiento que estamos involucrados en las tareas de seguimiento del estado de salud de los equipos, es determinar, en muchos casos, cuando es el momento justo en el que debe producirse la intervención de reparación / sustitución del equipo. En escasas situaciones es conocida la curva P-F del equipo en cuestión y por otro lado en muchas ocasiones las técnicas y análisis predictivos disponibles en cada caso no ofrecen siempre resultados fiables al 100%.

A medida que, por suerte o por desgracia, vamos tomando experiencia en cuándo cada equipo concreto deja de desarrollar su función, porque somos testigos de cómo y cuándo se provoca el fallo parcial o catastrófico pues somos capaces de trazar con precisión la curva pf de ese equipo y prever en el futuro perfectamente la intervención desde el momento que se ven los primeros síntomas de la anomalía. Por poner un ejemplo práctico: en nuestra fábrica tenemos claro que desde que vemos salir los primeros "pelos" en el cable de elevación de la cuchara del puente Grúa Meloni hasta que el cable se parte y la cuchara cae al suelo podemos tener entre 3 y 4 días. Por tanto, cuando se detecta esta situación en una inspección visual, que debe ser muy frecuente en este caso, la intervención de cambio del cable debe planificarse en 1 ó 2 días como máximo. Pero claro, como decíamos antes, más bien por suerte que por desgracia, son las menos veces las que tenemos esta experiencia tan evidente de cuándo se va a producir el fallo.

Llegados a este punto es cuando tenemos que responder a la pregunta que a todos los que

estamos implicados en PdM nos han hecho inmediatamente después de haber emitido un informe de predictivo y es: ¿Cuánto tiempo podemos seguir funcionando antes que la máquina se averíe? Y es claro que exactamente esa es la pregunta que nosotros mismos nos estábamos haciendo y que lamentablemente no podemos responder casi nunca.

En principio no existe o no conocemos, ninguna metodología para tratar de sistematizar la toma de decisiones acerca de la idoneidad o no de la inmediata intervención de mantenimiento. Estas decisiones se toman en base a diferentes criterios, pero que no son valorados de una forma estructurada y siguiendo siempre unas reglas comunes.

Algunos criterios que influyen en la decisión de intervención o no intervención de mantenimiento son:

- 1. Riesgos por pérdida de producción:** es claro que si hablamos de activos críticos, fallos catastróficos de los mismos pueden llevar a distintos niveles de pérdidas de producción, más o menos costosos en función de la complejidad de la reparación, de la situación de saturación de la línea productiva, de la existencia o no de equipos en stand-by o equipos / subequipos / componentes de repuesto, de la incidencia que la parada pudiese tener en costes indirectos como por ejemplo pérdidas por calentamiento, pérdidas por producción a baja eficiencia hasta alcanzar de nuevo el régimen nominal, etc... Incluso podemos estar hablando en algunos casos de pérdidas por incumplimientos de contrato con clientes a los que hubiese que indemnizar por retrasos, o pagos de cánones por retrasos en puertos, etc... Se podría llegar a valorar hasta intangibles como pérdida de imagen ante clientes o ante la propia organización.
- 2. Riesgos para la seguridad:** es fundamental tener claro si el fallo catastrófico del equipo podría ocasionar un accidente que pudiese herir a alguna-s persona-s. Por ejemplo que la avería pudiese ocasionar un incendio en el que las personas pudiesen resultar heridas.
- 3. Riesgos para el medioambiente:** también hay que valorar si como consecuencia de la avería

se pueden producir por ejemplo derrames de líquidos peligrosos o escapes de algún tipo perjudiciales para el medioambiente.

4. **Riesgos por sobrecostes para mantenimiento:** es claro que cuando se detecta un posible problema en un equipo y se decide intervenir para eliminarlo, esta intervención tiene un coste de mantenimiento. Pero por otro lado la no intervención planificada de mantenimiento puede derivar en el fallo catastrófico del equipo y para resolver esta situación normalmente el coste de mantenimiento es mayor que el de la intervención programada o incluso mucho mayor pudiendo incluso llegar a dañar otros equipos cercanos al que ha causado la avería.
5. **Saturación de los mandos de mantenimiento:** este es un criterio que pocas veces se tiene en cuenta, pero que es fundamental a la hora de que las intervenciones se hagan con las máximas garantías y cumpliendo con los requerimientos de calidad. En muchas ocasiones el personal que debe planificar, programar y supervisar las intervenciones está sobresaturado, por lo que a veces dichos trabajos se pueden llevar a cabo sin la adecuada planificación, programación y supervisión. Por tanto y por poner un ejemplo, en alguna ocasión quizás merezca la pena asumir el riesgo de esperar 1 mes a que algún personal clave termine sus vacaciones, antes de hacer la intervención con menores garantías.
6. **Situación presupuestaria:** prácticamente todos los departamentos de mantenimiento tienen un presupuesto anual y/o mensual que cumplir. En algún caso este puede transformarse en un criterio importante a la hora de decidir si conviene atrasar una intervención
7. **Fiabilidad en el diagnóstico PdM:** claro está que este es un punto clave, ya que dependiendo de la certeza que tengamos de la posible anomalía en el equipo que se está analizando dependerá muy mucho la decisión de llevar a cabo una intervención planificada o no. Lo primero que se debe pensar es si es posible utilizar alguna otra técnica, especialista, etc... con la que se pueda ganar fiabilidad en el diagnóstico antes de acometer una intervención que pudiera ser muy costosa.

Dentro del ámbito empresarial se utilizan desde hace muchos años técnicas para sistematizar la toma de decisiones. Por ejemplo dentro del ámbito de compras para elegir unas propuestas técnico-económicas más favorables que otras, o en el ámbito comercial para poder decidir por ejemplo el precio que fijar a un producto en función de diferentes probabilidades de volúmenes de ventas, etc...

El primer método que se proponer utilizar en este escrito es un **“Análisis multicriterio”**, en este caso la **“Suma ponderada”** que básicamente propone puntuar de cero a diez los diferentes criterios de evaluación implicados y dándole a cada uno de ellos una ponderación diferente. El resultado del análisis multicriterio no es más que el resultado de multiplicar la valoración de cada criterio por su peso ponderado y sumar todos estos resultados parciales.

Para complementar el estudio y ayudarnos a tomar una decisión fiable se puede usar un **“Árbol de decisión”** que es una herramienta estadística basada en evaluar las probabilidades de ocurrencia de las diferentes opciones implicadas y valorando económicamente qué repercusión tendría cada una de las opciones.

El método de **“Árbol de decisión”** tiene la ventaja sobre el de la **“Suma ponderada”** que logra cuantificar mejor los riesgos que se puedan traducir en consecuencias económica, sin embargo tiene como desventaja el hecho de no considerar aquellos criterios que no se pueden traducir de manera sencilla a una valoración económica, como puedan ser el de la saturación de los mandos, riesgos para la seguridad, riesgos medioambientales, fiabilidad del diagnóstico, etc...Es por ello que se propone emplear ambos métodos de manera simultánea siempre que sea posible.

Existe multitud de bibliografía que explica en detalle cómo funcionan tanto los Análisis multicriterio como los Árboles de decisión, por lo que no procede explicarlo en este documento. Lo que sí vamos a hacer es utilizar un caso real para ejemplarizar la toma de una decisión.

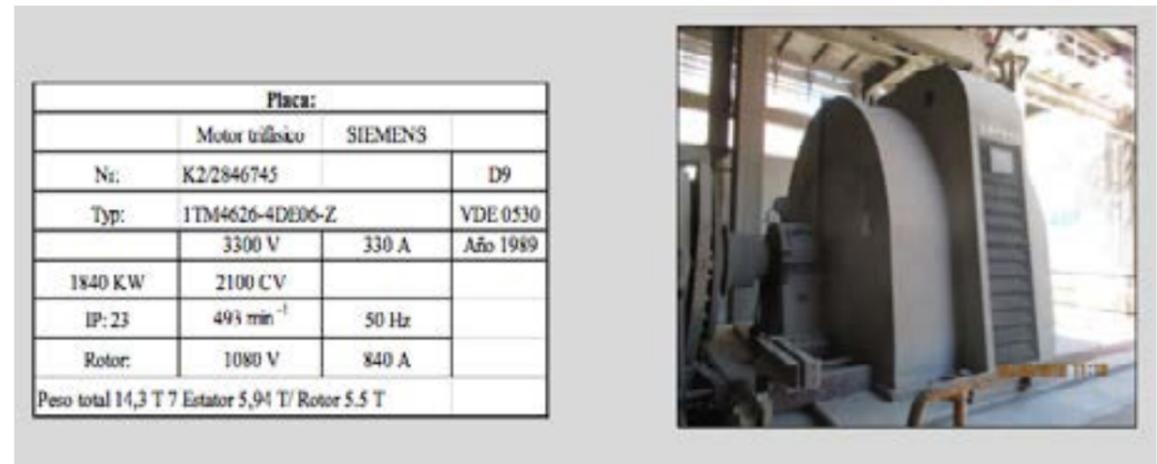


Figura 2

CASO ESTUDIO REAL.

Se dispone en la fábrica de un motor eléctrico asíncrono de rotor bobinado que arranca con un reóstato líquido y que acciona uno de los tres molinos de cemento en operación actualmente, concretamente el molino nº5.

Los datos del motor son los mostrados en la figura 2.

A este motor dentro de las rutinas de mantenimiento predictivo se le está analizando desde hace aproximadamente un año el espectro de corriente consumida en el estator (MCA). Como consecuencia de este análisis ya desde las primeras medidas que se tomaron se obtenían valores de relación entre la frecuencia fundamental (50Hz)

y las bandas laterales, que en base a tablas de severidad internacionales recogidas en diferente bibliografía pudieran ser indicativo de algún problema en el rotor del motor.

Concretamente se han ido obteniendo los siguientes valores de dB a lo largo de las diferentes mediciones, ver Figura 3.

A la vista de estos resultados se nos plantea la cuestión de si debemos ya realizar una intervención de mantenimiento consistente en sustituir este motor por el de repuesto y enviar el motor a revisar a un taller especializado en la reparación de este tipo de motores, o por el contrario no realizar ninguna intervención de momento.

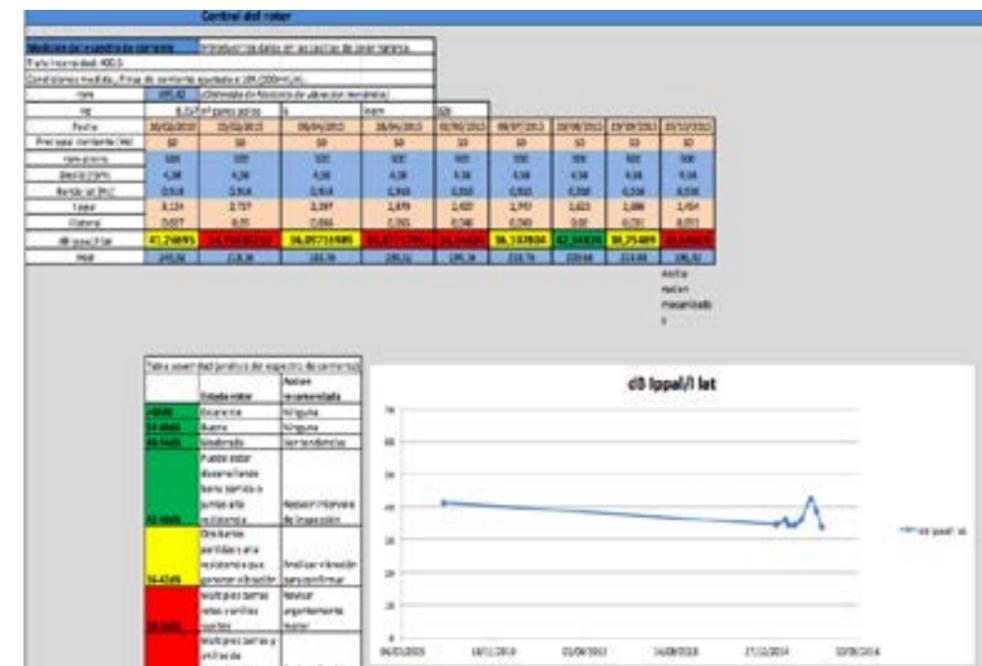


Figura 3

Para ayudarnos a tomar una decisión empleamos en primer lugar el análisis multicriterio de la suma ponderada de la siguiente forma:

NOTA: Se puntúa cada criterio de 0 a 10, siendo "0" la no intervención segura y "10" la intervención segura

	Valoraciones	Peso criterio	Observaciones / Justificación valoración
Riesgos por pérdida de producción, flego de seguridad o riesgo medioambiental	3	40%	Se dispone de un motor de repuesto en almacén por lo que en caso de fallo catastrófico en 2-3 días se podría restablecer la producción (siempre y cuando no se hayan dañado otros elementos como motor, celda de MT... como consecuencia del fallo catastrófico. En este capítulo las pérdidas de producción se valorarían de forma diferente si se está en un proceso de carga de barco de exportación (12.500€ por día de retraso del barco) (en cualquier caso el retraso no sería demasiado importante al disponer de los M5 y M7 también) a que se pudiese retrasar como consecuencia de esta avería a que se estuviese trabajando contra stock. En principio no se estiman costes por riesgos para la seguridad ni para el medioambiente como consecuencia de un fallo catastrófico del motor
Extracoste mantenimiento	8	15%	En caso de sustitución programada del motor, podemos estimar los costes de mto. En: 2.000€ reemplazo de motor + 1.500€ transporte ida y vuelta al taller + 18.000€ coste de la reparación en el taller (TOTAL unos 21.500€). Por otro lado si hubiese un fallo catastrófico los daños ocasionados son impredecibles, pudiendo llegarse incluso a la destrucción casi total del motor lo cual tendría un coste de más de 100.000€. Por tanto el riesgo en este punto es alto
Saturación mandos	9	10%	Al no estar prevista parada de homo en principio este trabajo podría abordarse con máximas garantías de supervisión, teniendo en cuenta que este trabajo tiene 2 puntos críticos al tratarse de un motor apoyado en cojinetes anéctricos (por un lado el centrado del entrehierro y por otro asegurar el buen contacto del eje con los cojinetes)
Fiabilidad en el diagnóstico	3	30%	Se lleva aproximadamente 1 año realizando medidas sistemáticas de espectro de corriente (MCA) y en todas ellas los valores de cdi contenidos están en valores de alarma con respecto a las referencias internacionales. Por otro lado ya en 2010 se hizo una medida y estábamos en valores de alarma. También se observa que la variación de unas medidas a otras es asistible. Por tanto el diagnóstico del daño disponible hasta este momento no es excesivamente fiable
Situación presupuestaria	4	5%	Estamos a final de año 2015 con una situación presupuestaria "justa" lo que apunta a derivar el gasto hacia el año 2016, aunque tampoco se trata de un gasto excesivo
TOTAL	4,4		

Figura 4

Con este resultado la decisión estaría más cercana a la no intervención de momento. En cualquier caso se complementa el estudio con un árbol de decisión:

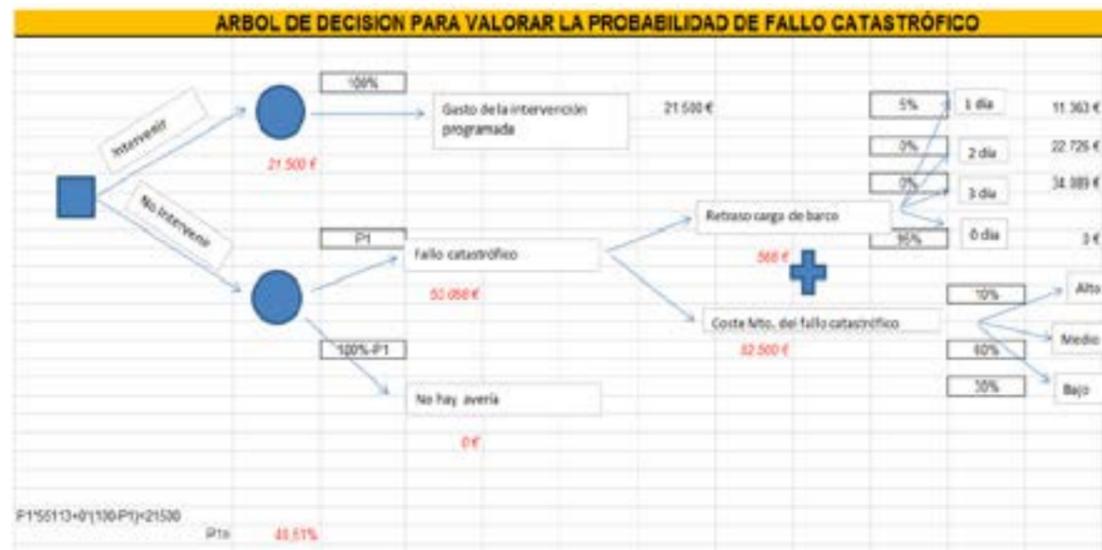


Figura 5

A la vista de ambos análisis (multicriterio y árbol de decisión) se decide de momento no intervenir, aunque para ganar fiabilidad en el diagnóstico se van a realizar unos análisis avanzados de corrientes tanto del estator como del rotor con ayuda de técnicos de la Universidad Politécnica de Valencia y se espera que del resultado de este diagnóstico la balanza se incline con mayor claridad hacia la intervención o hacia la no intervención. ■

Autor:
 Carlos Garín Abellán
 Jefe Mto. Preventivo. Fábrica de cementos de Málaga
 FYM (Italcementi-Group)

Palabras clave:
 Informes mantenimiento, reparación, estator, rotor, intervención.

Optimice su plan de mantenimiento predictivo con CBMC



La estrategia predictiva en el mantenimiento industrial

Francisco Ballesteros Robles

Introducción

Todavía hoy seguimos discutiendo en los congresos de mantenimiento si sería buena idea aplicar estrategias de mantenimiento como la preventiva o la predictiva. Este artículo pretende despejar todas las dudas que suscitan estos asuntos.

Estamos en la época de la optimización de recursos. Recientemente se ha publicado (finales de 2014) una norma sobre Gestión de Activos (ISO 55001). Ya existen organizaciones que han reaccionado, que apuestan por una Gestión de Activos inteligente, optimizada, racional, que convierta a sus plantas de producción en organizaciones más competitivas. Lo dice todo el mundo, las organizaciones que no reaccionen y apuesten por el continuismo, desaparecerán. Y a pesar de todo esto, todavía hoy existen muchas organizaciones que están ignorando lo que sucede a su alrededor.

Las estrategias de mantenimiento son en realidad estrategias para la optimización de los planes de mantenimiento y, por lo tanto, de la fiabilidad de los activos productivos.

En mi artículo “El Mantenimiento Predictivo es un pilar fundamental del RCM” publicado en Preditecnico 22 ubico las estrategias reactiva, preventiva y predictiva en el ámbito del Mantenimiento Centrado en Fiabilidad (RCM). En cambio en este artículo profundizo en los

aspectos propios y las aplicaciones de cada una de estas estrategias, centrándome principalmente en la estrategia predictiva y sus ventajas frente a las demás.

Estas tendencias de mantenimiento han probado ya su éxito en sectores como el de generación, oil&gas, industria de proceso y otros... pero son aplicables a todos los sectores industriales e incluso al mantenimiento de edificios y otras instalaciones.

Estrategias de mantenimiento

¿Cuántas estrategias de mantenimiento diferentes puedo aplicar?

En una primera clasificación distinguimos entre Mantenimiento Planificado y Mantenimiento No planificado.

Mantenimiento Planificado: Es aquel que implica una proactividad, es decir, plantea una programación de tareas con el fin de mitigar el riesgo de se produzca una avería o de que ésta llegue a generar consecuencias no deseadas. Estas tareas se pueden programar a intervalos fijos (preventivo), según condición (predictivo) o cuando ya se ha producido la avería, pero no se requiere una acción inmediata (reactivo).

Mantenimiento no Planificado: Es el mantenimiento reactivo inmediato. La avería ya se ha producido y se ha de reparar inmediatamente.

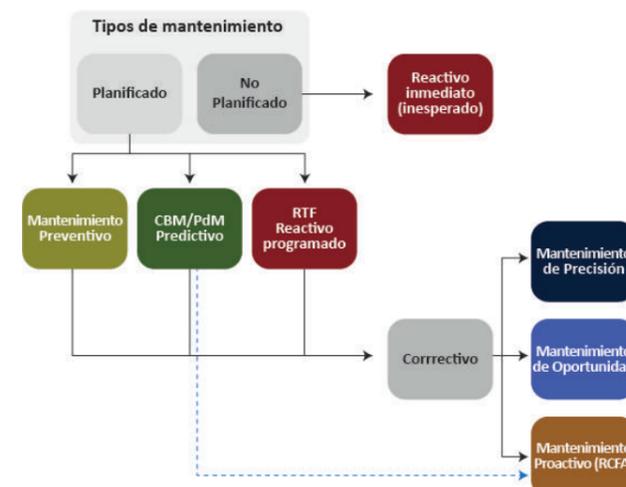


Fig. 1. Esquema de relaciones entre las estrategias de mantenimiento industrial.

Mantenimiento Reactivo

Conocido como “run to failure” o funcionamiento hasta el fallo, consiste en no programar ninguna tarea hasta que la máquina falla.

El mantenimiento reactivo es el tradicional, que se limitaba a actuar como un “taller de mantenimiento”, concebido bajo la idea de crear una gran capacidad humana que pudiese atender a cualquier imprevisto dentro de las plantas industriales. Es decir, como la aparición de la avería era absolutamente imprevisible, era necesario disponer de un equipo humano libre de obligaciones, salvo la propia de actuar en caso de una emergencia. Esta filosofía de “bombero” se conoce en la actualidad como mantenimiento reactivo.

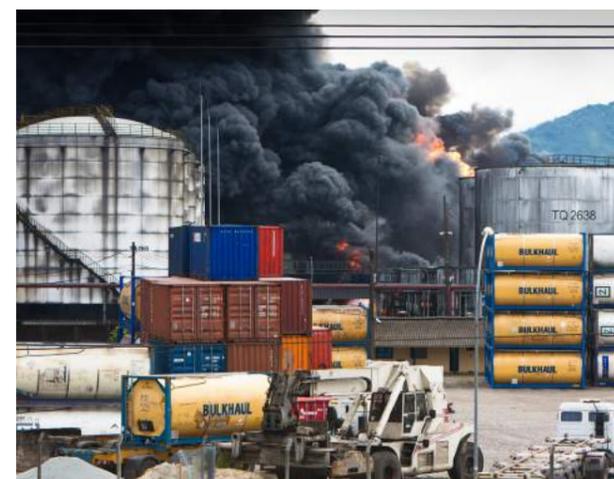


Fig. 2. La estrategia reactiva en el mantenimiento no debe aplicarse a los activos críticos, en los cuales una avería puede tener consecuencias catastróficas.

Podemos definir el mantenimiento reactivo como el mantenimiento efectuado a una máquina o instalación cuando la avería ya se ha producido, para restablecerla a su estado operativo habitual de servicio.

El mantenimiento reactivo puede realizarse inmediatamente tras detectarse la avería o bien programarse en la parada o momento en el cual sea posible la intervención, con el fin de afectar lo menos posible la disponibilidad de la instalación.

La estrategia reactiva en el mantenimiento ofrece las siguientes ventajas:

- Es para muchos componentes la estrategia más eficiente, porque sólo se actúa sobre ellos cuando ya se ha producido una avería, luego la duración útil del componente es mayor que si se aplicase, por ejemplo, una estrategia preventiva con sustituciones de la pieza a intervalos fijos.
- Ahorros en planificación, puesto que las órdenes de trabajo se generan conforme van apareciendo la averías y no se necesita apenas planificación.

El mantenimiento reactivo es adecuado para aquellos activos no críticos donde una avería:

- no afecta a la seguridad,
- no provoca emisiones o vertidos contaminantes,
- no interrumpe o reduce la producción,
- no provoca daños irreversibles en la máquina o costosas reparaciones,
- y no afecta a la calidad del producto fabricado ni a la reputación de la compañía.

En cambio, el mantenimiento reactivo no es adecuado para máquinas críticas o esenciales donde una avería inesperada genere alguna situación inadmisibles de las enumeradas en la lista anterior.

A pesar de que la estrategia reactiva no es adecuada para el mantenimiento de activos críticos, donde una avería puede tener consecuencias inaceptables, todavía hoy es la única estrategia en algunas instalaciones industriales. Nos encontramos casos de mantenimiento reactivo puro en instalaciones cuyo mantenimiento se subcontrata por periodos

cortos o en sectores con una carencia clara de cultura industrial.

Mantenimiento programado según calendario o mantenimiento preventivo (PM)

El mantenimiento preventivo es aquel que programa la sustitución de los elementos de las máquinas de manera periódica. La periodicidad de las intervenciones de mantenimiento se basa en cálculos teóricos o estimaciones de la duración de los componentes que fallan según patrones basados en el tiempo de funcionamiento.

El análisis estadístico de la vida útil de los equipos y sus elementos permite realizar el mantenimiento de las máquinas basándose en la sustitución periódica de estos elementos independientemente del estado o condición de deterioro y desgaste de los mismos. Esta filosofía se conoce como mantenimiento a intervalos fijos o mantenimiento preventivo basado en calendario. Su gran limitación es la incertidumbre a la hora de definir el instante de la sustitución del elemento, puesto normalmente se ignora la enorme dispersión de los datos relativos a la duración de los componentes que en ocasiones se produce y se basa exclusivamente en su valor promedio.

Podemos decir que el mantenimiento preventivo consiste en programar las intervenciones o cambios de algunos componentes o piezas según intervalos predeterminados de tiempo o según eventos regulares (horas de servicio, kilómetros recorridos, toneladas producidas). El objetivo de este tipo de mantenimiento es reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento de una máquina o instalación tratando de planificar unas intervenciones que se ajusten al máximo a la vida útil del elemento intervenido.

El principal objetivo del mantenimiento preventivo es reducir las paradas no planificadas por avería, lo cual es una gran ventaja en los procesos productivos continuos. Pero esta estrategia solamente se recomienda si no existe una manera de conocer el estado de las piezas o componentes a sustituir mediante inspecciones o monitorización continua. Si se sustituyen piezas sólo por el criterio de horas de funcionamiento, corremos el riesgo de programar trabajos inútiles para reparar máquinas que están en perfecto estado y provocar

una situación de riesgo innecesaria, al intervenir máquinas sólo “por que les toca”. Siempre hay que preguntarse cuando programamos una operación de mantenimiento si lo hacemos por “pura inercia” o si realmente reconocemos el valor que genera dicha operación.

La planificación del mantenimiento a intervalos fijos evita algunas averías, pero también provoca otras y además resulta extremadamente cara por:

- la sustitución de componentes en buenas condiciones,
- por la mano de obra asociada a estas intervenciones innecesarias
- y por las consecuencias de las averías provocadas por manipular las máquinas innecesariamente.

Desmontar, volver a montar y ajustar una máquina es una tarea que conlleva un riesgo, puesto que se pueden inducir averías derivadas de estas intervenciones. Muchas compañías consideran inútiles los trabajos de mantenimiento a intervalos fijos cuando se pueda realizar una supervisión del estado de la maquinaria por algún medio, como por ejemplo, la aplicación de las técnicas predictivas.

La estrategia del mantenimiento preventivo se recomienda para aquellos activos con modos de fallo al desgaste, en los cuales una avería tendría consecuencias graves y no es posible definir ningún indicador de supervisión de sus modos de fallo o sí es posible, pero la monitorización tiene un coste superior al beneficio que produce.

Mantenimiento predictivo (PdM) o mantenimiento basado en la condición (CBM)

El mantenimiento predictivo o basado en la condición evalúa el estado de la maquinaria y recomienda intervenir o no, lo cual produce grandes ahorros.

La mayoría de modos de fallo de la maquinaria tienen una evolución lenta. Desde sus etapas incipientes, los fallos en desarrollo emiten mensajes en forma de vibración, ultrasonidos, etc. que son descifrados por los analistas predictivos para determinar el estado de los activos críticos y encontrar el momento óptimo para su reparación.



Fig. 3. Colector de vibraciones con diagnóstico automático FALCON de ACOEM.

El diagnóstico predictivo de maquinaria se desarrolla en la industria en la década que va desde mediados de los ochenta a mediados de los noventa del siglo XX. Actualmente, la estrategia predictiva se aplica a la maquinaria crítica en aquellas plantas que cuentan con programas de optimización del mantenimiento.

El mantenimiento predictivo es un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis de variables para caracterizar los modos de fallo potenciales de los equipos productivos. Su misión principal es optimizar la fiabilidad y disponibilidad de equipos al mínimo costo.

Desde el punto de vista técnico, una actividad de mantenimiento será considerada como predictiva siempre que se den ciertos requisitos:

- La medida sea no intrusiva, es decir, que se realice con el equipo en condiciones normales de operación.
- El resultado de la medida pueda expresarse en unidades físicas, o también en índices adimensionales correlacionados.
- La variable medida ofrezca una buena repetibilidad.
- La variable predictiva pueda ser analizada y/o parametrizada para que represente algún modo típico de fallo del equipo, es decir, ofrezca alguna capacidad de diagnóstico.

Desde el punto de vista organizativo, un sistema de gestión de mantenimiento será predictivo siempre que:

- La medida de las variables se realice de forma periódica en modo rutina.
- El sistema permita la coordinación entre el servicio de verificación predictiva y la planificación del mantenimiento.
- El departamento de mantenimiento (planificación, taller) y producción (operación) estén preparados para reaccionar ante la eventualidad de un diagnóstico que reclame acciones inmediatas.

	Elementos no críticos	Elementos críticos			
		Fallo al desgaste		Fallo aleatorio	
		Todos	Monitorizable	No monitorizable	Monitorizable
Reactivo	Verde	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
Preventivo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
Predictivo	Rojo	Verde	Rojo	Verde	Rojo
Rediseño	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Verde

Fig. 4. Aplicación de las estrategias predictivas en función de criticidad y tipo de fallo.

Actualmente, se pueden encontrar en el mercado sistemas de diagnóstico predictivo de bajo costo y altas prestaciones que reducen considerablemente los costes de explotación de los sistemas de mantenimiento predictivo. En máquinas muy críticas que requieren una supervisión con intervalos cortos entre medidas puede ser más rentable instrumentar la maquinaria para tomar las medidas mediante sistemas automáticos, los cuales miden y procesan parámetros indicadores de los modos de fallo habituales. Los avances en comunicaciones facilitan que la información

fluya desde las máquinas hasta los analistas que interpretan estos datos para generar los informes de diagnóstico predictivo, los cuales indican qué máquinas deberán intervenir, con qué prioridad y en qué plazo. Los sistemas de medida de parámetros de supervisión en continuo reducen los costes de operación de los sistemas predictivos y aumentan en gran medida su fiabilidad, al generarse abundante información de gran calidad a un coste mínimo.

Las técnicas predictivas de mayor implantación son:

- análisis de vibraciones,
- inspecciones termográficas,
- análisis de aceites,
- detección de ultrasonidos,
- análisis de motores eléctricos
- y otras...

Cada una de estas técnicas tiene su aplicación en la detección y diagnóstico de un conjunto determinado de fallos. Cuando dos o más técnicas permiten el diagnóstico de un mismo fallo, se comportan como complementarias y aumenta la fiabilidad del diagnóstico.

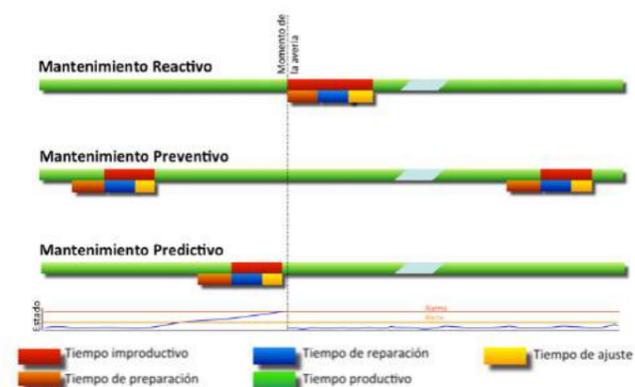


Fig. 5. Impacto de las paradas por intervenciones en las máquinas según una estrategia reactiva, preventiva o predictiva. Con las estrategias preventiva y predictiva el tiempo de preparación no es un tiempo improductivo, puesto que al programarse la reparación ya se conoce sobre qué componentes se ha de actuar y por lo tanto, se preparan los trabajos con antelación.

El análisis de vibraciones es la técnica que aporta más información sobre el estado de la maquinaria rotativa, por lo que ésta suele ser la técnica principal sobre la cual se apoyan la mayoría de los departamentos de mantenimiento predictivo de las plantas industriales. Pero un error

muy frecuente es considerar que el análisis de vibraciones es la única técnica predictiva aplicable en un plan de mantenimiento predictivo y se menosprecian otras técnicas que también aportan una gran capacidad de diagnóstico.

El mantenimiento preventivo a intervalos fijos realiza más intervenciones de las realmente necesarias, por lo cual pierde rentabilidad frente al mantenimiento basado en la condición o mantenimiento predictivo.

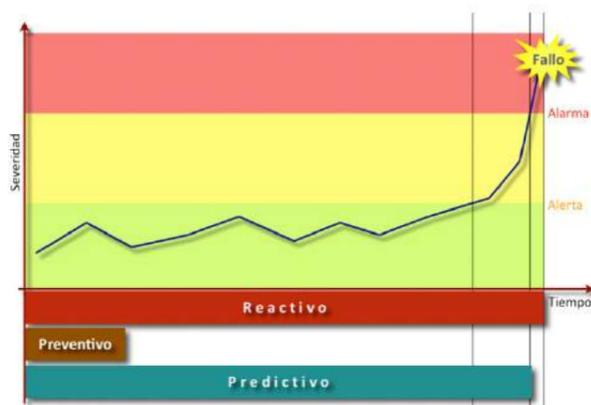


Fig. 6. Al aplicar la estrategia predictiva se puede extender la vida útil de un activo hasta cinco veces más que si se sigue una estrategia preventiva. La estrategia reactiva es la que aprovecha mejor la duración de los activos, pero ignora el riesgo de hacer funcionar una máquina hasta el momento de su avería.

Hay veces que es difícil decidir si una orden de trabajo se origina por Mantenimiento Reactivo o por Mantenimiento Basado en la Condición. Por ejemplo, si en una instalación aparece una fuga de aceite por el deterioro de una junta,

- si la fuga es detectada en una ruta de inspección predictiva, entonces se programaría la reparación mediante una orden de trabajo generada por Mantenimiento Predictivo, en cambio,
- si la fuga es detectada por el departamento de producción o por otro personal de mantenimiento que no estuviese realizando una inspección predictiva, se trataría claramente de una corrección debida a Mantenimiento Reactivo.

Para alcanzar el éxito en la implantación de un plan predictivo se han de tener en cuenta los siguientes puntos:

- Conseguir que el mantenimiento predictivo



Es hora de mejorar su programa de mantenimiento

El detector de ultrasonidos más evolucionado para el mantenimiento predictivo



se considere estrategia de empresa, es decir, que se encuentre dentro de un plan de orden superior de Gestión de Activos, como puede ser la implantación y desarrollo del RCM (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad) o del RBM (Mantenimiento Basado en Riesgo).

- Diseñar un plan para dimensionar los recursos necesarios para implantar con éxito la estrategia predictiva.
- Documentar en unidades económicas los ahorros obtenidos por el cambio de estrategia.
- Si en un año no se han conseguido resultados satisfactorios, tomar las acciones correctivas necesarias.
- Siempre es más sencillo acertar a la primera si nos dejamos aconsejar por expertos que ya hayan cosechado éxitos en otros proyectos similares.

El mantenimiento predictivo o basado en la condición se debe aplicar en aquellas máquinas en las cuales se puedan definir unos indicadores de modos de fallo y se realicen inspecciones de supervisión periódicas que alerten de las necesidades de mantenimiento sobre estos activos. Para definir correctamente qué estrategia de mantenimiento aplicar a cada activo se recomienda realizar un estudio RCM (Reliability Centered Maintenance) sobre los activos productivos de la planta industrial.

Evidentemente, la aplicación de la estrategia predictiva será más interesante en la maquinaria crítica. La manera de identificar la maquinaria crítica en una planta industrial es mediante un análisis de criticidad. Este análisis de criticidad tiene como resultado la lista de activos de la planta ordenados según el RPN o IPR (Risk Priority Number o Índice de Prioridad de Riesgo)

$$\text{RPN} = \text{Frecuencia de ocurrencia} \times \text{Gravedad de las consecuencias} \times \text{Detectabilidad}$$

Criticidad Histórico (MTBF) FMEA Condition Monitoring

Figura 7. RPN, Risk Priority Number o Índice de Prioridad de Riesgo.

La frecuencia de ocurrencia se obtiene del histórico de fallos. La gravedad de las consecuencias se evalúa al analizar qué sucedería si se produjese ese fallo. Y la detectabilidad es un

parámetro que no siempre se tiene en cuenta y es absolutamente clave, pues un modo de fallo detectable y detectado con antelación reduce el riesgo de manera que cambia totalmente el Índice de Prioridad de Riesgo.

Por ejemplo, en un ventilador industrial existen modos de fallo fáciles de detectar como el desequilibrio de masas, fallos en rodamientos o poleas/correas y otros más difíciles de detectar como el desarrollo de grietas en el eje principal.

La gestión optimizada de la planificación del mantenimiento

La planificación del mantenimiento puede gestionarse según averías inesperadas, de manera periódica o basado en la condición del activo.

La programación de las intervenciones de mantenimiento a partir de las averías inesperadas aparecidas es lo que hemos llamado Mantenimiento Reactivo.

La programación de las intervenciones de mantenimiento a partir de intervenciones periódicas según calendario u horas de funcionamiento es lo que hemos llamado Mantenimiento Preventivo.

Y la programación de las intervenciones de mantenimiento en base a la condición de los activos es lo que hemos llamado Mantenimiento Predictivo o Mantenimiento Basado en la Condición.

Por lo tanto, se recomienda el siguiente procedimiento para aplicar alguna de estas tres estrategias de programación del mantenimiento:

Estrategia reactiva:

- Cuando no es posible definir indicadores de fallo para llevar un seguimiento del estado del activo.
- Cuando, a pesar de poderse definir indicadores de seguimiento de los fallos potenciales del activo, sería antieconómica la estrategia predictiva, porque las consecuencias de un fallo no son graves.
- Cuando, a pesar de que la probabilidad de aparición de algún modo de fallo aumente con

el tiempo, las consecuencias de un fallo no son graves y, por lo tanto, tampoco se justifica la estrategia preventiva.

- Cuando los posibles modos de fallo no atienden a patrones de desgaste, es decir, una estrategia basada en mantenimientos periódicos no aumenta la fiabilidad del activo.

Estrategia preventiva:

- Cuando la consecuencia de una avería inesperada es grave y por lo tanto se han de tomar medidas para evitar fallos durante los periodos productivos.
- Cuando no es posible definir indicadores de fallo para llevar un seguimiento del estado del activo.
- Cuando los posibles modos de fallo siguen un patrón de desgaste, es decir, la probabilidad de un fallo es mayor a medida que aumentan las horas de funcionamiento.
- Cuando la intervención de la máquina no puede inducir nuevas averías por errores en el montaje o ajuste.

Estrategia predictiva:

- Cuando la consecuencia de una avería inesperada es grave y por lo tanto se han de tomar medidas para evitar fallos durante los periodos productivos.
- Cuando se pueden definir indicadores de fallo para realizar un seguimiento del estado del activo.
- Cuando el coste de la monitorización es superado por los beneficios derivados de la misma.
- Cuando la intervención de la máquina puede inducir nuevas averías por errores en el montaje o ajuste.

Los responsables del mantenimiento han de realizar los cambios necesarios para conseguir un equilibrio entre intervenciones de mantenimiento reactivas, preventivas y predictivas. Aunque los porcentajes entre ellos difieren de unos tipos de plantas industriales a otras, un objetivo general sería no tener en maquinaria crítica más de un 10-20% de intervenciones por reactivo, aproximadamente un 20-40% por preventivo y el resto (40-60%) por predictivo. La realidad de muchas plantas industriales es bastante diferente, lo cual influye negativamente en la rentabilidad global de la planta (ver figura 8).

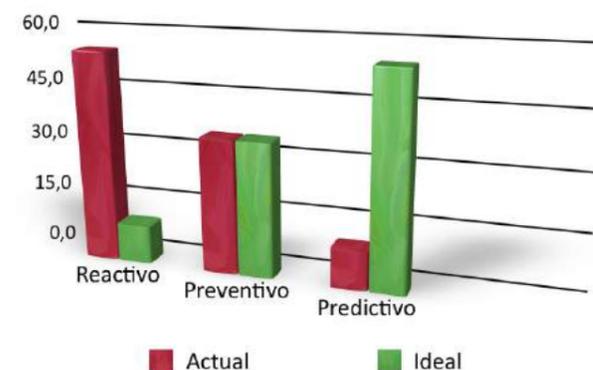


Figura 8. Un objetivo recomendado por expertos en gestión de mantenimiento es no generar más de un 10% de las intervenciones de mantenimiento en maquinaria crítica por reactivo, un 35% por preventivo y un 55% por predictivo.

La nueva norma de Gestión de Activos ISO 55001 apunta a la monitorización de la maquinaria como un pilar imprescindible para conseguir una gestión optimizada de su ciclo de vida. Términos que destaca como el Índice de Salud del Activo (Asset Health Score), pueden conseguirse mediante cálculos estadísticos a partir de datos históricos o mucho mejor a partir de la información derivada de su monitorización.

Nuevas tendencias: La aplicación del IIoT y el Big Data al mantenimiento predictivo en la era de la Industria 4.0

Estamos asistiendo en estos días a la revolución consecuencia del buen uso de los datos generados automáticamente por las propias máquinas.

El concepto de monitorización aplicado a la maquinaria no es nuevo. Lo novedoso en la era de la Industria 4.0 es obtener información útil de manera automatizada de los datos generados por todos los sensores incorporados en las máquinas.

Si los datos que ofrecen los sensores instalados en una máquina, originariamente incorporados exclusivamente para su protección o para la supervisión del proceso comunican la información que generan a una base de datos, donde esos datos se correlacionan entre sí y se diseñan modelos de comportamiento "normales" y "anormales", tendremos la capacidad de

adelantarnos a las averías y programar las intervenciones de mantenimiento en el momento óptimo. La era de las comunicaciones nos trae sensores que hablan en protocolos estándar y facilita que la información se almacene y se trate en potentes servidores donde se aplican algoritmos “busca alertas”. Este es el perfecto caldo de cultivo para que la aplicación de la estrategia predictiva en el mantenimiento industrial avance otro peldaño hacia su universalización.

La gestión optimizada de la programación del mantenimiento reporta las siguientes ventajas:

- Aumento de la disponibilidad de la maquinaria.
- Mejora de la fiabilidad global.
- Reducción del índice de intervenciones/año de los equipos.
- Amplía la duración de servicio de los componentes, solamente se sustituyen cuando comienzan a dañarse.
- Reducción de los riesgos de mortalidad infantil (por errores humanos en las reparaciones), al producirse menos intervenciones de mantenimiento.
- Se evitan las pérdidas de producto por paros en el proceso productivo.
- Reducción del gasto en repuestos, pues el número de intervenciones a lo largo del ciclo de vida del activo puede reducirse hasta a la quinta parte (p.e. en rodamientos).
- Como consecuencia del punto anterior, se reduce la mano de obra.
- Si aprovechamos los datos de la monitorización para establecer un programa de análisis causa raíz de los fallos (RCFA), reduciremos los fallos en general y especialmente los fallos catastróficos.
- Se mejora la calidad del producto fabricado (mecanización, laminación).
- Se aumenta la reputación de la compañía. Menos sorpresas desagradables.
- Se evitan emisiones y vertidos contaminantes.
- Se garantiza el cumplimiento de regulaciones.
- Se impiden penalizaciones por retrasos en las entregas.
- La monitorización tiene como consecuencia la reducción de accidentes y el aumento de la seguridad.
- Menor coste de los seguros industriales, al alcanzar la planta mejores KPIs y, por lo tanto, reducir el riesgo para la compañía aseguradora.

Artículos

Conclusiones

La estrategia predictiva se desarrolla en la industria hace ahora unos 30 años, pero todavía hoy se sigue discutiendo la conveniencia o no de aplicar un modelo como el expuesto en este artículo. Además, muchos intentos de implantación de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo han fracasado por la falta de apoyo de la dirección de las compañías. La visión cortoplacista en la gestión de los presupuestos destinados al mantenimiento impide que se realicen las inversiones necesarias para el desarrollo adecuado de los planes de mantenimiento.

Es responsabilidad de la gerencia y de nadie más que la gestión del mantenimiento se realice de una manera optimizada. El director de planta ha de ponderar cuánto y cómo invierte en mantenimiento para conseguir la fiabilidad deseada para cumplir con los compromisos de producción. Esta responsabilidad del director de planta no se debe delegar al jefe de mantenimiento, puesto que desde la jefatura de mantenimiento es tremendamente difícil realizar las inversiones y los cambios necesarios para implantar la estrategia preventiva-predictiva.

Es un hecho que un alto porcentaje de implantaciones de planes predictivos fracasan. Los motivos son varios y fundamentalmente se deben a fallos en la gestión empresarial. Aunque se ha escrito mucho sobre los motivos de los fracasos en la implantación de la estrategia predictiva, todos estos motivos se derivan de una falta de estrategia, compromiso y cultura de la compañía.

Las compañías que no sigan prácticas de Excelencia Operacional, desaparecerán. La única manera de competir contra países con mano de obra más económica es mediante la automatización y optimización de la gestión de los procesos y del mantenimiento de los medios de producción. ■

Autor:

[Francisco Ballesteros Robles](#)

Director del Área de Predictivo - Preditec (Grupo Álava)

Palabras clave:

Estrategia predictiva, mantenimiento predictivo, RCM, gestión del mantenimiento.

Preconcerto

Predictive Maintenance Manager



preconcerto.com

La importancia de la gestión de activos. (ISO 55000)

Javier Arias Martos

Los activos productivos dentro de la compañía

Financieramente hablando podríamos definir como activos productivos todos aquellos activos de la empresa que tienen la capacidad de generar beneficio. Si estamos hablando del sector industrial, entonces estos activos productivos suelen ser, en su gran parte, máquinas y equipos que participan activamente dentro de la cadena de producción, ya sea fabricando producto acabado o bien contribuyendo a su fabricación.

Teniendo en cuenta esta definición es fácil adivinar la importancia que este tipo de activos pueden tener dentro del balance contable de una compañía.

El inconveniente de estos activos es que para justificar su rentabilidad se debe de garantizar un funcionamiento duradero e ininterrumpido en el tiempo sin variar los estándares de calidad del producto que procesan o fabrican y este correcto funcionamiento se verá afectado por factores como el deterioro de sus componentes o la obsolescencia.

Es por esta razón que la gestión eficaz y eficiente de los activos y la optimización de su mantenimiento garantizará la rentabilidad de su inversión y aumentará los beneficios de la empresa.

Gestión de activos (ISO 55000)

Visto el importante papel que juegan los activos en el negocio de las diferentes compañías era de

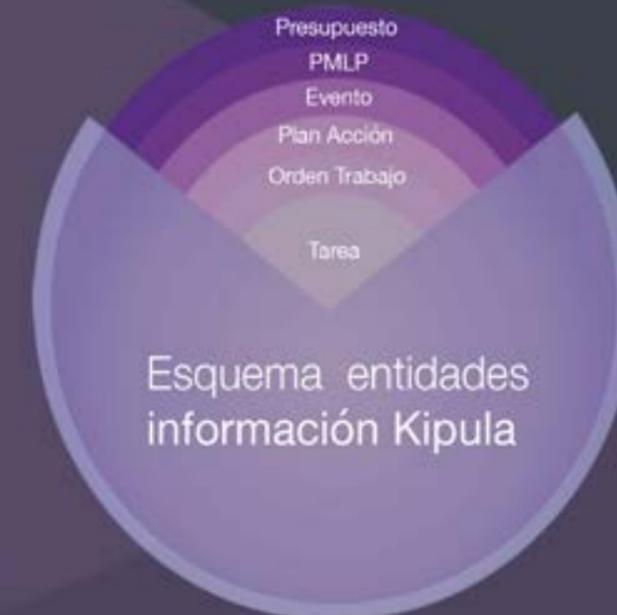
esperar que tarde o temprano apareciese una norma ISO que regulase la correcta gestión de éstos. En resumidas cuentas lo que nos viene a decir esta norma es que mantengamos controlado el riesgo, es decir, que se gestione toda la información relativa al transcurso de la vida de los activos en cuestión, de forma que se integre con los demás sistemas de información de la organización con el objeto de obtener datos útiles para tomar decisiones.

Esta integración de toda la información relativa al ciclo de vida de los activos permitirá optimizar su mantenibilidad incrementando así su fiabilidad y, por lo tanto, asegurando su rentabilidad. A estos beneficios se puede añadir la reducción en costes de operación y el aumento en la garantía de calidad del producto acabado.

Actualmente existen en el mercado plataformas diseñadas específicamente bajo la norma ISO 55000 que permiten realizar esta correcta gestión de los activos utilizando información que ya se está recogiendo mediante otros sistemas en planta y comunicándose bidireccionalmente con éstos para poder disponer en una misma pantalla de toda la información útil para la gestión.

Aunque los perfiles técnicos sean los principales servidores de información para este tipo de plataformas, el verdadero beneficio reside en la visibilidad de los datos mediante informes resumidos para los perfiles directivos. Invirtiendo muy poco tiempo se puede acceder a información tan útil como el número de equipos cerca de su obsolescencia, el porcentaje de presupuesto

Mejorando la gestión de activos



Herramienta avanzada de Gestión de Activos Físicos

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



KIPULA^{1.0}

consumido por determinadas líneas de producción o la identificación de máquinas con sobremantenimiento, entre otros muchos informes configurables a las necesidades de cada departamento.

El objetivo último de esta gestión es optimizar los procesos de adquisición, operación, mantenimiento y eliminación de los activos pertenecientes a una misma compañía.

¿Cómo empezar?

Empezar un proceso de gestión de activos según la norma ISO55000 no es una tarea muy compleja pero sí metódica y que requiere de la participación de todos los organismos y departamentos implicados en la dirección de la compañía. El primer objetivo no debería de ser obtener la certificación sino aspirar a mejorar los procesos internos y la gestión de los activos valiosos para el negocio. Certificarse será algo que vendrá como consecuencia de esto.

En primer lugar se debe realizar un análisis de criticidad para identificar aquellos activos que pueden generar más costes o que, por lo contrario, pueden dejar de generar más beneficio ya sea porque los costes energéticos sean muy elevados, porque puedan deteriorar la materia prima o porque puedan generar problemas medioambientales o de seguridad, entre otros muchos factores que cada industria tendrá identificados.

El siguiente paso será entonces definir la estrategia y los objetivos para esta gestión alineándolos con los de la propia organización para que la implantación pueda tener éxito. Estos objetivos descienden en cascada a cada uno de los departamentos donde se llevarán a cabo las diferentes acciones de mejora.

La gestión de activos requiere de una mejora continua ya que las condiciones de nuestro entorno cambian constantemente y, por tanto, también lo hará la criticidad de cada uno de ellos. Establecer bien un conjunto reducido de KPIs es imprescindible para realizar el seguimiento y la evaluación de esta gestión e identificar los puntos de mejora año tras año para la correcta asignación de objetivos.

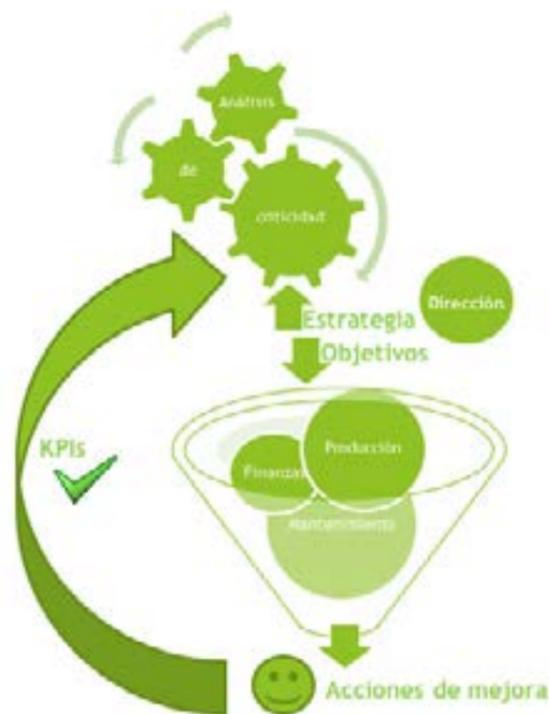


Fig. 1. Acciones de mejora.

Algunos de los KPIs más utilizados son el coste de mantenimiento por unidad producida, tiempo entre orden de trabajo y consecución o disponibilidad de los activos productivos.

Beneficios de su implantación

Afortunada o desafortunadamente nos toca vivir una época de constante cambio donde los precios están predefinidos por el mercado y cada vez es más difícil competir. Aquellas empresas que sepan optimizar sus procesos al máximo serán las que consigan ser más competitivas y por lo tanto más rentables.

La norma ISO 55000 precisamente se enfoca en identificar estas desventajas y actuar sobre ellas garantizando que la compañía gestiona sus activos de la forma más eficiente posible aumentando la rentabilidad de éstos.

Desde el punto de vista de la atracción de inversión, esta norma desvela a los accionistas la correcta y eficaz gestión de sus activos y ofrece garantías sobre el correcto estado de los motores productivos del negocio por lo que pronto se convertirá en un indicador más a tener en cuenta dentro del mercado bursátil así como pudiera serlo la liquidez de la compañía.

A día de hoy ya existen compañías que se están beneficiando de su correcta implantación y cada vez son más los interesados que comienzan a dar los primeros pasos en busca de estos beneficios por lo que se augura un éxito parecido al de otras normas como la 9000 o la 14000. ■

Javier Arias Martos

Desarrollo de negocio predictivo, Preditec (Grupo Álava).

Palabras clave:

Gestión de activos, ISO 55000, activos productivos, acciones de mejora.

Colaboraciones



Jorge Asiain, CEng

Socio-fundador de AlterEvo Ltd.
Profesor en Universidad Europea

La gestión de activos físicos es un elemento fundamental para asegurar la competitividad de las organizaciones que generan valor mediante la utilización de estos activos, pero además resulta una herramienta importantísima para la toma de decisiones relacionadas con las finanzas corporativas. La norma ISO 55000 proporciona un marco que permite llevar a cabo una gestión eficaz de los activos y, por lo tanto, da confianza a todas las partes interesadas tanto internas como externas.



Luis Felipe Sexto (Ing. M.Sc)

Management Consultant
Radical Management

La novedosa familia de normas internacionales ISO 55000 ofrece un marco para establecer los requisitos de un Sistema de Gestión de Activos en la empresa. Llega luego de cuatro décadas desde el gran último intento normativo relacionado con la gestión de activos propuesto por la terotecnología, nacida en el Reino Unido. Con la ISO 55001 tenemos un estándar internacional certificable que se preocupa de llevar a la práctica el "enfoque de sistema para la gestión" durante todas las fases del ciclo de vida de nuestros activos empresariales.

El artículo de Javier Arias resulta oportuno, justo porque trata de brindar, en modo sucinto, unos pocos argumentos contundentes para emprender el camino de una siempre mejor gestión de activos físicos en nuestras empresas.

Relacionar la rentabilidad de la inversión en activos, con la calidad, la eficiencia, la competitividad misma de la empresa, debería despertar la visión tan necesaria hoy, para navegar con éxito en el inmenso y tormentoso mar de las relaciones mercantiles actuales. La aplicación de la familia de normas ISO 55000 puede significar, en el ámbito de la gestión de activos, ese faro necesario para no perder el rumbo.



Rosa Mª Nieto Prieto

Directora de Gestión de Activos
Enagás

Enagás en todas sus instalaciones, ha implantado un modelo de gestión de activos basado en las mejores prácticas y estándares de referencia, teniendo como marco de referencia la ISO 55001 y contando actualmente con la certificación ISO 9001. Este modelo tiene como objetivos garantizar la máxima disponibilidad de las infraestructuras, la seguridad de las instalaciones, personas y medio ambiente y la optimización de costes. Es un modelo basado en la gestión de los riesgos que busca la excelencia operacional mediante la mejora continua.

Este modelo se ve refrendado por los buenos resultados obtenidos año tras año en los distintos benchmarking en los que Enagas participa, lo cual es prueba de la solidez y eficiencia de un modelo de gestión basado en ISO 55001.

Este modelo de gestión de activos ha de comprender todo el ciclo de vida de los mismos, y estar basado en dos pilares fundamentales, integridad de los activos y mejora en la eficiencia de la gestión.

Cómo monitorizar gran cantidad de puntos a un precio razonable.

Marta Alberdi Jiménez

El presente artículo pretende tratar sobre las funcionalidades que puede tener un sistema de **monitorizado en continuo**.

El propósito es que se conozcan las opciones que ofrece el mercado actual para poder adaptarnos al caso de necesitar monitorizar maquinaria con gran cantidad de puntos, algo que a priori parece difícil de justificar económicamente.

Cuando hablamos de monitorización en continuo nos viene a la mente la maquinaria más crítica que podemos conocer, la turbomaquinaria. En este caso, vamos a dejar de lado esta tipología, en la que el simple hecho de tener que disparar una máquina en cuestión de milisegundos puede ser crucial para evitar una avería catastrófica.

Cuando nos ponemos ante el reto de monitorizar máquinas con gran cantidad de apoyos nos deberíamos preguntar qué funciones son imprescindibles y qué funciones son deseables para el sistema que quiero implementar.

Pensemos en máquinas de procesos continuos, con gran cantidad de apoyos susceptibles de ser monitorizados: máquinas de papel, impresoras, procesos de laminación, transportes, etc. Pensemos también en grúas que, aunque es un proceso no continuo, también cuentan con gran cantidad de puntos.

Obviamente, antes de empezar con el trabajo de definición de funciones, debo haber realizado un análisis de criticidad y un análisis de modos de fallo y efectos (FMEA), donde defino qué puntos son susceptibles de monitorización conociendo



Fig. 1. Máquina de papel.

los fallos que pueden ocurrir, qué efectos puede tener el fallo y si puedo asumir ese riesgo o no. En el punto anterior también he definido qué técnicas predictivas detectan los fallos de estas máquinas: vibraciones, temperatura, análisis de aceite, etc.

Para este tipo de máquinas vamos a considerar dos variables principalmente, vibraciones y temperatura. Con estos parámetros puedo conocer el estado mecánico de los puntos que "sensorice", principalmente rodamientos y, en algunos casos, cajas de engranajes. Estos componentes se encontrarán principalmente en los accionamientos y en los apoyos de los rodillos.

Beneficios

Como todo sistema de mantenimiento basado en la condición, se pretenden unos beneficios en el medio plazo:

- Aumento de la fiabilidad y, por tanto, de la disponibilidad de la máquina
- Disminución de las tareas de preventivo (basado en el calendario)
- Disminución de los repuestos que necesito disponer en planta
- Aumento de la calidad del producto final
- Disminución de los vertidos contaminantes
- Menor número de averías catastróficas
- Mejora de la eficiencia energética
- Disminución del coste de la póliza del seguro

Se trata de un cambio de concepción, la máquina falla menos y puedo planificar las paradas con antelación, no me pillan por sorpresa. Es mantenimiento quien llama a producción y no al contrario. En resumen, la máquina está trabajando más horas porque solo hay que detenerla en los momentos adecuados, cuando no se necesita de su trabajo.

La idea es, con el tiempo, evitar las tareas de preventivo que se estaban realizando y no aportaban valor. Si un fallo es aleatorio, no va a dejar de ocurrir porque modifique los componentes periódicamente. Es más, con el preventivo basado en el calendario estoy añadiendo el factor humano como posible causa del fallo. Es ampliamente conocida la curva de la bañera o los datos de mortalidad infantil tras una revisión de maquinaria. En resumen, lo que está bien, mejor no tocarlo.



Fig. 2. Curva de la bañera.

Si la confianza que tengo sobre mis máquinas va en aumento y tengo tiempo suficiente de planificar la intervención sobre la misma puedo prescindir de algunos repuestos, disminuyendo gastos de almacén, etc.

Por supuesto, si se tiene mayor control sobre el estado de la máquina, se evitan averías

catastróficas, vertidos contaminantes y se mejora la eficiencia energética, al estar funcionando la máquina siempre en condiciones óptimas.

Las aseguradoras son conocedoras de las técnicas predictivas y de los sistemas de monitorizado en continuo y los valoran positivamente, ya que prefieren asegurar a una empresa que tiene control sobre sus activos físicos y no a una que los deja al fallo.

Calidad del producto acabado

En cuanto a la calidad del producto, me gustaría detenerme algo más. Para el tipo de máquinas que estamos tratando de proceso continuo esta puede ser una razón de peso para decidir implementar un sistema de monitorizado de la condición. Incluso se está viendo como departamentos de calidad se están preocupando por conocer el mercado de los sistemas de monitorizado para su propio beneficio, más allá de lo que se pueda relacionar con tareas de mantenimiento y fiabilidad.

Imaginemos una impresora industrial que necesita una precisión milimétrica para que sus impresiones sean de la nitidez requerida. En este caso, cualquier vibración inducida o fuera de los niveles aceptados dejará el producto inservible.

Existe la posibilidad de conocer cómo vibra cada punto y tener un aviso cuando algún punto supera los niveles establecidos. Esto realmente es el alma de un sistema de monitorización, que el sistema avise cuando hay una desviación de un parámetro respecto de unos niveles prefijados. Si en todo momento los valores se encuentran dentro de los límites, la calidad estará asegurada.

Funciones imprescindibles y deseables

El desarrollo de los sistemas de monitorización low cost, el procesado más rápido de los datos, la integración de los sistemas de monitorizado con otros sistemas de planta, el software mejorado, etc.

Los sistemas de monitorizado han evolucionado enormemente en los últimos años, han pasado de ser un lujo permisible únicamente para unos pocos y en unas condiciones muy determinadas a ser algo extensible y planteable en situaciones

muy diversas. Es por ello que muchos sectores se están sumando y planteando aplicaciones de este tipo, las razones tal y como se ha expuesto anteriormente pueden ser bien variadas, pero el objetivo es claro, control.



Fig. 3. KPIs, OEE.

Históricamente se ha hablado de las siguientes funciones para un sistema de monitorizado de condición: protección, supervisión y diagnóstico. Gracias a la protección se puede disparar (o mandar disparar) la máquina por nivel de vibración, temperatura o el parámetro que corresponda.

Gracias a la supervisión de tendencias se puede generar un histórico fiable de cada máquina en concreto, ajustando las alarmas a lo largo del tiempo.

Añadimos también la función de supervisión avanzada, que permite el seguimiento de tendencias de cada modo de fallo: desequilibrio (1X), desalineación (2X), etc.

Gracias al diagnóstico se puede definir con fiabilidad cuál es el modo de fallo en desarrollo (desequilibrio, desalineación, fallo en la pista externa de un rodamiento, etc.), así se puede atacar directamente al fallo e incluso se puede eliminar la causa raíz que produjo ese problema para evitar que se vuelva a producir en el futuro.

Para que quede clara la diferencia, cuando se habla de supervisión se hace referencia a valores escalares, por ejemplo temperatura en °C o vibración en mm/s. Cuando se habla de diagnóstico se pasa al dominio de la frecuencia,

formas de onda y espectros. La supervisión avanzada sería un punto intermedio, ya que trabaja con valores escalares pero dentro de bandas de frecuencia.

Para la supervisión y seguimiento de tendencias es muy importante asegurar la repetibilidad de las medidas y, no hay mejor manera de asegurar que las condiciones son las mismas, que teniendo los sensores instalados de manera permanente. De esta forma también evitamos problemas de acceso a las máquinas por temas de seguridad u operación.

Más funciones que pueden aportar valor para nuestro caso de monitorización:

Multitécnica. Existen sistemas que permiten que un mismo sensor mida un valor de vibración y otro de temperatura en carcasa.

Multiparámetro. Existen sistemas que permiten que un mismo sensor mida un valor de vibración en velocidad mm/s RMS y otro en aceleración en g. Esto me permite discernir entre fallos en baja/media/alta frecuencia. Con conocimientos básicos de teoría de vibraciones se puede saber qué tipos de fallos se desarrollan más habitualmente en cada banda de frecuencia, esto se puede utilizar como un indicativo inicial del tipo de fallo que puede estar en desarrollo.

Comunicación con el DCS. Los protocolos digitales de comunicación nos permiten llevar de manera segura, rápida y económica gran cantidad de datos al sistema de control. No es habitual poder disponer de una persona que esté pendiente del sistema de monitorizado en todo momento, pero sí se dispone de personal visualizando datos continuamente en sala de control.

Visualización local. Pese a llevar los valores al sistema de control, existen sistemas que permiten pantallas de visualización a pie de máquina donde ver valores, tendencias, alarmas, poder cambiar configuraciones, etc. Esto puede ser de utilidad para los operarios que hagan rondas por las máquinas.

Funciones de diagnóstico a precio de supervisión

Como se puede imaginar, el coste de los sistemas varía según las funciones que requiramos.



SERVICIOS AVANZADOS DE DIAGNÓSTICO
Llegamos hasta donde haga falta, para
diagnosticar tu maquinaria

preditec.com



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



Fig. 3. Sistema online con salidas BNC montado a pie de máquina.

Para diagnosticar un fallo concreto en desarrollo no hay nada más fiable que el análisis de las gráficas pertinentes por parte de un analista cualificado. Esto no quiere decir que para cualquier aplicación necesite un sistema que esté recogiendo espectros en todo momento y que sea capaz de mostrarlos en tiempo real. La información dinámica de los acelerómetros siempre es recogida por los mismos, esta información se puede extraer si el sistema de monitorizado dispone de salida BNC para conexión de colectores/analizadores de

vibraciones (de cualquier marca). De este modo, si dispongo de un colector portátil de datos, añadido puntualmente funciones de diagnóstico a mi sistema de monitorizado en continuo, que a priori solo tenía funciones de supervisión de parámetros escalares.

Los sistemas que solo supervisan valores escalares son más económicos que los que, además, permiten recoger espectros y formas de ondas. De cualquier modo hay que valorar en cada caso qué puede ser más conveniente.

En el caso que estamos comentando el sistema de monitorización se comporta como un avisador y, en caso de alerta/alarma, se realiza la recogida de datos manualmente con un equipo portátil para un diagnóstico del fallo concreto. Es decir, con el equipo de monitorizado en continuo estoy alerta de que un fallo está en desarrollo y, con el equipo portátil, voy a definir cuál es el fallo concreto para actuar en consecuencia. Imagínense el potencial de este procedimiento para sustituir las rutas periódicas que se realizan con equipos portátiles, pudiéndose eliminar la parte sencilla y tediosa del trabajo (toma de datos), permitiendo invertir nuestro tiempo en la parte que aporta valor (realización del diagnóstico predictivo).

Es aquí donde llegamos a otra de las cuestiones importantes, teniendo en cuenta que a día de hoy no existen sistemas tan inteligentes como se nos

intenta hacer creer, la cuestión es si se dispone de capacidad de diagnóstico en las corporaciones o se subcontrata. La ventaja hoy en día es que con las tecnologías que nos rodean es muy sencillo poder subcontratar la capacidad de diagnóstico en remoto, de hecho existen centros especializados en ello. Las conexiones tanto por cable (Ethernet, FO) como inalámbricas (3G, Wifi) nos permiten conectarnos a sistemas independientemente de su ubicación, a través de la red de planta o por fuera de ella.

Conclusión

Ante el reto de tener que justificar económicamente la monitorización de un elevado número de puntos, planteamos las siguientes preguntas:

¿Es permisible el paro de cualquiera de los equipos monitorizados sin que ello repercuta en el paro de la máquina?

¿Es importante el hecho de tener control en continuo sobre cada uno de los puntos monitorizados? ¿Es asumible que alguno de esos puntos se salgan del rango permitido?

¿Mejora la seguridad y fiabilidad de la toma de datos por estar los sensores instalados de forma permanente?

La cuestión es hacer nuestros números en cada caso, pero parece evidente que ganamos mucho. La inversión principal en el caso tratado es la de la propia instrumentación de máquina, no la del sistema de monitorizado como tal. Es nuestra decisión si a una máquina, que debería estar instrumentada solo por cuestiones de seguridad en la toma de datos, queremos añadirle funciones de monitorizado en continuo por un pequeño extra en la inversión. Igualmente valoraremos las opciones que existen actualmente de supervisión y diagnóstico en remoto desde centros de control especializados y las de integración en otros sistemas de planta. ■

Marta Allberdi

Desarrollo de Negocio Predictivo, Preditec (Grupo Álava).

Palabras clave:

Monitorizado en continuo, Cloud Monitoring, Condition Monitoring, Sistema online.



Fig. 4. Arquitectura.

Realizar un diagnóstico fiable nunca fue
¡tan fácil!



OneProd
 FALCON

Destacados

Achuchones que son amores

Grupo Álava celebró la Navidad apoyando la nueva UCI Aladina con un generoso donativo.

La empresa ha propuesto a los empleados colaborar subiendo su achuchón preferido a las redes sociales. Por cada fotografía que los trabajadores suban, la empresa les hará llegar una pulsera solidaria.

Los clientes del grupo también podrán conocer la iniciativa gracias a la felicitación navideña diseñada para la campaña.

Una acción social donde cada achuchón cuenta ya que con esta colaboración se conseguirá múltiples mejoras para esta necesitada área infantil e iluminar las caras de los más pequeños. Este acto

tan sencillo facilitará a la nueva UCI Aladina de una mejor tecnología y comodidades para atender a los más de 800 niños gravemente enfermos cada año.

Desde Grupo Álava te animamos a participar en este precioso proyecto fotografiando tu achuchón solidario y compartiéndolo en las redes sociales con los hashtags:

#ALADINAGRUPOALAVA
#ACHUCHONGRUPOALAVA
#ACHUCHONALADINA

Necesitamos muchísimos achuchones para conseguir iluminar de sonrisas el Hospital Niño Jesús de Madrid.



José Alfonso Antonino, galardonado por la Academia de Ingeniería

Nuestro colaborador como profesor en uno de los cursos que ofrecemos desde Preditec, José Alfonso Antonino, ha recibido la Medalla Juan López de Peñalver de la Real Academia de Ingeniería por su trabajo como investigador en el campo del diagnóstico de motores eléctricos industriales.

José Alfonso Antonino desempeña su actividad científica en el Instituto de Tecnología Eléctrica (ITE-UPV) y es docente en el Departamento de Ingeniería Eléctrica, donde trabaja en el desarrollo de nuevas técnicas para la detección precoz de averías y anomalías en el campo de los motores eléctricos que pasan desapercibidas para las técnicas clásicas y pueden provocar falsos diagnósticos en grandes motores.



Fig 1. José Alfonso Antonino. Medalla Juan López de Peñalver

Preditec e IK4-TEKNIKER se alían para ofrecer servicios de formación en el ámbito de la lubricación industrial

El acuerdo, que arranca en 2017, tiene el objetivo de ampliar la oferta formativa de la empresa aragonesa y estrechar la colaboración entre ambas entidades

La alianza permitirá al centro tecnológico vasco asociarse a una compañía de referencia en el ámbito de la inspección, el mantenimiento, la asistencia y la fiabilidad.

(Eibar, enero de 2017).- La compañía aragonesa especializada en el análisis de vibraciones Preditec incorporará a su oferta de servicios en 2017 los cursos de formación especializados en mantenimiento y lubricación industrial que el centro tecnológico vasco **IK4-TEKNIKER** imparte a través de su división **Lubrication Management**.

Lubrication Management es la marca que representa los servicios tecnológicos avanzados de IK4-TEKNIKER en el campo de la gestión integral de la lubricación y está compuesta por servicios de análisis de aceites lubricantes, asesoría en la

gestión global de la lubricación, diagnóstico de causas de fallo y formación y training.

El acuerdo de colaboración suscrito por ambas entidades es de carácter indefinido y tiene el objetivo de ampliar la oferta de la firma aragonesa en materia formativa, así como estrechar los vínculos del centro tecnológico con una empresa referente en el ámbito de la inspección, el mantenimiento, la asistencia y la fiabilidad.

“Mediante el establecimiento de este marco de colaboración Preditec cubrirá la demanda de formación y servicios en el área de la lubricación, mientras que nosotros podremos fortalecer nuestro vínculo con una empresa líder en el área del análisis de vibraciones”, precisa el Subdirector de Servicios Tecnológicos de IK4-TEKNIKER, Jorge Alarcón.

En virtud del acuerdo, los expertos de Lubrication Management ofrecerán a lo largo del año una serie de seminarios de tres días de duración que abordarán aspectos como la lubricación



para maquinaria de clase mundial, la gestión de un programa de lubricación o el análisis de las partículas de desgaste y degradación de aceites. Los cursos, que se impartirán tanto en Zaragoza como en las instalaciones del centro tecnológico en el municipio guipuzcoano de Eibar, tienen el objetivo de profundizar en el conocimiento de la gestión de la lubricación como un elemento clave para llevar a cabo estrategias de mantenimiento predictivo que permitan alargar la vida útil de los equipos.

La progresiva sofisticación de los lubricantes ha convertido estos compuestos no solo en un elemento esencial para garantizar un correcto funcionamiento de la maquinaria, sino también en productos que permitan detectar fallos y llevar a cabo una monitorización del estado de los equipos. Dentro de esta disciplina, IK4-TEKNIKER es un referente internacional en tareas de mantenimiento, en el análisis de aceites y fluidos industriales, en la confiabilidad del producto, en la monitorización y en la adquisición de la información y el soporte a la toma de decisiones.

Sobre IK4-TEKNIKER

Con más de 30 años de experiencia en la investigación en tecnología aplicada y en su transferencia a la empresa, IK4-TEKNIKER ha alcanzado un alto grado de especialización en

cuatro grandes áreas (Fabricación Avanzada, Ingeniería de Superficies, Ingeniería de Producto y TICs), lo que le permite poner su tecnología de vanguardia al servicio de las necesidades de los clientes.

Más información

IK4-TEKNIKER | Itziar Cenoz
 Itziar.cenoz@tekniker.es | Tel. 943 256 929
 GUK | Javier Urtasun
 urtasun@guk.es | Tel. 637 273 728

Preditécnico

Blog Preditécnico

Información y noticias de actualidad sobre mantenimiento predictivo y fiabilidad



preditecnico.com

Formación

¿Por qué asistir a cursos de Preditec?



1. Porque en Preditec estamos convencidos de que la formación es esencial para garantizar el éxito en cualquier actividad. Hemos formado en nuestra historia a más de 5000 técnicos de mantenimiento, tanto en nuestro país como internacionalmente.
2. Porque desde hace unos años Preditec ha invertido y sigue invirtiendo para la mejora continua de sus aulas de formación, medios audiovisuales y documentación, todo ello reconocido por los alumnos con una excelente calificación obtenida a través de los cuestionarios de satisfacción con una nota media superior a 8,8 puntos.
3. Porque Preditec dispone de hoy con los mejores formadores que cuentan con una dilatada experiencia en mantenimiento que les permite transmitir a los alumnos sus vivencias pasadas y presentes puesto que siguen activos en ingeniería de mantenimiento y fiabilidad.
4. Porque en Preditec podemos afirmar que disponemos de la mejor oferta formativa en mantenimiento y de ser la empresa de formación número uno en España en este sector.
5. Porque en materias como la medida y análisis de vibración estamos capacitados por Mobius Institute para impartir cursos con certificación ISO 18436-2. Y seguimos trabajando para poder ofrecer certificación en otras disciplinas.
6. Porque asistir a nuestra formación certificada, no solamente mejora el curriculum vitae del alumno, sino que también habrá retenido, aprendido y comprendido unos conocimientos que podrá desarrollar en su profesión para poder obtener unas mejoras en su actividad.

**Datos extraídos de encuestas realizadas a nuestros alumnos desde el año 2010*



Oferta de cursos

Febrero

- Certificación de analista de vibraciones categoría I (ISO 18436 2)
- Certificación de analista de vibraciones categoría II (ISO 18436 2)
- Mantenimiento Lean y TPM
- Curso de diseño de sistemas de monitorizado por vibraciones

Marzo

- Lubricación de maquinaria de clase mundial (FML)
- Fundamentos de gestión de activos (ISO 55000)
- Mantenimiento predictivo en programas RCM
- Curso análisis de vibraciones básico

Abril

- Curso análisis de vibraciones avanzado
- Análisis de causa raíz y procesos FRACAS

Mayo

- Certificación de analista de vibraciones categoría I (ISO 18436 2)
- Curso práctico de inspección termográfica: aplicaciones y resultados
- Análisis de aceite aplicado al mantenimiento y fiabilidad
- Certificación de analista de vibraciones categoría II (ISO 18436 2)
- Técnicas de mantenimiento predictivo de motores eléctricos
- Diseño del Programa de Lubricación en Planta (PLP)

Junio

- Certificación de analista de vibraciones categoría III (ISO 18436 2)
- Ingeniería de Fiabilidad y RCM

Septiembre

- Lubricación de maquinaria de clase mundial (FML)

Octubre

- Certificación de analista de vibraciones categoría I (ISO 18436 2)
- Curso práctico de captación y detección de ultrasonidos
- Curso práctico de alineación
- Mantenimiento predictivo en programas RCM
- Curso práctico de inspección termográfica: aplicaciones y resultados
- Diseño del Programa de Lubricación en Planta (PLP)

Noviembre

- Certificación de analista de vibraciones categoría II (ISO 18436 2)
- Curso de especialización para usuarios del software predictivo EMONITOR
- Mantenimiento Lean y TPM
- Curso de especialización para usuarios del software predictivo Machinery Health Manager
- Análisis de aceite aplicado al mantenimiento y fiabilidad
- Curso análisis y diagnóstico de vibraciones en turbomaquinaria
- Curso de especialización para usuarios de tecnología Adash
- Curso análisis de vibraciones básico

Diciembre

- Curso análisis de vibraciones avanzado
- Curso de especialización para usuarios de tecnología OneProd XPR-300



Enero	Febrero	Marzo	Abril
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
Mayo	Junio	Julio	Agosto
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31



Plataforma de información predictiva



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

Más información en preditec.com · info@preditec.com