

# Preditécnico

## Artículos destacados

Desarrollo de modelos predictivos adaptados a los nuevos ecosistemas digitales de mantenimiento industrial

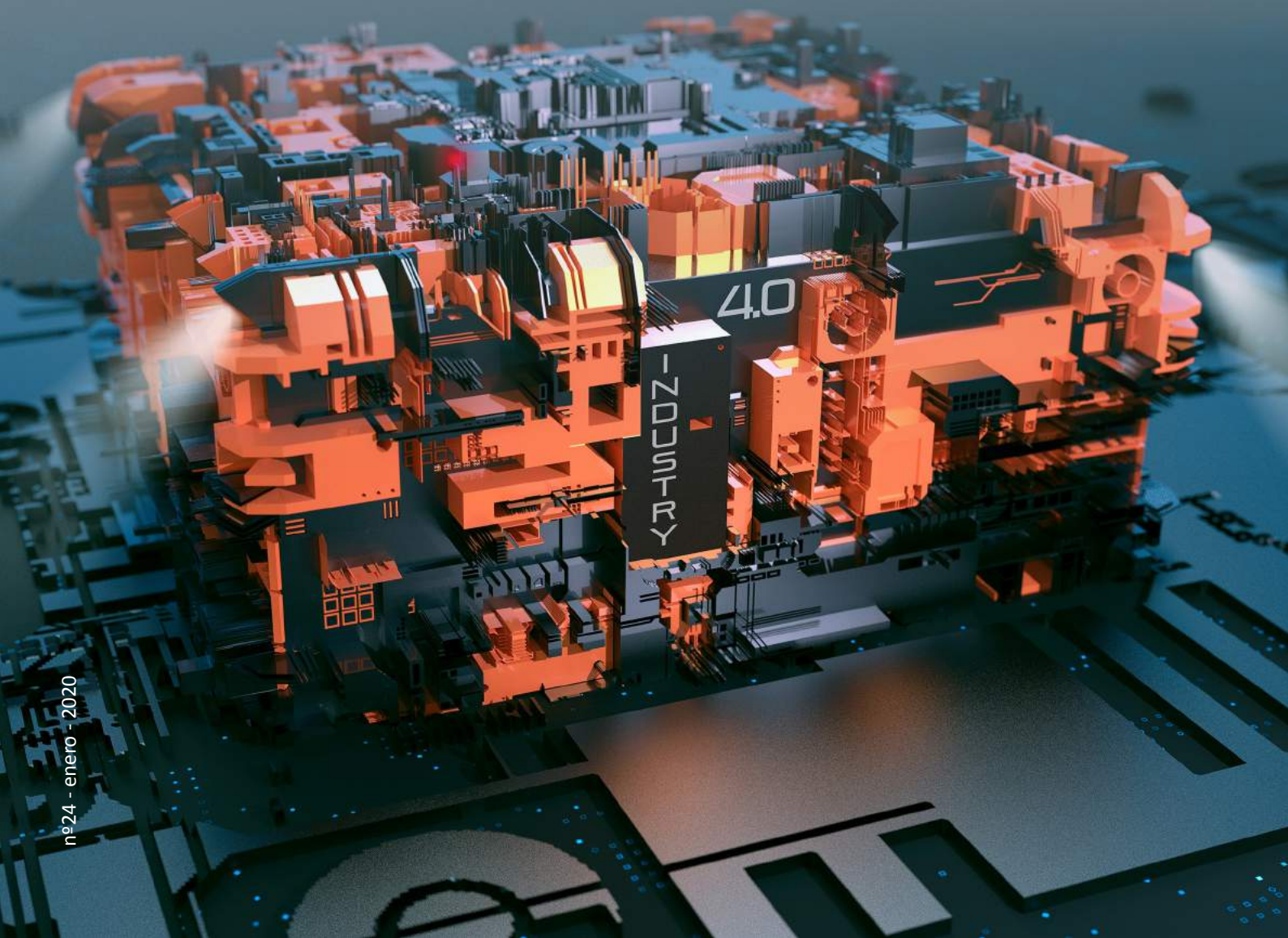
Álvaro García García

Gestión de activos físicos

Antonio Muñoz Bernabé, Guillermo Sueiro y Hernán Sadorín

El viaje de la transparencia a la inteligencia

Alberto Vicente Hernández





nº24 - enero - 2020  
Edita: Preditec | Grupo Álava  
ISSN 2254-5557 | [www.preditec.com](http://www.preditec.com)

**Directora editorial:**  
Laura Vega

**Diseño, publicidad y maquetación:**  
Departamento de marketing  
Grupo Álava

**Redactores:**

Alberto Vicente Hernández  
Álvaro García García  
Ángel Merino Trujillo  
Antonio Muñoz Bernabé  
Javier Arias Martos  
Javier Urraza Ezquerria

Jesús Puebla Guedea  
Leonardo Vespa Zagorscak  
Héctor Cordal Piña  
Marta Alberdi Jiménez  
Rubén López Martín

*Queda prohibida la reproducción total o parcial de Preditécnico, en 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.*

# Jaime Alava

Preditec cumple 25 años de vida y, a veces, me parece que fue ayer cuando decidimos crear este apasionante proyecto y reunir a los mejores profesionales del mantenimiento predictivo en una única empresa.

Era el año 1994, y a pesar de tener muchas ganas e ilusión, nos encontramos algunas dificultades. En la industria española estaban consolidadas las técnicas de mantenimiento correctivo y preventivo, y las técnicas predictivas empezaban a despuntar, pero no todos los responsables las conocían y apostaban por ellas.

No nos dimos por vencidos; ni mucho menos. Estábamos convencidos de que tarde o temprano te nuevo modelo se implantaría, sobre todo en los entornos más exigentes y competitivos de nuestra economía como el oil & gas y la industria de proceso, y con esta convicción nos recorrimos las principales plantas de producción del país, para compartir con sus responsables todo el potencial de estas nuevas técnicas.

Así fue como empezamos a fidelizar a nuestros primeros clientes, que pronto vieron como implantando este modelo ganaban rentabilidad y eficiencia, y poco a poco fueron realizando una inversión tecnológica cada vez mayor. De esta manera, el éxito de nuestros clientes se convirtió también en nuestro éxito.

Durante estos 25 años nuestra apuesta por la innovación nos ha permitido seguir creciendo al lado de nuestros clientes, desarrollando soluciones propias capaces de afrontar sus nuevos retos tanto en España como en grandes proyectos internacionales en Latinoamérica, Estados Unidos, Oriente Medio y África.

Pero no quiero hablar sólo del pasado, porque Preditec ya se ha preparado para el futuro. Nuestra experiencia acumulada es la mejor plataforma desde la que impulsar, desarrollar e implementar nuevas soluciones y arquitecturas innovadoras que nos permitan seguir liderando el sector en los próximos años.

Conocemos a la perfección las necesidades de nuestros clientes y los retos a los que se enfrentan en el entorno de la industria 4.0, por eso no tengo ninguna duda de que, a día de hoy, no hay ninguna empresa del sector tan preparada y cualificada como Preditec para ofrecer las soluciones predictivas que necesita la industria del futuro.

Hoy brindamos por los 25 años que cumplimos, y por los éxitos que vendrán.

**Jaime Alava**  
*CEO del Grupo Álava*

## 4 Editorial

Jaime Alava

## 8 Hablamos con...

Laura Vega

## 12 Artículos

- 12 Desarrollo de modelos predictivos adaptados a los nuevos ecosistemas digitales de mantenimiento industrial

Álvaro García García

- 16 El presente de la industria

Javier Arias Martos

- 18 Gestión de activos físicos

Antonio Muñoz Bernabé, Guillermo Sueiro y Hernán Sadorín

- 20 El viaje de la transparencia a la inteligencia

Alberto Vicente Hernández

- 23 La vibración de las máquinas adyacentes afecta a los trabajos de alineación

Javier Urraza Ezquerro

- 24 Potencialidad de los servicios predictivos en el sector eólico

Marta Alberdi Jiménez

- 28 ¿Cuál es la cámara termográfica ideal para mí?

Héctor Cordal Piña

- 32 Importancia del uso de técnicas predictivas en el sector eólico

Leonardo Vespa Zagorscak & Jesús Pueba Guedea

- 36 La lubricación por ultrasonidos

Javier Urraza Ezquerro

- 40 Mediciones de las descargas parciales online como herramienta de máquinas rotativas

Angel Merino Trujillo

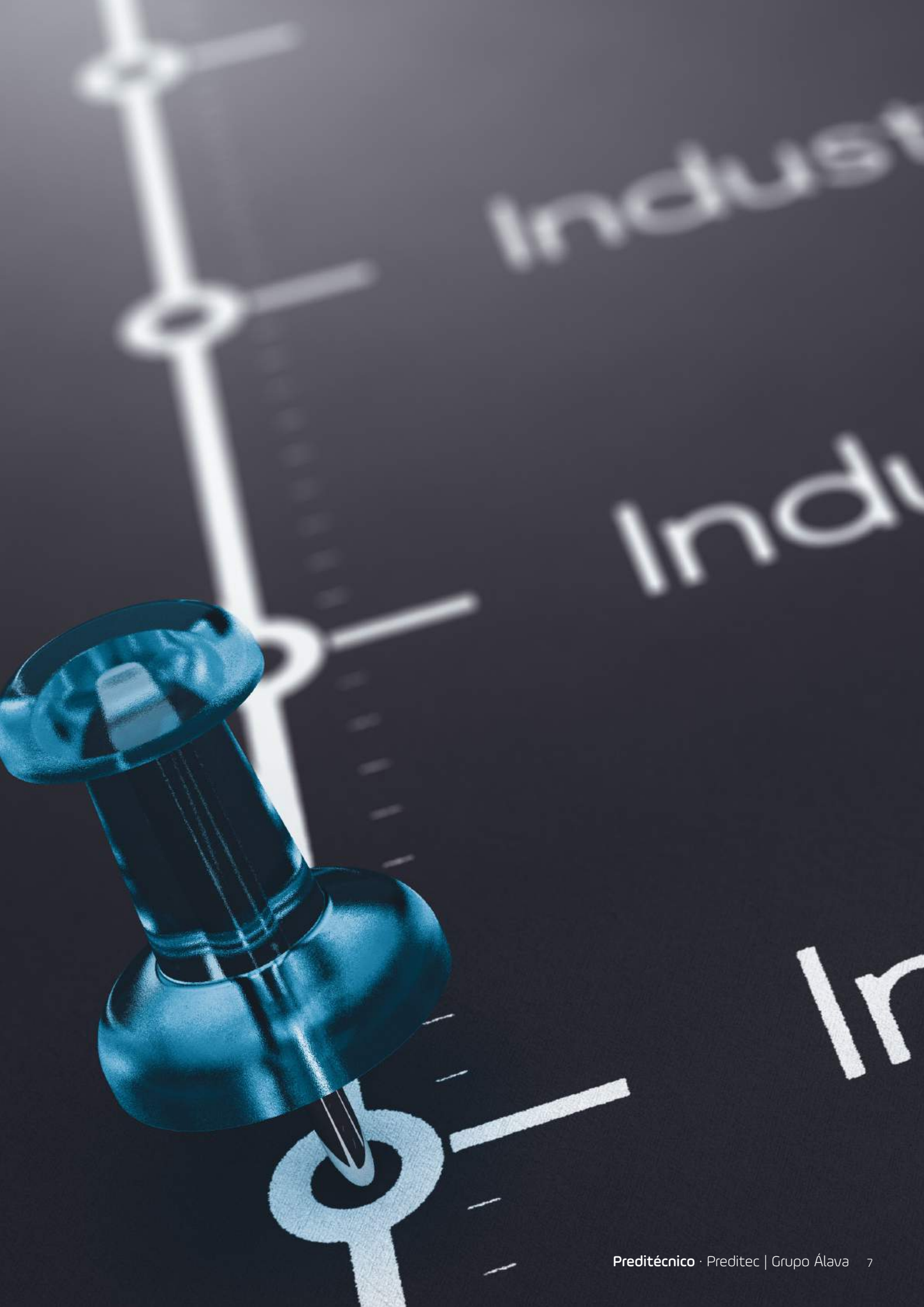
## 44 Noticias

- 44 Un año más reuniendo a profesionales en el VIII Foro de Fiabilidad y Mantenimiento Predictivo

- 46 Nueva alianza con Iris Power

- 48 Analizadores de gases disueltos (DGA) para transformadores eléctricos - Vaisala Optimus™ OPT100

- 49 Creemos: Alava International



# Las claves del futuro del predictivo con Laura Vega, nueva directora de Preditec

Rubén López Martín  
Marketing y Desarrollo de Negocio  
Grupo Álava

Si pudiéramos hacer una radiografía completa del sector del mantenimiento predictivo en España encontraríamos un ecosistema profesional de lo más diverso: desde pequeñas empresas que actúan en nichos muy concretos a nivel local, hasta algunas empresas más grandes capaces de ofrecer servicios integrales.

Pero no siempre fue así. Con la llegada de la crisis económica fueron muchas las empresas de ingeniería que se lanzaron al mundo del mantenimiento predictivo, empujando a las compañías especializadas instaladas en el mercado a reinventarse para ofrecer servicios de calidad y valor añadido.

Así fue como nació una generación de empresas, en su mayoría familiares, que supieron convertir una amenaza en una oportunidad y que han conseguido superar con creces la media de edad de las empresas españolas.

Preditec, fundada en 1994, fue una de esas empresas que supo adaptarse al cambio, y que actualmente ofrece soluciones avanzadas de monitorización de plantas industriales y consultoría en planes de mantenimiento y fiabilidad industrial, contando con una de las plantillas con más experiencia en el sector a nivel comercial, técnico y de desarrollo de software y soluciones.

Sus números hablan por sí solos: más de 1.000 clientes en los últimos cinco años; más de 150 sistemas de monitorizado en continuo; más de 10.000 activos monitorizados; más de 350

implantaciones de planes predictivos; más de 70 contratos de mantenimiento predictivo y más de 5.000 técnicos formados en sus aulas.

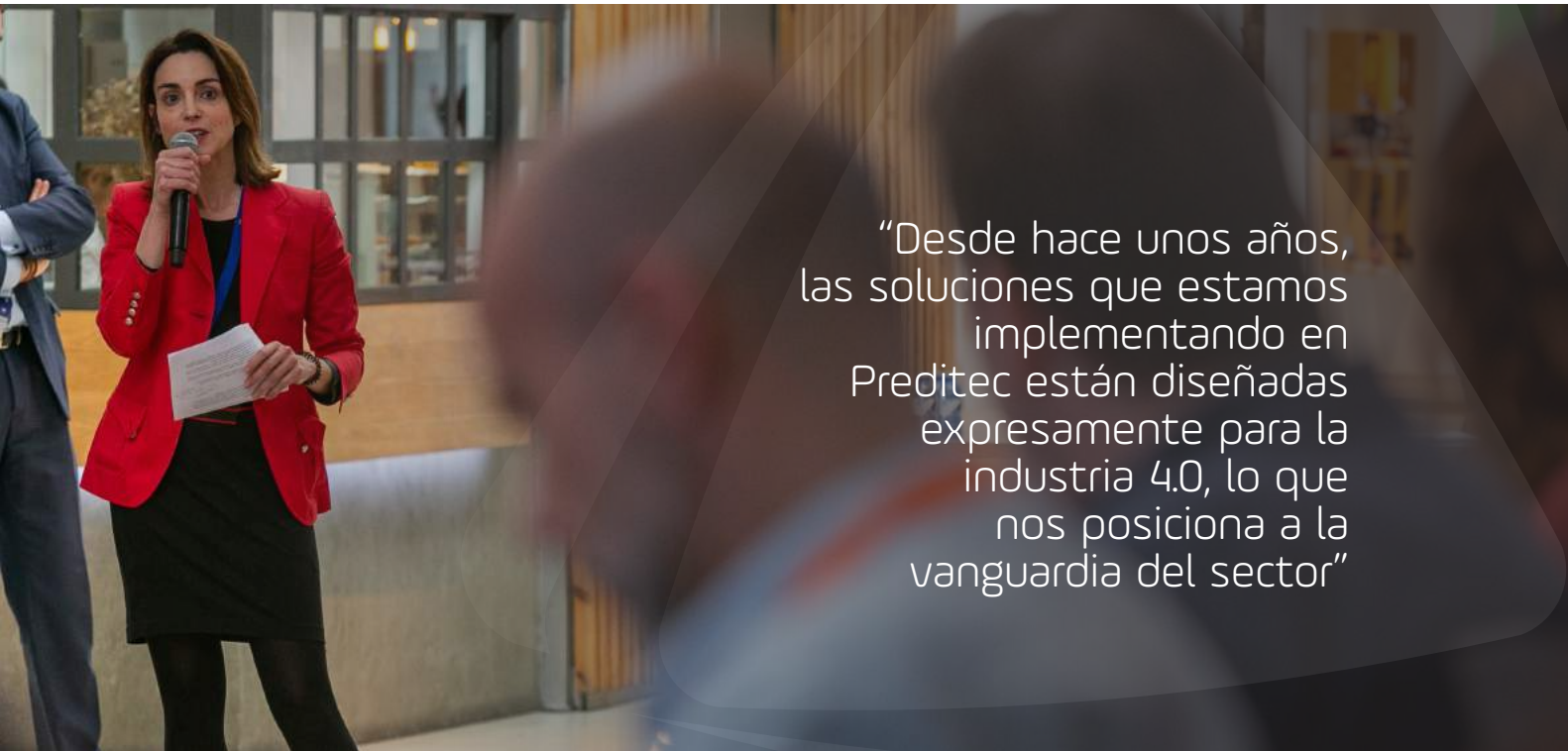
*“Durante estos 25 años hemos ido incorporando nuevas tecnologías y desarrollando nuevas herramientas especializadas de gestión que a día de hoy vertebran buena parte de nuestros servicios de monitorización. De hecho acabamos de mejorar nuestra oferta de monitorización de parámetros eléctricos, que era una demanda de muchos de nuestros clientes”* afirma Laura Vega, directora de Preditec.

## La apuesta por los servicios

Una de las primeras herramientas de gestión lanzadas por Preditec fue **Preconcerto**, diseñada para centralizar toda la información relevante en el mantenimiento de una planta (informes, comunicaciones con el cliente, diagnóstico, etc.) en una única herramienta que mejora la eficiencia del mantenimiento y la gestión de recursos.

Con esta herramienta se consiguió mejorar la experiencia del usuario en sus labores de supervisión y diagnóstico de activos productivos al integrar toda la información proveniente de diferentes parámetros como análisis de vibraciones, inspecciones termográficas y de ultrasonidos, análisis de aceites, inspecciones visuales y endoscópicas, medida de espesores o parámetros eléctricos.

Gracias a este tipo de soluciones, los responsables del mantenimiento de plantas industriales pueden tener una visibilidad global del estado de sus máquinas y un control de la ejecución de las rutas de inspección, una información que es fundamental para conseguir aumentar la seguridad y reducir el coste de



“Desde hace unos años, las soluciones que estamos implementando en Preditec están diseñadas expresamente para la industria 4.0, lo que nos posiciona a la vanguardia del sector”

Laura Vega durante el VIII Foro de Fiabilidad y Mantenimiento Predictivo

mantenimiento, poniendo el foco en aquellas acciones que son más necesarias y urgentes.

Para Vega: *“Estas herramientas colocan a Preditec en una posición muy favorable frente a otras empresas, ya que nos permiten proporcionar servicios tanto a clientes con una larga experiencia en mantenimiento predictivo como a empresas que están empezando a monitorizar sus plantas y activos.”*

Uno de estos servicios es **Asset Web Monitor (AWM)**, una plataforma multitecnológica creada específicamente para uno de sus clientes que estaba teniendo problemas en sus operaciones diarias de mantenimiento.

La gran acogida de esta nueva solución alentó al equipo de desarrollo de software de Preditec a incorporar nuevos módulos y funcionalidades para personalizar aún más la experiencia del usuario y hacer posible la integración de esta plataforma con software y hardware instalados en el cliente, facilitando la gestión de activos.

Actualmente, los últimos desarrollos permiten a AWM comunicarse de forma nativa con la tecnología TWave para facilitar la supervisión, el registro de alarmas, la elaboración de modos de fallo, así como la creación de reglas y la automatización de diagnósticos basados en la monitorización de maquinaria crítica.

Una buena parte del trabajo de esta empresa recae en su servicio técnico. Es difícil encontrar en el sector un equipo tan consolidado, apasionado y con tanta experiencia como el que tiene Preditec ahora mismo. El equipo es una parte fundamental del éxito, ya que son quienes deben afrontar retos muy complejos a diario bajo mucha presión y exigencia, ya que cualquier fallo en planta puede traducirse en pérdidas millonarias.

Preditec es una de las pocas empresas que cuentan con un equipo dedicado especialmente al desarrollo de plataformas propias, algo que es fundamental para poder adaptarse y competir en ambientes continuamente evolutivos.

Junto a estos desarrollos, Preditec ha apostado por la formación de sus clientes, especializándose en cursos en técnicas predictivas como vibración, termografía, inspección por ultrasonidos, análisis de aceites o parámetros de motores eléctricos, entre otras.

De hecho, en la actualidad Preditec cuenta con acuerdos de formación con centros de referencia internacional como el Mobius Institute, así como con universidades y centros tecnológicos como la Universidad Politécnica de Cataluña, la Universidad de Sevilla, la Universidad Politécnica de Valencia o la Universidad Europea de Madrid.

## CMDT, centro pionero en Europa

En octubre de 2014, Preditec inauguraba en sus instalaciones de Zaragoza el Condition Monitoring, Diagnostic & Training Center (CMDT), un centro de control y diagnóstico pionero en Europa destinado a la supervisión, análisis, seguimiento y diagnóstico predictivo de plantas industriales.

**El CMDT se convirtió en una infraestructura fundamental para la estrategia de crecimiento de Preditec**, porque suponía un salto cualitativo muy importante en los servicios en remoto.

Preditec se convertía en la primera empresa española de mantenimiento predictivo que contaba con un centro de estas características que permite, entre otras funciones, vigilar y controlar en remoto la maquinaria 24/7, gestionar alertas y alarmas, análisis y diagnóstico de fallos, realizar informes y planes con recomendaciones para solucionar problemas detectados, asistencia al usuario y formación para técnicos y profesionales del mantenimiento industrial.

Esta plataforma que integra servicios de análisis, procesamiento de datos y desarrollos propios de software, una de las más innovadoras a nivel internacional, nos permitía integrar todos nuestros sistemas de monitorización y servicios en remoto, optimizando la experiencia del cliente y garantizando diagnósticos de manera segura y fiable sin necesidad de duplicar actuaciones en la propia planta.

Esta herramienta permitió el desarrollo de nuevas estrategias y planes de mantenimiento para muchos de sus clientes que hasta entonces realizaban el diagnóstico en sus propias instalaciones. Este centro analiza e integra la información registrada por diferentes herramientas de monitorización y distintas tecnologías ubicadas en la instalación y traslada a una plataforma software donde se procesan y presentan para la gestión del mantenimiento de la planta por el cliente.

*“Ya contábamos con clientes importantes en sectores muy exigentes como la energía, el oil & gas o la industria de procesos para los que la gestión de sus activos críticos es vital; pero cuando inauguramos el centro en Zaragoza vimos que también podíamos llegar a clientes más pequeños o de sectores que no estaban tradicionalmente ligados al mantenimiento predictivo que necesitan gestionar sus activos pero que tienen una capacidad de inversión menor. El CMDT en cierto modo ‘democratizó’ el predictivo porque es un servicio*

*muy muy competitivo y junto con los recientes avances en las tecnologías que utilizamos para monitorizar activos resultan interesantes para un mayor número de clientes”, explica Laura Vega.*

## El futuro de la industria

Las nuevas tecnologías han permitido a las empresas incorporar herramientas avanzadas de gestión para mejorar la eficiencia de sus procesos y sus cuentas de resultados, por lo que la transformación digital ya no es una opción, sino una necesidad, sobre todo en entornos industriales que necesitan funcionar a pleno rendimiento.

Soluciones como la monitorización de activos críticos amplían el potencial de los sistemas de mantenimiento predictivo de manera exponencial, y son válidas tanto para las compañías industriales con una larga experiencia en la gestión de su maquinaria, como para las que comienzan a interesarse por estas técnicas.

Desde hace unos años, **las soluciones implementadas en Preditec están diseñadas expresamente para la industria 4.0, lo que nos permite tener un mayor conocimiento de las demandas actuales del mercado.** Se estima que estas innovadoras soluciones pueden llegar a reducir en un 55% los fallos técnicos, en un 50% los costes de mantenimiento y en un 20% la factura de energía.

Actualmente la industria está poniendo el foco en la creación de ecosistemas colaborativos capaces de convertir el big data en data intelligence, en los que el conocimiento acumulado por los expertos industriales, los usuarios finales y los desarrolladores de software aprovecha al máximo el potencial que ofrece la digitalización.

Gracias a este trabajo en equipo los usuarios finales son capaces de recolectar datos directamente de sus activos físicos, procesarlos e integrarlos en sus plataformas digitales para elaborar análisis y comparativas respecto a resultados anteriores. Estas plataformas, adaptadas para cada usuario, son capaces de crear patrones de diagnóstico y redactar informes para los responsables de mantenimiento predictivo de una planta industrial.

Con esta información y la capacidad tecnológica de las plataformas IoT, los desarrolladores de aplicaciones pueden generar un gemelo digital de cada activo que permite simular su comportamiento e identificar sus





CMDT - Centro en Zaragoza - Condition Monitoring Diagnostic & Training Center

elementos más débiles o sus averías más habituales, anticipando de manera fiable y precisa las actuaciones a llevar a cabo para adecuar su mantenimiento.

Para Preditec es muy importante desarrollar estas plataformas junto a sus clientes, que son los que trabajan con el equipo de desarrolladores de software para perfeccionar la usabilidad de las herramientas y hacerlas más intuitivas y adaptables.

Como resultado de su apuesta por la digitalización, Preditec consiguió reunir el pasado mayo a más de 130 profesionales de la industria 4.0 de España y Portugal en la octava edición de su Foro de Fiabilidad y Mantenimiento Predictivo.

Bajo el lema ***“inspiration comes of working every day”***, un amplio panel de expertos del ámbito empresarial, universitario e institucional compartieron sus experiencias profesionales, sus retos y estrategias de digitalización con los asistentes,

procedentes de ámbitos industriales como el aeroespacial, la automoción, la industria del proceso, la energía y el oil & gas, el sector farmacéutico, químico o agroalimentario.

Uno de los mejores científicos de nuestro tiempo, Stephen Hawking, decía que ***“la inteligencia es la habilidad de adaptarse a los cambios”***. Es esta habilidad la que necesitan todas las empresas del siglo XXI para ofrecer soluciones y servicios que aporten valor no solo a la industria, sino también a la sociedad.

Porque aunque nacieron como una empresa de distribución especializada en sensórica y equipos de medida, han sabido adaptarse a las necesidades de la industria y transformar su modelo de negocio tradicional apostando por la diversificación y las nuevas tecnologías, y creando soluciones avanzadas desde la fase de definición del proyecto hasta soluciones a medida para la operación del activo. •

# Desarrollo de modelos predictivos adaptados a los nuevos ecosistemas digitales de mantenimiento industrial

Álvaro García García

Director del área - ICT e industria 4.0

Fundación CIDAUT (Centro Tecnológico de I+D+i)

El futuro de la industria se encamina hacia un cambio de paradigma con la introducción de las nuevas tecnologías o habilitadores digitales. Comprende el desarrollo del concepto de “fábrica conectada” o “fábrica inteligente” enmarcado dentro de la cuarta revolución industrial o industria 4.0.

Nos enfrentamos por tanto a nuevos ecosistemas de fabricación y mantenimiento industrial basados en requisitos digitales. Se introducen capacidades de conectividad e indicadores en tiempo real que permitan adaptar y mantener los sistemas de acuerdo a modelos flexibles y predictivos, gestionar adecuadamente el consumo de las materias primas, mejorar el control de calidad de los productos, reducir los residuos y optimizar la eficiencia energética entre otros.

**Sin embargo, a día de hoy, existen importantes barreras que impiden hacer cambios en sistemas y máquinas ya instaladas que operan en las líneas de producción, debido a que los nuevos planteamientos digitales son considerados, desde el punto de vista industrial, demasiado arriesgados, costosos, inseguros e intrusivos, especialmente dada la amplia variedad de dispositivos instalados en planta.**

Esta realidad incluye una gran cantidad de sistemas no conectados, fuentes de información heterogéneas y modelos de gestión de conocimiento tradicionalmente organizados en islas. Si además consideramos que la diversidad de escenarios industriales en España todavía presenta entornos con infraestructuras antiguas o poco digitalizadas, que trabajan junto a otras que sí están conectadas, ¿cómo podemos abordar soluciones capaces de mejorar de forma inteligente el comportamiento de equipos y procesos utilizando técnicas de mantenimiento predictivo independientemente del estado, naturaleza y grado de digitalización?

La consultora Gartner define **ecosistema digital** como “un grupo interdependiente de actores (empresas, personas, cosas) que comparten plataformas digitales estandarizadas para lograr un propósito mutuamente beneficioso”. Este término se utiliza cada vez más frecuentemente como ejemplo de la necesidad de colaboración entre actores externos e internos para afrontar los nuevos requisitos digitales, que están haciendo evolucionar nuestras plantas industriales.

Por tanto, en este camino hacia la **transformación digital** de las industrias, el primer objetivo a alcanzar es la convergencia entre el mundo físico



Visualización de parámetros de proceso con realidad aumentada

y el mundo digital. No es fácil, porque unimos dos “puntos de dolor” de una planta de producción industrial, como son las tecnologías operacionales (TO) a nivel de planta y las tecnologías de la información (TI) a nivel de sistemas.

Una línea de fabricación representa un ecosistema donde personas y máquinas trabajan juntas, sin embargo todos los actores no siempre están conectados entre sí debido a la ausencia de soluciones de digitalización o a limitaciones como vimos anteriormente. En una planta sin alta criticidad ni grandes requisitos de seguridad, el gasto en mantenimiento supone aproximadamente el 3% del coste de sus activos y de la instalación de los mismos. Las máquinas e infraestructuras sufren desgaste; su estado condiciona el consumo energético de la fábrica y, además, las paradas programadas (mantenimiento preventivo) o no programadas (mantenimiento correctivo), suponen la partida más importante de este gasto (75%) con personal propio para las tareas de mantenimiento así como el material necesario para efectuar dichas tareas: repuestos y consumibles. Sin olvidar otros gastos que residen en las herramientas de gestión y planes de formación sobre un activo igual de importante: las personas.

Actualmente, el **desarrollo de nuevos modelos de mejora** en este escenario convergente, se convierte en un factor clave a la hora de actuar sobre puntos críticos, como el mantenimiento industrial de activos,

la gestión de personas y las estrategias de control de procesos. Disponer de un entorno conectado con instrumentación y monitorización de indicadores distribuidos sobre una plataforma en tiempo real, se presenta como una necesidad para poder tomar decisiones de forma predictiva y coordinada.

Para demostrar la aplicación de estos modelos predictivos en la industria sobre casos reales, Fundación CIDAUT, ARSoft y Grupo Álava colabora conjuntamente en el proyecto iDIGIT4L “I+D para la transformación de los sectores industriales e infraestructuras: digitalización y su implementación inteligente y predictiva”.

Este proyecto aborda el concepto de **plataforma conectada con un gemelo digital distribuido**, basado en la virtualización de activos y el conocimiento adaptativo de las operaciones que permite mejorar los procesos, desde su concepción al mantenimiento, así como la calidad de los productos. Implementa soluciones basadas en la investigación y desarrollo de ecosistemas de digitalización, donde intervienen personas, objetos y sistemas, con el fin de transformar los procesos industriales partiendo de una realidad que va desde la ausencia, a diferentes niveles y estados de incorporación de las nuevas tecnologías habilitadoras.

Como punto de partida implementa la **retroactualización y convergencia de activos**



# VA5<sup>PRO</sup>

VIBRATION ANALYSIS  
THERMAL IMAGING  
ULTRASOUND  
MEASUREMENT

EYESIGHT – HEARING – SENSITIVITY

WE HAVE IN COMMON



MASTER THE LANGUAGE OF YOUR MACHINERY

**industriales, independientemente de su nivel de digitalización.** La incorporación de sensores no intrusivos y sistemas de diagnóstico portables con conexión a la nube, permiten hacer frente a una de las principales barreras actuales de entrada a nivel de planta (TO) en tareas de mantenimiento industrial. Las herramientas y métodos de aprendizaje que se obtienen del conocimiento global de las personas, activos y procesos conectados, se apoyan en cuadros de mando analíticos y tecnologías como la realidad aumentada, que proporciona una visualización avanzada en tiempo real de datos complejos así como capacidades de formación inmersiva y asistencia remota especializada para los trabajadores.

La plataforma desarrollada proporciona un método de virtualización flexible sobre entornos industriales, que integra indicadores de estado y operación, procedentes de diversas fuentes heterogéneas de forma no intrusiva. Esta información permite la definición de un gemelo digital con interfaces hombre-máquina y sus modelos predictivos. Por tanto se tiene la capacidad de anticipar cuando un comportamiento tiene una desviación y registrar el intervalo de riesgo en el que se desencadenan fallos, desarrollando la inteligencia suficiente para la toma de decisiones oportunas en tiempo real. Además, incorpora la visualización en planta con realidad aumentada o realidad virtual poniendo la tecnología al alcance de las diferentes personas que trabajan junto a las máquinas, donde **las personas se convierten en una parte más de nuestro gemelo digital** para entender qué está pasando. Esta capacidad de visualización por medio de dispositivos conectados como smartphones, tablets o gafas de

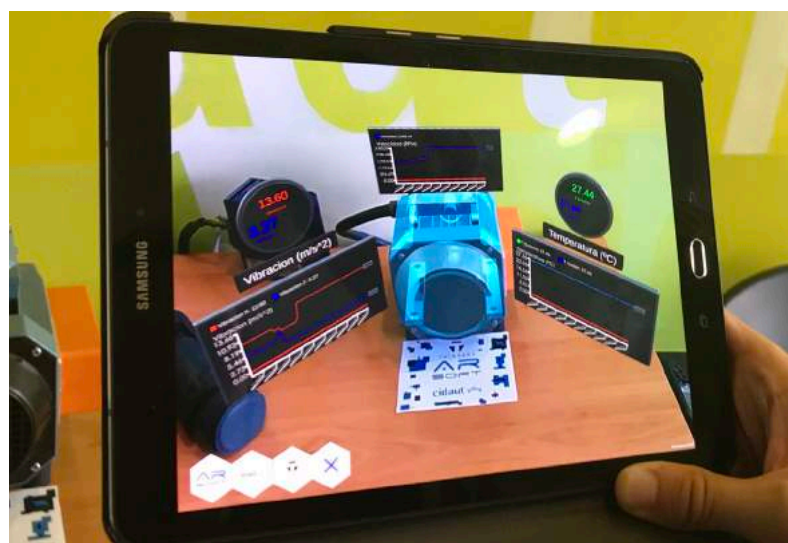
realidad aumentada, permite conocer, analizar e interactuar partiendo de los datos que se están registrando en tiempo real. Podemos saber cuándo una máquina va a fallar con solo mirarla, la temperatura que se está registrando, su consumo, o su curva de funcionamiento comparada con la referencia ideal para detectar comportamientos erróneos o simplemente mejorables.

En resumen, la digitalización industrial se presenta como una oportunidad de crecimiento para las empresas y en conjunto para la sociedad. Así, estamos actualmente en un momento crucial de inflexión donde el desarrollo de ecosistemas de colaboración permite dotar a las industrias de nuevos procesos de convergencia físico-digital con la ayuda de las tecnologías habilitadoras. De esta manera, la mejora del mantenimiento industrial adaptada con modelos predictivos, abre la puerta al desarrollo de nuevas estrategias donde personas y máquinas trabajen juntas para tomar decisiones de forma más rápida y ágil. •

El proyecto titulado "I+D para la transformación de los sectores industriales e infraestructuras: Digitalización y su implementación inteligente y predictiva iDIGITAL", Nº de Exp.: CCTT17/VA/0007, ha sido financiado por el Instituto para la Competitividad Empresarial de Castilla y León (Junta de Castilla y León), cofinanciado con Fondos FEDER, a través de la línea: "PROYECTOS I+D APLICADOS REALIZADOS POR CCTT. Convocatoria 2017".



Visualización de parámetros de proceso con realidad aumentada



Aplicación de mantenimiento predictivo con realidad aumentada

# El presente de la industria

Javier Arias Martos

Director de Transformación Digital  
Grupo Álava

Hace no mucho más de tres años que empezábamos a especular sobre lo que la transformación digital podría traer en un futuro cercano a la industria. Las tecnologías avanzaban mucho más rápido de lo que lo hacían los procesos industriales y pensar en aplicar ciertas innovaciones en planta parecía inviable.

Aunque muchas empresas comercializadoras de soluciones no tenían, más allá de geniales ideas, una aplicación real que implantar con ciertas garantías de éxito, no podían dejar pasar el tren de la digitalización y de repente, de un año para otro, todos los stands de las ferias y congresos industriales rezaban industria 4.0 por doquier y lo que nos encontrábamos realmente, al rascar la superficie, eran tecnologías maduras disfrazadas de innovación o verdaderas innovaciones poco aplicables al entorno industrial, en el mejor de los casos.

Ha hecho falta cuatro años y grandes intraemprendedores dentro de las corporaciones para aterrizar este marco tecnológico a los procesos productivos y empezar a definir este ecosistema 4.0 desde los casos de uso.

A día de hoy ya se han posicionado los gigantes como Microsoft, Google o Amazon con sus plataformas cloud en muchas de las grandes compañías a nivel corporativo para dar cabida en servidores externos a todos los datos que los aplicativos digitales están generando pero, más allá de generar y almacenar datos, los proyectos que verdaderamente están teniendo éxito en el entorno industrial son aquellos que logran transformar, por sí solos, los datos en información valiosa para el usuario, independientemente de dónde se vaya a alojar esta solución: en un cloud corporativo, en un cloud externo o en los mismos servidores de planta.

Dentro de este entorno de soluciones relacionadas con la digitalización coexisten diferentes tecnologías

habilitadoras donde podemos encontrar: robótica colaborativa, AGV, big data, predictivo, 3dprinting, machine vision, realidad aumentada, realidad virtual o RFID entre otras.

Si pensamos en términos de madurez 4.0, grado de implantación y ROI, los aplicativos automatizados relacionados con predictivo e imagen (termografía, hiperespectral, RA/RV y visión artificial) son los que más relevancia están tomando en los proyectos de digitalización.

## Predictivo

Cuando hablamos de machine learning aplicado a mantenimiento predictivo de maquinaria productiva, resulta inevitable no dejarse llevar por el concepto romántico de un sistema que sea capaz de aprender de los propios fallos de la máquina y predecir cualquier escenario posible, pero cuando bajamos a la tierra, la realidad es muy distinta. Para generar este algoritmo inteligente necesitaríamos que nuestro parque productivo pasara por todos los modos de fallo posibles por lo menos una vez, para con suerte modelizarlos de forma que el sistema nos avisara cuando se volviesen a repetir, pero los activos de planta tienden a no fallar.

Dicho esto, empezamos a construir escalones que nos llevan desde la tierra a este idílico escenario y encontramos ya plataformas que aplican alarmas estadísticas, bandas espectrales y ciertos algoritmos ya muy bien pulidos para predecirnos ciertos modos de fallo en máquinas que suelen ser recurrentes en muchos sectores como el motor eléctrico de baja tensión.

Como en muchos otros terrenos está pasando, el cinematográfico por ejemplo, el producto físico como tal empieza a perder valor y deja paso a un modelo de



PaaS (Product as a Service) donde el usuario final paga por el uso, de la información en el caso que nos ocupa, quitándole cada vez más importancia al hardware.

### Imagen

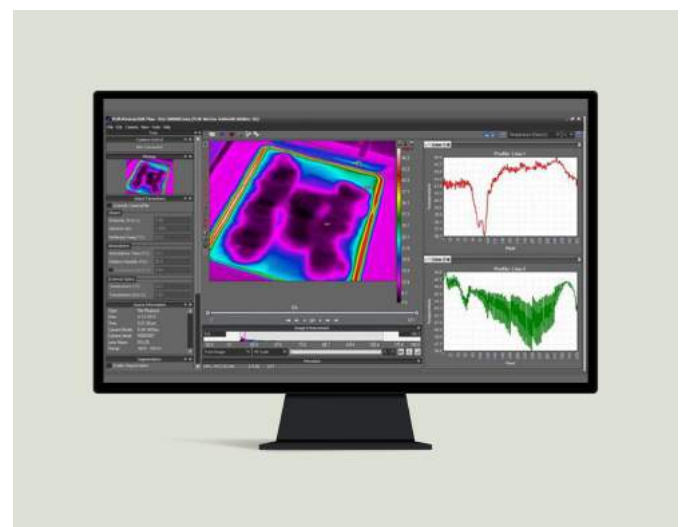
El tratamiento automático de imágenes y sus aplicaciones a medida son una herramienta muy potente de software sencilla de usar e implementar que permiten monitorizar y automatizar diferentes activos y procesos, sobre todo desde el punto de vista de la calidad.

Este entorno de software se basa en la combinación de distintas tipologías de cámaras (termografía, hiperespectral, RGB, VIS-NIR) con algoritmos avanzados de visión artificial para proporcionar una solución digital completa de industria 4.0.

Estos sistemas proporcionan el ecosistema idóneo para desarrollar aplicaciones 100% a la medida del proceso a monitorizar, tanto si están relacionadas con un control térmico, con la monitorización de la temperatura del producto, el control de sellado en vacío en una agroalimentaria, el control automatizado de procesos de producción robotizados, la electroluminescencia de paneles fotovoltaicos o la detección temprana de fuego en activos críticos, por poner algunos ejemplos. Siempre que se pueda extraer información de un proceso a través de imágenes se podrá plantear el desarrollo de una aplicación específica IIOT.

Estas aplicaciones a medida pueden ejecutarse en una plataforma cloud, de esta forma, la misma aplicación instalada en diferentes localizaciones dentro de la fábrica o incluso en diferentes fábricas pueden estar todas corriendo en la plataforma.

También diferentes aplicaciones de imagen pueden estar corriendo simultáneamente permitiendo un completo entendimiento de los procesos y de los activos a través de las funcionalidades como el procesamiento perimetral en la nube (edge computing y cloud computing), el aprendizaje automático (machine learning), el modelado de gemelo digital (digital twin) o el almacenamiento y análisis de macrodatos (big data). Esto permite cubrir el ciclo completo de los datos de los activos, desde la medida del sensor a las herramientas de monitorización y análisis avanzadas. •



Visualización de termosellado en aplicación Aidan

# Gestión de activos físicos norma ISO 55001

Antonio Muñoz, Guillermo Sueiro y Hernán Sadorín  
Ellmann & Asociados

Hoy en día las organizaciones reconocen la estrecha vinculación entre la performance de sus activos físicos y los resultados obtenidos. Esto supone una presión creciente sobre las personas encargadas de gestionar los activos físicos de la empresa, puesto que cuando años atrás sólo se requería disponibilidad, hoy en día se requiere también que su funcionamiento sea seguro, eficiente, permita obtener productos y servicios de calidad, cumpla con las reglamentaciones legales e internas, permita evaluar los riesgos asumidos y todo a un coste mínimo.

## Sistema de gestión de activos

El aumento sostenido de requerimientos sobre la función de mantenimiento ha dado mucho que pensar a los mantenedores sobre la necesidad de estructurar la manera en la cual las empresas gestionan sus activos físicos.

Hoy en día se reconoce el concepto de “sistema de gestión de activos” como esta estructura necesaria que permite a las empresas gestionar sus activos de manera tal de cumplir con los objetivos de la organización. Podría definirse al **sistema de gestión de activos como el conjunto de elementos de una organización que interactúan para establecer políticas y objetivos de gestión de activos y procesos para alcanzar dichos objetivos.**

Este sistema de gestión de activos se instrumenta en las empresas a través de un **plan estratégico de gestión de activos (PEGA)** y la planificación de los procesos necesarios para cumplir con ello (normalmente tomando la formada documentación).

## Normativas de referencia

Análogamente a como ocurrió con la disciplina de la calidad, para la cual aparecieron normativas que tienen como objetivo ordenar, estructurar y sistematizar su gestión, (la norma más conocida al respecto es la ISO 9001 sobre requerimientos para un sistema de gestión de la calidad), en los últimos años se generaron normas relacionadas con la gestión de activos. **La más reconocida a nivel mundial es la norma ISO 55001**, que establece diferentes requisitos para un sistema de gestión de activos, algunos de ellos ejemplificados a continuación:

- Se debe desarrollar un PEGA (plan estratégico de gestión de activos).
- La alta Dirección debe demostrar liderazgo y compromiso respecto al SGA (sistema de gestión de activos).
- Deben establecerse y tratarse los objetivos de gestión de activos.
- Se deben planificar, implementar y controlar procesos requeridos para cumplir con los objetivos.
- Cuando se contrate a terceros, se deben evaluar los riesgos asociados.

Esta norma brinda una ayuda a las empresas para ordenar sus operaciones en lo que respecta al manejo de sus activos físicos. Cabe destacar que establece qué se tiene que hacer, pero no de qué manera.





## Certificación ISO 55001

La norma ISO 55001 en la actualidad es una norma certificable por algunos entes de certificación en el mundo, existiendo en la actualidad cerca de 250 empresas certificadas. La certificación por el momento es un objetivo de pocas empresas, pero sin duda el interés se encuentra en aumento.

Los países que cuentan con mayor cantidad de certificados son Japón, Australia y Países Bajos, que concentran el 52% de los certificados emitidos en el mundo. Si bien nos consta que varias empresas se encuentran trabajando en diferentes estadios en la gestión de activos, (desde informarse hasta trabajar intensamente en su implementación), España actualmente se encuentra en una etapa incipiente en relación a la certificación ISO 55001, habiendo solamente dos empresas certificadas en el país.

El principal sector a nivel mundial que se encuentra a la vanguardia es el de saneamiento y distribución de aguas, que representa el 21% de empresas certificadas. También existen certificados numerosos organismos gubernamentales, puertos y aeropuertos alrededor del mundo.

## Gestión de activos en la actualidad

Independientemente de la certificación de una norma específica, es indudable que la disciplina de la gestión

de activos ha crecido de manera importante en los últimos años, generando una necesidad de trabajar en la profesionalización y mejora sostenible en el tiempo. El hecho de contar con un sistema de gestión de activos seguramente se transformará en el corto plazo en una necesidad para empresas de muchos sectores industriales.

En nuestra opinión, todas las empresas de servicios públicos o las llamadas industrias “sensibles” (oil & gas, generación de energía, minería, química, etc.) deberán certificarse con ISO 55001 en los próximos años. De hecho ya hay gobiernos en países en Latinoamérica que han dado plazos que van de tres a cinco años para esta certificación. Un ejemplo puntual es el de Chile y Colombia, donde es obligatorio legalmente contar con un sistema de gestión de activos físicos para empresas del sector energético.

Hoy en día se habla de que en algún momento la gestión de activos será una disciplina tal como la contabilidad, que será auditada y controlada por los organismos oficiales de los países, poniendo de manifiesto que los cambios comentados llegaron para quedarse. •

# El viaje de la transparencia a la inteligencia

Alberto Vicente Hernández

Ingeniero de Analítica Avanzada y Científico de Datos  
Sonae Arauco

Sonae Arauco es una de las compañías más grandes que ofrece soluciones de derivados de la madera en todo el mundo. La cartera de la compañía incluye una amplia gama de productos técnicos (MDF, PB, OSB) así como decorativos comercializados bajo la marca Innovus, ofreciendo soluciones versátiles y contemporáneas que agregan valor a los proyectos de construcción, arquitectura e interiorismo. Nuestro lema es *“taking wood further”*.

En Sonae Arauco apostamos por el mantenimiento predictivo como uno de los pilares fundamentales de

la industria 4.0. Pero previamente a la implantación del mantenimiento predictivo en el plan de gestión de activos de las fábricas, se dan una serie de pasos que se resumen en un viaje por etapas que titulamos el viaje de la transparencia a la inteligencia.

El viaje comienza por la construcción de la base. Una infraestructura consistente en el acceso y disponibilidad en tiempo real de los datos, la estandarización y la mejora continua de las tareas y la digitalización de los procesos. Esta primera etapa, denominada fase de transparencia, es el embrión del gemelo digital y parte fundamental de la industria 4.0.

Una vez que disponemos de un proceso digitalizado donde los datos son el motor que nos impulsa, pasamos a la etapa de interacción donde los objetivos son la cooperación y colaboración de las personas y la movilidad y descentralización de las tareas. Toda la información es accesible desde cualquier lugar y la interacción con los datos nos proporciona la capacidad para el análisis objetivo de los hechos y para la toma de decisiones en las áreas de producción, calidad, y por supuesto, mantenimiento.

Con los cimientos construidos y con las paredes levantadas queda por colocar el tejado. La fuente de valor que suponen los datos es explotada aún más si aplicamos la inteligencia. Esta es la meta. La autonomía de las personas, la automatización avanzada de los



procesos y los modelos predictivos son los objetivos de esta etapa final.

Construida la casa en sus diferentes fases tenemos una compañía data driven con una sólida industria 4.0 en la que no puede faltar la parte dedicada al mantenimiento predictivo.

Tecnologías como el big data y machine learning, el industrial IOT, el cloud computing o los dispositivos wearables son las herramientas necesarias e indispensables para la construcción.

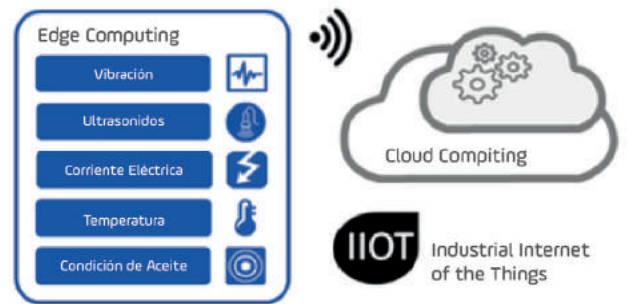
Un ejemplo de inteligencia es la predicción de propiedades en tiempo real del producto que fabricamos. Esto supone una ventaja añadida al control de producción y calidad. Los modelos matemáticos en los que se basan dichas predicciones no son posibles sin los datos del proceso, medidos de manera precisa en el tiempo y en el espacio, y sin la digitalización de todas las tareas intervinientes en la toma de muestras. Es la fase de extracción del jugo que contienen los datos.

Siguiendo esta misma línea de desarrollo aplicamos modelos de predicción de fallos y de detección de anomalías en máquinas. La disponibilidad de acceso a datos históricos de variables como el consumo, el par o la velocidad de un motor, las mediciones de vibraciones y temperaturas en sus rodamientos, el estado del aceite de lubricación, y los estados y eventos del proceso hace que podamos construir modelos y tener predicciones fiables de fallos potenciales.

El mantenimiento predictivo no tiene que basarse solo en modelos. Las técnicas de análisis de vibraciones no solo nos permiten detectar posibles fallos, sino además también categorizarlos. La monitorización de los activos críticos de una fábrica hace que los niveles de fiabilidad se incrementen notablemente. La supervisión de los elementos críticos del proceso consiste en medir las vibraciones y temperaturas en los puntos de las cadenas cinemáticas, normalmente rodamientos, independientemente de que sean máquinas tales como ventiladores, bombas, reductores o rodillos.

Además de la sensorización de las máquinas mediante acelerómetros, sondas de temperatura u otros tipos de sensores, se necesita un dispositivo IOT de procesamiento o edge computing para tratar las señales, en especial los espectros de frecuencias de vibraciones. Toda esta información es enviada a la plataforma de cloud computing donde se monitoriza y supervisa. El ajuste de umbrales para avisos y alarmas

### Monitorización en tiempo real de máquinas críticas



Medición en los puntos de la cadena cinemática



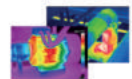
### Otros complementos para mantenimiento predictivo



Colector portátil de vibraciones



Contadores de partículas y analizadores de aceite



Cámaras termográficas

en función de los niveles de vibración es una parte fundamental que llevan a cabo expertos en este campo. Esto es el condition monitoring y por extensión combinado con técnicas de termografía, análisis en continuo de aceite y/o ultrasonidos, tenemos un proyecto global de mantenimiento predictivo.

Por tanto, la apuesta de Sonae Arauco por la industria 4.0, y en particular por el mantenimiento predictivo, es firme con un despliegue del proyecto por todas las plantas de producción que está aportando transparencia e inteligencia en la gestión de los procesos productivos. •

# **FIXTURLASER**

*Express Alignment Through Real Innovation*



# La vibración de las máquinas adyacentes afecta a los trabajos de alineación

Javier Urraza  
Jefe de Producto  
Preditec | Grupo Álava

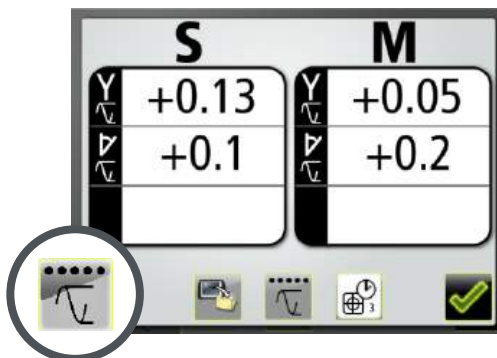


En numerosas ocasiones, los trabajos de alineación se realizan cuando las condiciones no son las más adecuadas. En este artículo vamos a hablar de una situación a la que los técnicos tienen que hacer frente con frecuencia.

Es muy habitual que en el momento de realizar la alineación de una máquina rotativa, el resto de equipos adyacentes se encuentre en funcionamiento, que alguno vibre en exceso y que esta vibración se transmita al equipo que se desea alinear.

Esta vibración transmitida influye en la precisión de la alineación. Lo que hay que averiguar es la influencia de dicha vibración y si es posible minimizar su efecto. Con el equipo *Fixturlaser NXA Pro* se puede resolver este problema.

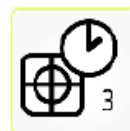
Lo primero que hay que comprobar es si el nivel de vibración está teniendo un efecto negativo en la alineación. Por medio del test de repetibilidad, el operador puede visualizar el desplazamiento vertical y angular de los sensores.



El segundo paso sería minimizar el efecto de la vibración, para ello el alineador incorpora dos funciones para reducir la perturbación provocada por el entorno: tiempo de muestreo y filtro de pantalla ajustable.

Por defecto, el *Fixturlaser NXA Pro* está configurado con un tiempo de muestreo de nueve mediciones en cada punto y el promedio se calcula en función de estas nueve lecturas. Si la prueba de repetibilidad muestra altos niveles de vibración, el tiempo de muestreo puede aumentarse hasta que los valores sean estables.

En cuanto al filtro de pantalla ajustable, es efectivo en un entorno con vibraciones severas. El filtro se puede activar y el test de repetibilidad indicará si el filtro eliminó con éxito la vibración.



En aquellos casos en los que ninguno de estos dos métodos pueda resolver el problema de la vibración transmitida, se recomienda comprobar la alineación de la máquina que está provocando estos altos niveles de vibración, ya que es probable que ésta se encuentre desalineada. •

# Potencialidad de los servicios predictivos en el sector eólico

Marta Alberdi

Desarrollo de Negocio  
Preditec | Grupo Álava

La estrategia predictiva ha irrumpido con fuerza en el sector eólico. Son muchas las empresas que ya se están beneficiando de las ventajas de su aplicación, si bien es cierto que para ello debemos contar con el soporte técnico y el expertise adecuado.

Entre los beneficios extraídos de la correcta aplicación de la estrategia predictiva podríamos hablar de la mejor gestión del ciclo de vida y su mayor extensión en el tiempo, la mejora de la fiabilidad en cuanto a disponibilidad de máquina, la optimización de la operación y mantenimiento, la mejor planificación de las intervenciones, la reducción del inventario, la reducción de averías catastróficas y la mejora de la seguridad del parque.

Las nuevas tecnologías nos han permitido diversificar los modelos de servicio, haciéndolos más flexibles y aplicables al sector eólico. Comentamos algunos ejemplos:

- La posibilidad de utilizar maletas portátiles de monitorizado nos permite el control de gran cantidad de activos que, o bien no cuentan con la instalación de un sistema de monitorizado en continuo o bien desconocemos el estado del mismo. El manejo de estas maletas es realmente intuitivo, tanto en la instalación, como en la configuración y la carga y descarga de datos a través de Internet. La potencialidad de este servicio radica en la interpretación de datos en remoto desde nuestro centro de expertos.
- La mejora del mantenimiento multivendor, gracias a la posibilidad de acceder y tratar los datos registrados por sistemas de monitorizado de diferentes fabricantes.

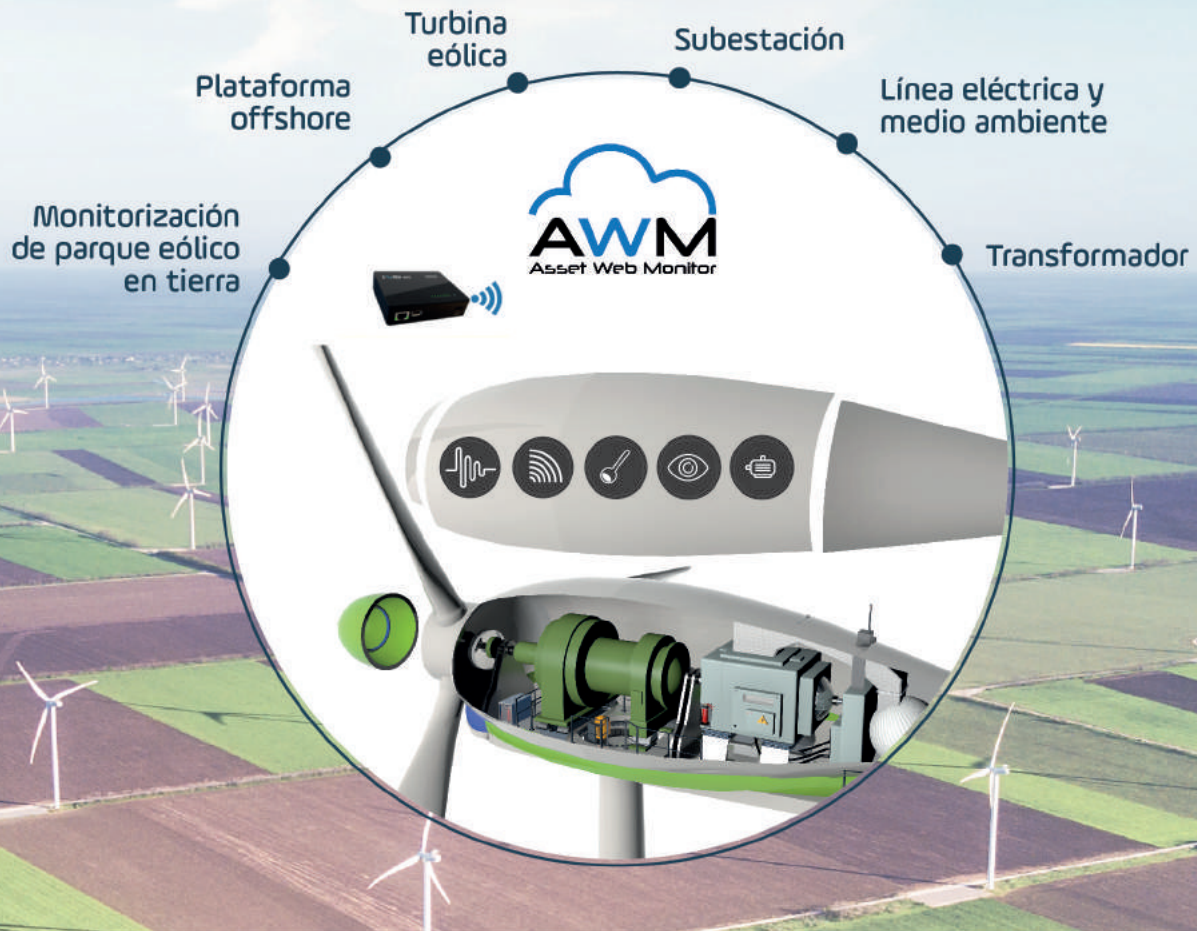
- La posibilidad de realizar diagnósticos más fiables gracias a la implementación de hardware de monitorizado avanzado: registro online de datos con sistemas de monitorizado multicanal, tendencias multiparámetro, filtrado de la señal en alta frecuencia, registro de forma de onda larga, etc.
- La posibilidad de ampliar el número de fuentes de información gracias al uso de múltiples técnicas predictivas: vibraciones, ultrasonidos, parámetros eléctricos, análisis de aceites, termografía.
- La posibilidad de monitorizar nuevos componentes: la estructura, las palas, el desplazamiento de zapatas, el sistema pitch, la subestación, el transformador, etc.

Desde los centros expertos de monitorizado podemos centralizar la información, lo que nos permitirá estudiar el comportamiento de cada modelo de aerogenerador o de un componente de un proveedor concreto para sacar conclusiones que afecten directamente a nuestro negocio. Cuanta más información explotable se disponga, mejor. Estos centros nos permiten tener expertos disponibles 24/7, que cuentan con grandes bases de datos de máquinas similares de las que poder sacar conclusiones fiables. Una de las varias opciones pasa por contratar bolsas de horas de diagnóstico de analista que iremos consumiendo a demanda, en caso de alarma o cuando necesitemos un informe de detalle.

Los sistemas de monitorizado se basan en instrumentación de máquina, hardware de procesamiento de datos y software con herramientas de diagnóstico y reporte. Es importante que nuestro software de diagnóstico cuente con las herramientas adecuadas para el tipo de fallos que queremos detectar. En Preditec nos estamos encontrando habitualmente

# Soluciones 4.0

Instrumentación + Software/Diagnósis  
+ Big Data + Machine Learning



No es solo una idea,  
**lo hacemos posible**

[grupoalava.com](http://grupoalava.com)

Madrid | Barcelona | Zaragoza | Lisboa | Miami | Dallas | Los Angeles | Lima

fallos como dientes rotos o desgastes de los engranes de la multiplicadora, deterioro de los rodamientos de generador y multiplicadora, desequilibrio del rotor, debilidad estructural, etc. Para la detección de estos fallos necesitamos visualizar gráficas de espectros y formas de onda con alta resolución.

Para estos trabajos, nuestros analistas utilizan la plataforma AWM (Asset Web Monitor), diseñada con las más altas prestaciones en cuanto a diagnóstico predictivo, como:

- Alarmas estadísticas calculadas en base al histórico registrado para cada punto.
- Análisis de banda estrecha, donde se comparan frecuencias de banda estrecha para varias unidades de un mismo modelo de turbina, herramienta muy útil para que el analista tenga una visión rápida del estado de la flota medida.
- Parámetros calculados, permite al analista crear nuevos parámetros a partir de los datos extraídos de los cursores de un espectro, pudiendo utilizar cursores simples, de banda y de espectro y una amplia librería de operaciones. Esta herramienta permite ver la tendencia del nuevo parámetro para, si se considera de interés, considerarlo como un nuevo parámetro de máquina.
- Espectros apilados, permite al analista comparar y tratar dentro de una misma gráfica varios espectros.
- Plantillas de cinemática, creación de diferentes cinemáticas en base a componentes existentes.

Desde nuestro CMDT (Condition Monitoring Diagnostic & Training Center) actualmente estamos dando seguimiento a unos 500 aerogeneradores al año y desde la plataforma AWM (Asset Web Monitor) nuestros clientes actualmente están monitorizando más de 3.000 aerogeneradores.

La justificación económica de la monitorización de aerogeneradores pasa, en parte, por la tendencia actual de que los parques eólicos cuenten con menor número de aerogeneradores, pero de mayor potencia. Esto supone que, desde el punto de vista de la fiabilidad, nos enfrentemos a un mayor riesgo técnico y, en este caso también, a un mayor riesgo económico.

Otros costes que tenemos que tener en cuenta son el lucro cesante, donde en condiciones de viento



Aplicación de diagnóstico Asset Web Monitor

podemos hablar de más de 2.000€/día para un aerogenerador de 2MW. También tenemos que considerar la penalización por pérdida de producción y el bonus por disponibilidad. Un ejemplo, si estamos dando una disponibilidad del 97% y podemos ofrecer una disponibilidad del 98%, en ciertas condiciones obtendríamos un bonus equivalente al 1% de la producción.

El resultado de la suma de los costes anteriores hay que multiplicarlo por la duración de la parada causada por una intervención sobre máquina. El predictivo, la mayor parte de las veces no evita la intervención, pero minimiza su duración y coste económico. Por ejemplo, gracias a la detección temprana de la rotura de un diente de una multiplicadora se puede evitar el cambio de la propia multiplicadora, hablamos de una reparación con un coste de 15.000€ y de una semana de duración respecto a otra de coste 500.000€ y varios meses de duración. Otro ejemplo es el fallo de un rodamiento, cuyo cambio suele suponer una parada de la máquina de dos a tres meses.

Un dato irrevocable es que, a día de hoy, prácticamente todos los OEM instalan de serie un sistema CMS (Condition Monitoring System) en sus turbinas. Pero la realidad es que, la explotación de los datos provenientes de estos sistemas está lejos de ser óptima, debido a la escasez de analistas cualificados para la interpretación de datos y la escasez de plataformas capaces de gestionar esta gran cantidad de datos recogidos en diferentes sistemas de monitorizado que no se comunican entre sí. Desde Preditec | Grupo Álava colaboramos con los diferentes actores del sector eólico para dar respuesta a estas necesidades. •





## 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](http://preditec.com) · [info@preditec.com](mailto:info@preditec.com)

# ¿Cuál es la cámara termográfica ideal para mí?

Héctor Cordal  
Jefe de Producto  
Álava Ingenieros | Grupo Álava



Durante los últimos 10 años las cámaras termográficas han bajado su coste de forma espectacular. Este hecho se produce principalmente por la bajada del coste de los detectores de onda larga no refrigerados, así que cuando hoy necesitamos una herramienta para medir temperatura sin contacto, en muchas ocasiones una cámara termográfica es incluso más barata que algunos pirómetros.

Sabiendo esto, el abanico de opciones que se nos abre es abrumador y las numerosas comparativas entre diferentes modelos hablándonos de precisión, estabilidad, sensibilidad, tiempos de integración, números #F... nos harán estar dando palos de ciego, sobre todo si no entendemos realmente el peso que cada uno de ellos debe tener en esta selección.

Por tanto, a la pregunta de inicio del artículo ¿cuál es la cámara termográfica ideal para mí?, tiene una única respuesta: **la que más se ajuste a los requisitos de mi aplicación.**

Ahora viene la segunda parte que es sin duda la más complicada **¿cómo saber qué cámara se ajusta mejor a los requisitos de mi aplicación?**

Pues bien, la respuesta rápida será de nuevo: **pregunte a un especialista.** A partir de este punto vendrán otros

condicionantes que deberemos tener en cuenta y que trataremos de explicar a continuación, pero que como veréis no siempre son del todo sencillos de comprender y relacionar entre sí.

## ¿La cámara más cara será la mejor elección?

Sin duda será la opción que nos de unos resultados más precisos, pero es posible que en ciertas ocasiones nos pongamos a matar moscas a cañonazos. Si para nuestro trabajo solo nos interesa ver cambios de temperatura de unos cuantos grados cada pocos minutos, el adquirir una cámara con 18mK de sensibilidad y capaz de captar 1.000 imágenes por segundo tendrá poco sentido, así que **vamos a ahorrarnos unas cuantas decenas de miles de euros y a pensar mejor en un modelo más ajustado** en coste y prestaciones a nuestras necesidades.

Aprovecho para comentar el caso contrario y que en muchas ocasiones es **una verdad incómoda pero que a mi me gusta poner siempre encima de la mesa**, si nuestra aplicación requiere, aunque solamente sea una característica muy específica pero que es esencial de cara a obtener los resultados que esperamos, nuestra elección debe incluirla sí o sí.

En estos casos me refiero a aplicaciones que requieren un filtrado espectral muy específico, grandes magnificaciones o bien una velocidad de captura extremadamente alta, normalmente estos casos requerirán de detectores refrigerados y por ende, hablamos de costes de más de 50.000 EUR así que **si nuestro presupuesto es menor al mínimo requerido, será mejor no comprar nada** que comprar algo que se nos vaya a quedar corto de prestaciones o nos de unos resultados falseados.

## ¿Cámara fija o portátil?

Vamos a distinguir aquí entre fija, portátil y “portable”. Por cámara portátil entenderemos una cámara que incluye todo lo necesario para funcionar de forma autónoma (batería, pantalla, memoria, etc.).

Por fija, tendremos un equipo que necesita alimentación externa y normalmente un ordenador para manejarla y almacenar la información capturada.

Por portable incluimos las cámaras que puede ser fijas, pero que sean fácilmente transportables de un lugar a otro, para que así puedan ser montadas rápidamente en un nuevo emplazamiento.

Realizada esta aclaración, simplemente debemos pensar en dónde vamos a utilizar nuestro equipo. Desde luego si es para trabajo de campo donde vamos a realizar distintas capturas en muchos lugares distintos y en poco tiempo, la elección es clara: cámara portátil.

Sin embargo, si nuestra aplicación trata de realizar ensayos en un laboratorio que requieran además la mayor estabilidad y repetibilidad posible, sin ninguna duda nuestra mejor elección será una cámara fija.

## Precisión

Este parámetro debe ser directamente considerado con la sensibilidad, y será clave a la hora de determinar también la estabilidad y repetibilidad de las medidas realizadas. Normalmente nos estaremos moviendo entre  $\pm 5$  y  $\pm 1$ , siempre referidos a porcentaje de medida total o a grados centígrados, y debemos tener en cuenta que en nuestras medidas contaremos con el peor de los dos. Esto es, si tenemos una cámara de  $\pm 1^\circ\text{C}$  o  $\pm 1\%$  según especificaciones, tendremos  $1^\circ\text{C}$  de desviación por debajo de medidas de hasta  $100^\circ\text{C}$  y  $1\%$  de desviación si estamos midiendo más de esos  $100^\circ\text{C}$ .



Cámara fija



Cámara fija o portable



Cámara portátil

## Sensibilidad

Esta característica se refiere a la capacidad de detección de variación mínima de temperatura. Por poner un ejemplo si tenemos una cámara de  $50\text{mK}$  ( $0.05^\circ\text{C}$ ) de sensibilidad, seremos capaces de ver cambios entre  $20.00^\circ\text{C}$  y  $20.05^\circ\text{C}$ . Por norma general aquí “menos es más” y  $30\text{mK}$  será mejor que  $50\text{mK}$ .

## Velocidad de captura

Este es una de las cuestiones clave, a la compra de seleccionar una cámara, principalmente porque **debemos distinguir entre el número de imágenes que seremos capaces de captar por segundo (fps) y el tiempo de integración del detector, parámetros que estarán también relacionados con la apertura (número #F) de la lente, así como de la energía liberada por nuestro proceso en el rango espectral que cubra nuestro detector.**

Un buen ejemplo sería lo que a todos nos ha pasado sacando una foto con el móvil en un espacio con poca luz y sin flash, la foto puede que salga en el momento preciso... pero la imagen será del todo borrosa. Esto es lo que sucede con una cámara que puede ser muy rápida en cuanto a imágenes por segundo, pero no tiene buenos parámetros en cuanto a tiempo de integración, que está montando una lente inapropiada o incluso, que está tratando de capturar un evento en una zona del espectro donde nuestro evento emite poca energía.

Sin ninguna duda es posiblemente el concepto más difícil de entender porque relaciona varios parámetros de la cámara y su explicación completa alargaría demasiado esta introducción, pero vamos a resumirlo en que: un detector que pueda capturar por ejemplo 50 imágenes por segundo (una imagen cada 20ms), puede no ser capaz de capturar esas imágenes de forma nítida por lo que la medida de temperatura con precisión de una imagen borrosa (blurring) será del todo imposible.

## Lente

¡Al fin un concepto sencillo! ¿O no? Dependiendo del modelo de cámara tendremos posibilidad de cambiar la lente, o bien utilizar autoenfoques o incluso tener capacidades macro. De nuevo y asimilándolo a conceptos más mundanos, no podemos cambiar la lente en un móvil o en una antigua cámara digital de gama media, pero sí lo podremos hacer en una buena cámara réflex. Su apertura debe estar también considerada, ya que dependiendo de lo rápido o lo energético (radiación en el infrarrojo / temperatura) de nuestro evento, podremos ahorrarnos aquí algo de dinero.

Por supuesto la distancia focal será clave, debemos tener en cuenta el tamaño de píxel de nuestro detector **para que podamos tener el campo de visión requerido a la distancia de trabajo adecuada y superando la distancia de enfoque mínima.**

## Resumen

Si bien para el 75% de las aplicaciones más comunes, habrá un gran número de cámaras más o menos sencillas y baratas que puedan cumplir con creces las expectativas, **para las aplicaciones que puedan tener una característica específica muy demandante** (gran magnificación, mucha velocidad, precisiones extremas, picos de radiación en bandas concretas), **y de la cual depende o no el éxito de nuestro trabajo sin duda la respuesta será: pregunte a su especialista. •**

# Conviértase en un LUBExpert®



Las malas prácticas de engrase son el principal causante del fallo en rodamientos.

En la mayoría de las plantas se engrasan los rodamientos en base a un calendario predefinido, con lo que muchos de esos rodamientos no tendrán la cantidad de grasa adecuada.

LUBExpert le dirá cuándo engrasar... y cuando parar.

La grasa reduce la fricción en los rodamientos y alarga su vida útil. LUBExpert alerta cuando se incrementa el nivel guía al técnico durante la relubricación.

## Correcto engrase de rodamientos



**Correcta** Lubricación



**Correcta** Localización



**Correcto** Intervalo



**Correcta** Cantidad



**Correctos** Indicadores



Ultrasound Solutions

# Importancia del uso de técnicas predictivas en el sector eólico

Leonardo Vespa & Jesús Puebla

Ingenieros PdM

Preditec | Grupo Álava

Las técnicas predictivas siempre han estado presentes en el sector eólico, pero es en estos últimos años cuando están siendo más utilizadas, sobre todo para realizar diagnósticos de fallos.

En este artículo se expone un **caso real de detección de fallos** en el tren de potencia de un aerogenerador con técnicas predictivas, en el que la causa raíz del problema no había sido identificada por diferentes intervenciones correctivas.

La situación anterior a la intervención de Preditec era la siguiente: el generador, controlado por un sistema RCC, tiene una potencia de 850 kW y había sido sustituido en varias ocasiones debido a sobretensiones que lo cortocircuitaban. El objetivo era identificar la causa raíz del problema mediante un diagnóstico avanzado del estado de salud mediante el análisis dinámico por vibraciones y ensayos eléctricos estáticos y dinámicos.



Imagen 1. Sistema de monitorizado de maquinaria TWave T8

## Inspección dinámica por vibraciones

La primera acción llevada a cabo fue una inspección dinámica por vibraciones que nos permiten una primera valoración de los fallos del equipo. En esta ocasión se utilizó un registrador portátil TWave T8-L para la obtención de datos, ya que permite el registro simultáneo en ocho canales dinámicos situados con otros tantos acelerómetros en: rodamiento principal (1), multiplicadora (1) y generador (6).

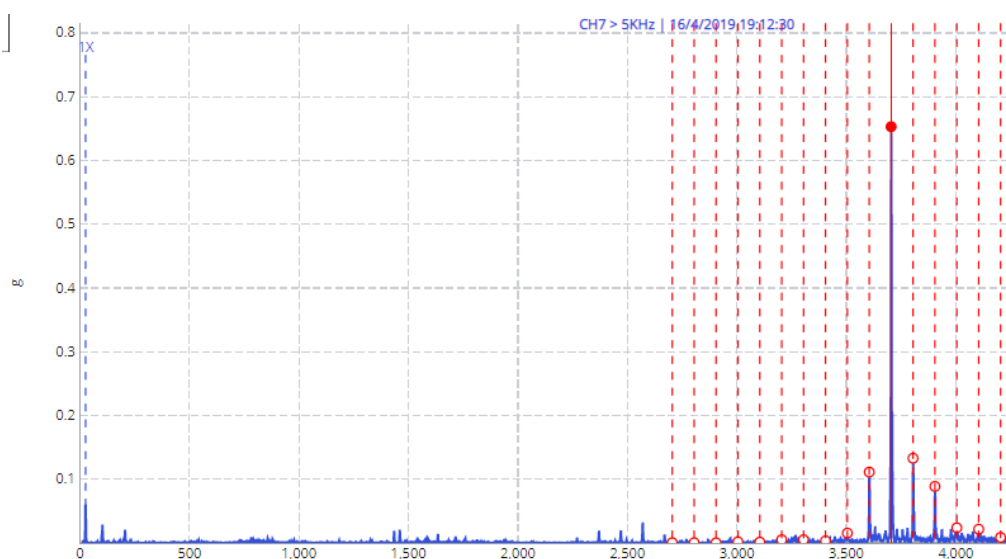


Imagen 2. Espectro en aceleración del rodamiento del generador lado libre dirección horizontal.

Del análisis de los datos obtenidos llama la atención el registro del rango de aceleración, (que marcaba 5.89m/s<sup>2</sup> RMS) un rango poco usual para condiciones de poca carga como la que tenemos en el equipo (generador lado libre dirección horizontal). Además, en la firma espectral se observa la frecuencia de 88XRPM (frecuencia paso barras) con bandas laterales a 100 Hz. **Este patrón es indicativo de fallo técnico**, por lo que se decide realizar registros específicos para confirmar la causa raíz del fallo.

## Ensayos eléctricos

Los ensayos eléctricos nos permiten ahondar en las causas del fallo, y para realizarlos, se utilizaron equipos de la marca All Test Pro, usando All Test Pro On-line II para el ensayo dinámico, y el ATP-V para el ensayo estático.

Con el ensayo estático se analizaron cinco de las seis zonas de fallos: circuito de energía, estator, rotor, entrehierro y aislamiento. Para detectar estos fallos, se hace un diagnóstico en base a las pruebas de contaminación, capacitancia, aislamiento, inductancias y resistencias.

Además se evalúan las bobinas del estator en diferentes ángulos de posición del rotor, para ver la influencia de éste sobre los valores registrados. En todas ellas, se observa un desequilibrio resistivo de más de un 30%, un dato muy alto si tenemos en cuenta el valor máximo admisible fijado en el 3,5% por el Electric Power Research Institute IERPI). También se procede a evaluar las bobinas del rotor, y no se observan síntomas de fallo.



Imagen 3. All Test Pro On-line II

	32	21	13	
Resistencia (Ω)	MALO 0,0132	0,0134	0,00551	30,1
Impedancia (Ω)	13,8	12,7	13,7	0,376
Inductancia (mH)	11,0	10,9	10,9	0,276
Ángulo de Fase (°)	OK 88,1	87,8	87,8	0,105
I/F (%)	OK -48,9	-48,8	-48,8	0,079
<b>Estator</b>				
<b>Rotor</b>				
Aislamiento (MΩ)	OK >999	MΩ	TVS	21,2
Contaminación(%)	OK 1,23%		Valor de Ref	
Capacitancia (nF)	112	nF		
Frecuencia (Hz)	200		Referencia	
Probar directo en Motor <input checked="" type="checkbox"/>				Valores Manuales

Imagen 4. Tabla con los valores registrados en el estator.

	32	21	13	
Resistencia (Ω)	OK 0,00720	0,00717	0,00721	0,390
Impedancia (Ω)	9,18	9,20	9,18	0,142
Inductancia (mH)	7,31	7,32	7,31	0,142
Ángulo de Fase (°)	OK 88,0	87,8	87,8	0,105
I/F (%)	OK -48,7	-48,7	-48,7	0,0385
<b>Estator</b>				
<b>Rotor</b>				
Aislamiento (MΩ)	OK >999	MΩ	TVS	14,2
Contaminación(%)	OK 1,44%		Valor de Ref	
Capacitancia (nF)	90,5	nF		
Frecuencia (Hz)	200		Referencia	
Probar directo en Motor <input checked="" type="checkbox"/>				Valores Manuales

Imagen 5. Tabla con los valores registrados en el rotor.

A continuación se realizan los análisis dinámicos para evaluar la sexta zona de fallo: la calidad de la energía. La metodología de análisis de corriente dinámica, se basa en pruebas no destructivas eléctricas y energizadas donde se registran los datos de voltaje y corriente en condiciones de trabajo para su posterior análisis.

En la prueba de potencia se obtienen un valor de 65 kW, debido a la poca carga de viento en el momento del ensayo. En este rango de operación el desequilibrio resistivo debería ser prácticamente nulo, pero en este caso se detecta un 4%.

Waveform Data	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Neutral	Total
Voltage-Vpn	690,8V	692,6V	689,8V		
Voltage-Vpp	690,8V	692,6V	689,8V		
Current	198,4A	211,9A	202,4A	1,6A	
Power. W	29,734KW	36,311KW	39,525KW		105,570KW
Power. VA	137,056KVA	146,750KVA	139,616KVA		423,421KVA
Power. VAR	133,791KVAR	142,187KVAR	133,904KVAR		409,882KVAR
P.F.	0,22	0,25	0,28		0,25
D.P.F.	-0,22	-0,25	-0,29		
Lag Angle	-102,5°	-104,4°	-106,6°		
V THD	0,74%	0,68%	0,61%		
I THD	2,15%	1,91%	1,91%	10,26%	
Fund.Freq.	50,0Hz				
V Inbalance	0,24%				
I Inbalance	3,95%				

Imagen 6. Tabla de datos de corriente registrados en el estator.

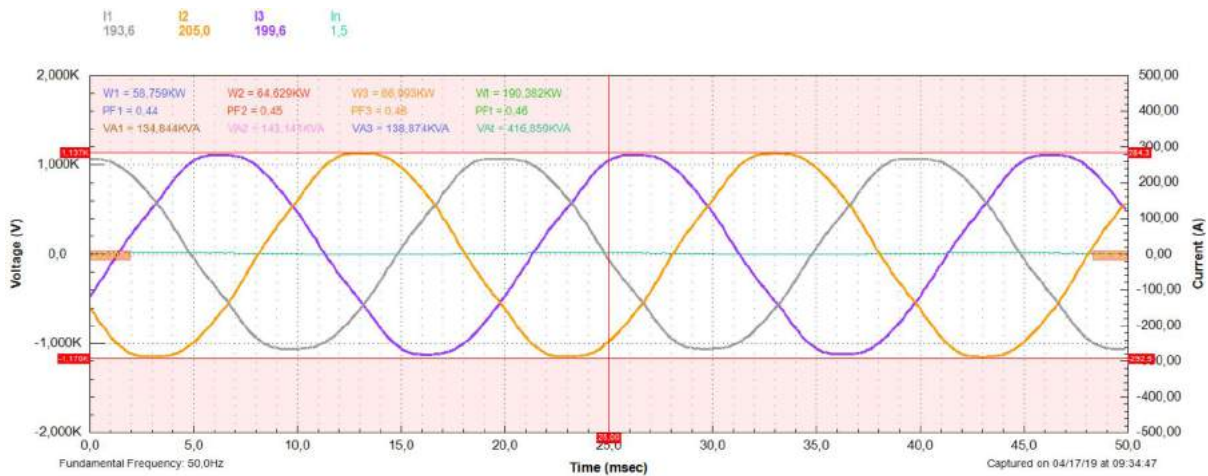


Imagen 7. Formas de onda de la corriente registrados en el estator. Fase dos de menor amplitud.

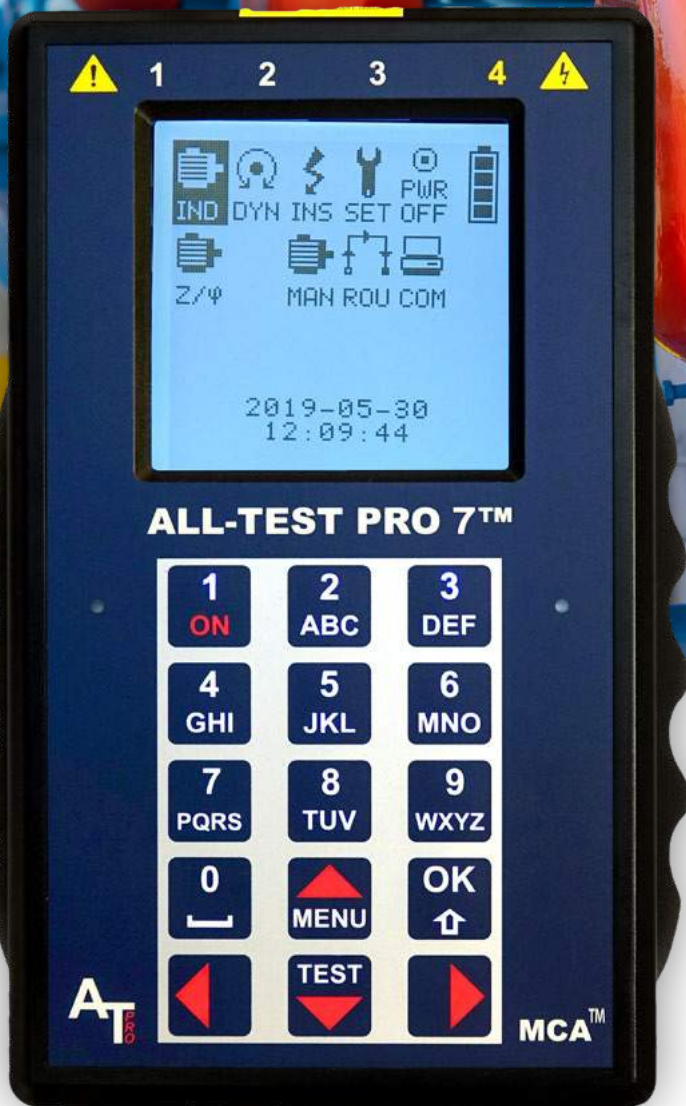
Gracias a estos análisis, podemos **determinar que la raíz del fallo se origina en la parte interna del estator**, donde al existir un problema en la conexión de la bobina, se crea un punto de alta resistencia. Por este motivo, se ve afectada la circulación de la corriente eléctrica haciendo que varíe el campo magnético en el rotor y ocasionando una sobretensión en el control de potencia del rotor (RCC).

Con este caso real, podemos ver que gracias al uso conjunto de técnicas predictivas se puede determinar problemas en equipos de gran importancia para la industria como el generador. En este caso, hemos comprobado como el uso de una inspección dinámica por vibraciones y ensayos eléctricos estáticos y dinámicos podemos dar con la causa raíz del fallo que las acciones correctivas no fueron capaces de resolver. •



# ALL-TEST PRO 7™

ANÁLISIS DEL CIRCUITO DEL MOTOR™ (MCA™)  
INSTRUMENTO DE PRUEBA DEL MOTOR



Obtenga los datos del estado del motor que necesita para tomar una decisión rápida y fundamentada.

- Análisis del circuito del motor MCA™
- Valor de prueba patentado Static™ (TVS™)
- Firmas dinámicas patentadas del estátor y el rotor
- Software MCA Basic™

Analiza **el estado eléctrico completo del estátor y el rotor** en motores y generadores de inducción de CA y síncronos.

PRUEBAS DE MOTOR RÁPIDAS Y PRECISAS EN CUALQUIER MOMENTO, EN CUALQUIER LUGAR. [ALLTESTPRO.COM](http://ALLTESTPRO.COM)

# La lubricación por ultrasonidos

Javier Urraza

Jefe de Producto

Preditec | Grupo Álava

## El impacto de una mala lubricación

La lubricación por ultrasonidos es una técnica que todavía no está extendida en la industria pero que se está introduciendo con éxito en plantas industriales de todo el mundo. Realizar una buena lubricación de los rodamientos lleva consigo minimizar los riesgos de un fallo de los equipos rotativos.

Estudios realizados por los principales fabricantes de rodamientos (SKF, FAG, ...) arrojan unos datos sorprendentes e indican que, al menos, el 50% de los rodamientos son reemplazados con anterioridad debido a una mala lubricación. También se dice que el 80% de los fallos mecánicos están originados por un defecto de lubricación (mala elección del lubricante, falta de engrase, exceso de lubricación, contaminación, etc) y que sólo el 10% de los rodamientos alcanza su vida útil.

## Fiabilidad y cultura

Partiendo de la base de que la fiabilidad es un 50% ingeniería y el otro 50% cultura, nos encontramos que para lograr una excelencia en la lubricación de los rodamientos en planta, es necesario tanto un cambio de mentalidad como un cambio en la forma de trabajar, con lo que el **factor humano** se convierte en un elemento clave para conseguir los resultados esperados.

Así pues, para conseguir los resultados optimos necesitaremos involucrar a todo el equipo encargado de la lubricación en planta a todos los niveles. Los operadores tienen que ser conscientes de la importancia de su trabajo, de su responsabilidad y de las implicaciones que conlleva. Para ello habrá que dotarles tanto de las herramientas como de la tecnología y metodología para realizar el trabajo de forma adecuada.

## Principales problemas encontrados en la lubricación:

### Exceso/Defecto de lubricación



Grasa en mal estado (almacenamiento defectuoso, suciedad en pistola de engrase)



Puntos de engrase contaminados, suciedad ambiental y con difícil acceso.



\*Imágenes cedidas por SDT International

## Los problemas de la lubricación basada en criterios de periodicidad

Podemos encontrar en diferentes páginas web aplicaciones para calcular el intervalo de relubricación necesario. Después de introducir datos del rodamiento, velocidad de giro, el tipo de grasa y las horas de operación, nos piden condiciones ambientales de temperatura, contaminación o humedad y las condiciones de funcionamiento para poder determinar un factor de corrección.

$$T = K \times \left[ \left( \frac{14,000,000}{n \times (d^{0.5})} \right) - 4 \times d \right]$$

*T = Tiempo hasta la próxima lubricación (horas)*

*K = Producto de todos los factores de corrección*

*n = Velocidad de giro (RPM)*

*d = diámetro de rodamiento*

Utilizando este factor de corrección podemos calcular lo siguiente:

Ejemplo 1. Rodamiento NU234, 1500 rpm, funcionando 24h al día, con una carga normal y condiciones normales tanto de funcionamiento como ambientales, el intervalo de lubricación en este caso sería de 500 horas.

Ejemplo 2. Rodamiento NU234, 1500 rpm, funcionando 24h al día, con una carga muy alta, impactos en la máquina y contaminación/humedad alta, el intervalo de lubricación pasaría a ser de 100 horas.

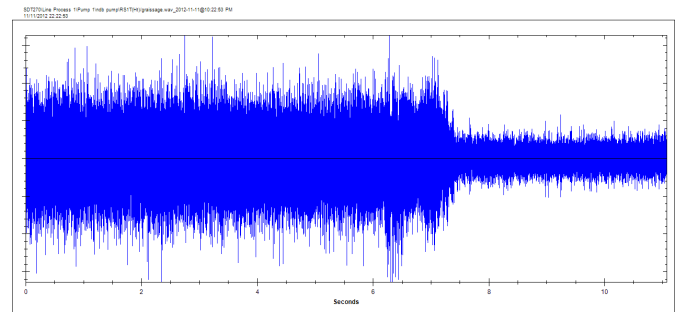
¿Podemos fiarnos de estos cálculos? ¿Es importante llegar en el momento preciso con la cantidad de grasa adecuada? ¿No sería más eficaz realizar una lubricación basada en la condición del rodamiento?

## Lubricación basada en condición

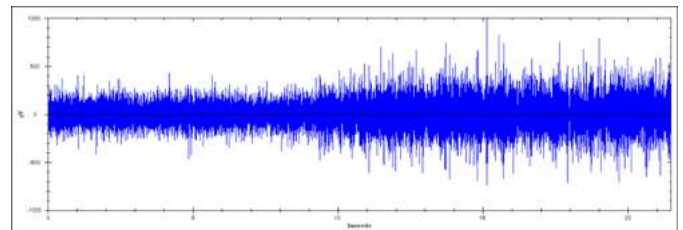
Basándonos en el apartado anterior, el objetivo de la lubricación no debe ser sólo el aplicar ciertos gramos de grasa cada determinadas horas. El objetivo de la lubricación basada en condición es que el rodamiento funcione correctamente y, para ello, lo que debemos hacer es reducir la fricción. La fricción genera una gran cantidad de frecuencias de sonido, en particular en el rango de los ultrasonidos.

Se ha demostrado a lo largo de los años que la técnica de ultrasonidos es la más apropiada para la detección tanto de la fricción como de los impactos en los rodamientos.

Un ejemplo de un engrase correcto:



Ejemplo de sobrelubricación:



Como se puede observar en las gráficas anteriores, con la medida de ultrasonidos es posible seguir, en tiempo real, el proceso del engrase en el rodamiento. Se puede prevenir la falta o el exceso de lubricación e incluso detectar contaminación del rodamiento.

La **técnica básica** consiste en realizar una medida de ultrasonidos, añadir grasa e ir estudiando el comportamiento de la señal y el valor en dB. Si este valor baja, se va añadiendo más grasa hasta notar que el valor se mantiene e incluso aumenta.

El defecto de este procedimiento es que, en la mayoría de los casos, el operador es el único que conoce cómo estaba el rodamiento antes y después del engrase, debido a que no se almacena dicha información. De este modo, no es posible tener una trazabilidad del histórico de cada uno de los puntos, ni determinar cuál es su línea base, su límite de alarma, o si el intervalo de medida y reengrase es el correcto.

Para resolver los problemas descritos anteriormente, se ha desarrollado una **técnica avanzada** que consiste en crear una base de datos en la que se introduce la información relevante de los rodamientos (modelo, velocidad, tipo de grasa) y se configuran las pistolas de engrase disponibles, las alarmas y el intervalo de medida. Habrá otros valores que serán calculados automáticamente (cantidad de grasa teórica y tiempo de estabilización).

Este sistema da la posibilidad de descargar al dispositivo de ultrasonidos las rutas de medida de los puntos que, según el intervalo preconfigurado, tocaría inspeccionar. El equipo guía al técnico durante la medición y le indica si es necesario añadir grasa o no, la cantidad y cuándo finalizar la operación.

Configuración de ruta

Intervalo: 2 mes(es)

Nombre Grasa: GREASE PRO 1

Pistola grasera: PR1 1.00 g/bombazos

Rodamiento: 6309

Diámetro externo: 100.00 mm Velocidad: 1470 RPM

Diámetro interno: 45.00 mm Recargar: Lateral

Ancho: 25.00 mm Tiempo de adquisición: 6 sec

Cantidad teórica calculada: 12.00 g Bombazos: 12

Paso de inyección: 1st 3 2nd 1 otros 1 Bombazos

Tiempo de estabilización: 7 sec

ATENCIÓN: No use una bomba de grasa con un flujo de mayor de 3.96 g/bombazo

Toda la información recogida se descarga al sistema, en el que se podrá ajustar tanto los intervalos de medida como las alarmas.

Además, se pueden realizar estadísticas tanto del estado de los rodamientos, como de la cantidad y tipo de grasas utilizadas.

En resumen, un sistema experto de lubricación por ultrasonidos, es la solución que ayuda a engrasar correctamente los rodamientos de las plantas industriales, tanto en cantidad, como con la periodicidad adecuada.



# LOCALICE EL CALOR SIN QUEMARSE

El TG165 señala puntos calientes para una rápida solución del problema.

El termómetro visual infrarrojo TG165 ocupa el hueco que existía en el mercado entre los termómetros de punto infrarrojos y las legendarias cámaras térmicas de FLIR.

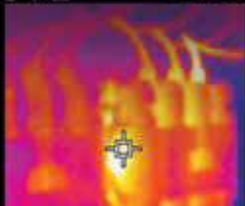
Ver el vídeo: [www.flir.com/tg165](http://www.flir.com/tg165)



## Rapidez y precisión

TERMOGRAFÍA AVANZADA EN UN TERMÓMETRO DE PUNTO TG165

104.2°F  $\epsilon$ : 0.90



## Más rapidez y seguridad

PROFUNDIDAD DE CAMPO 24:1



## Robusto y fiable

DISEÑADO PARA SOPORTAR LAS CONDICIONES MÁS DURAS



# Mediciones de las **descargas parciales online** como herramienta para la fiabilidad de las máquinas rotativas

Ángel Merino

Técnico de campo. Departamento de ensayos eléctricos.  
Preditec | Grupo Álava

Han transcurrido más de dos siglos desde el nacimiento de una de las figuras más importantes de la ciencia ya que, sin sus descubrimientos, la industria y plantas de generación eléctrica de la actualidad posiblemente no serían lo que son.

Científico británico, Michael Faraday nació en el seno de una familia humilde el 22 de septiembre de 1791. Tras asistir a las conferencias de Sir Humphry Davy en 1813, consigue un puesto como su ayudante personal en su laboratorio de la Royal Institution.

En 1831, después de muchos experimentos empíricos "nace" el electromagnetismo, lo que derivó con el tiempo en el diseño y fabricación de las máquinas rotativas.

También se cumplen más de cien años desde que se inventaron los primeros motores y generadores en los que el aislamiento era una pieza clave en la vida de la máquina rotativa. Desde hace décadas, los diseños del sistema dieléctrico tratan de lograr una vida útil de veinte a treinta años y esto ha sido, en gran medida, debido al método heurístico de prueba y error.



La evolución de los diseños, propiciada por la reducción de los costes en los materiales, en la fabricación y por la eficiencia de las máquinas rotativas, ha provocado una reducción considerable del espesor del sistema dieléctrico (capacidad geométrica). Esto quiere decir que, para máquinas rotativas de menor tensión nominal, por ejemplo de 6kV, el espesor del aislamiento es menor y por consiguiente, son más susceptibles a faltas directas a tierra debido al estado del aislamiento, a las condiciones de operación y al mantenimiento. Esto no quiere decir que grandes máquinas como turbogeneradores e hidrogeneradores estén exentas de estos problemas sino que su evolución puede ser más lenta según el caso.

Haciendo un símil, una máquina rotativa sería como una cadena que será tan fuerte como el más débil de sus eslabones, pero ¿es suficiente conocer cuán débil es ese eslabón para determinar las acciones a realizar y poder así prolongar sus años de vida?

La realidad es que para poder programar acciones correctivas en una máquina rotativa es necesario hacer un mantenimiento según la condición y, por consiguiente, además de conocer su estado desde el

punto de vista cuantitativo (cuán débil es el eslabón) hay que conocer su estado cualitativo para poder así llegar a un diagnóstico y planificar futuras acciones correctivas.

Son muchas las técnicas predictivas offline existentes para determinar el estado del bobinado estático que ayudan a establecer planes específicos de mantenimiento. Estas técnicas, aun siendo valiosas herramientas, no tienen posibilidad de aportar información sobre el comportamiento de la máquina en servicio.

Debido a esta necesidad, en 1990 nace la empresa Iris Power que a día de hoy continúa siendo reconocida como líder en mantenimiento según la condición y suministra equipos de medida online tanto en continuo como medida puntual.

Como ya se comentó anteriormente, para poder planificar un mantenimiento eficaz es necesario conocer el estado cuantitativo, es decir, el grado de daño que tiene el bobinado estático y el modo de fallo, es decir, el origen de éste.



Figura 1. Equipo GuardII (izquierda). Equipo TGA-BP (derecha).

**Modos de fallo T.E.A.M.**

Existen muchos estreses que pueden afectar a la tasa de degradación del aislamiento del bobinado estático. En términos generales, estos estreses son: térmicos, eléctricos, ambientales y mecánicos.

**Térmico:** Es el principal modo de fallo de una máquina rotativa. Este modo de fallo es debido a las pérdidas de los conductores, pérdidas del núcleo magnético y corrientes parásitas, que dan una temperatura resultado de  $I^2R$  y, consecuentemente, un ataque químico (oxidación en máquinas refrigeradas por aire) que debilitará el aislamiento por la volatilización del epoxy (para aislamientos thermosetting) provocando una delaminación del sistema dieléctrico.

**Eléctrico:** En máquinas rotativas con tensión nominal superior a 1.000V se producirá una degradación del aislamiento debido a la aparición de descargas parciales. Estas descargas parciales son descargas eléctricas

que se producen en los huecos existentes en el interior del aislamiento o en su superficie cuando el campo eléctrico es suficiente para romper la rigidez dieléctrica del medio gaseoso (principalmente aire) y cortocircuitan parcialmente el sistema de aislamiento.

**Ambiental:** Existen muchos factores ambientales que provocan la degradación del sistema de aislamiento en una máquina rotativa, por ejemplo: humedad condensada en el bobinado, contaminación superficial, productos químicos agresivos, aceite de rodamientos, suciedad y desechos que ingresan en el interior de la máquina, radiación, etc. Cada uno de ellos puede afectar de manera diferente y normalmente por sí solos no causan la degradación del aislamiento estático, pero cuando dos o varios de ellos se combinan, pueden provocar el envejecimiento del sistema dieléctrico. Por ejemplo, humedad o aceite combinados con suciedad parcialmente conductora pueden formar una película superficial que favorece el 'tracking' (corrientes superficiales).

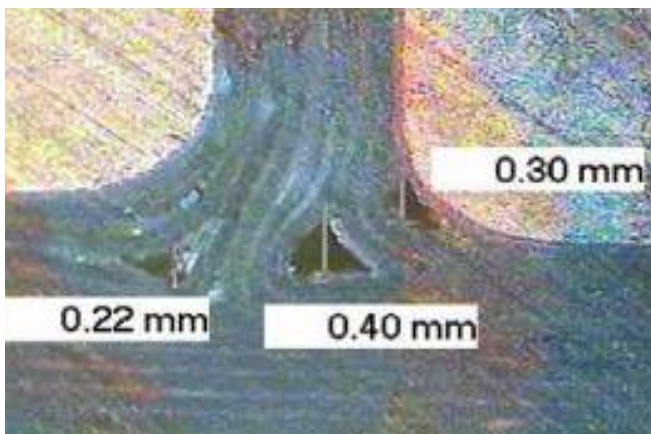


Figura 2 Huecos de aire en el interior del aislamiento.



Figura 3. Actividad de Descargas Parciales en la salida de ranura.



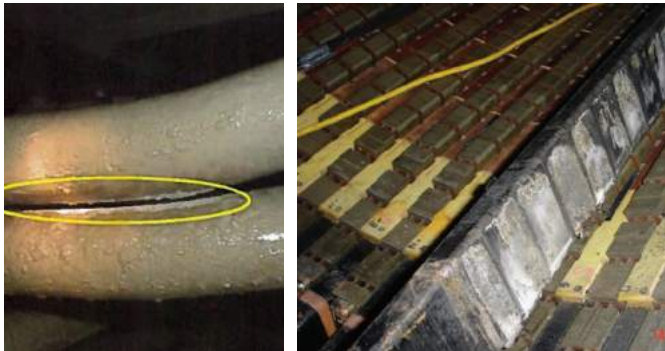


Figura 4. Actividad de descargas parciales en cabeza de bobinas (izquierda). Abrasión de la cubierta semiconductor de una bobina (derecha).

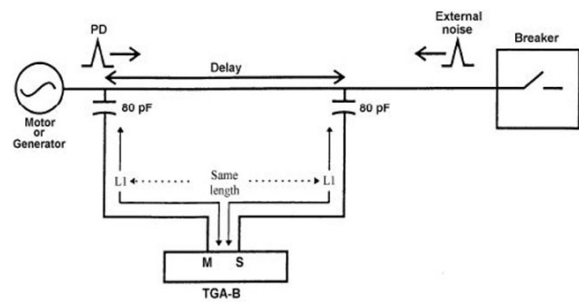


Figura 5 Esquema de una instalación direccional de Iris Power.

**Mecánico:** Debido a las fuerzas electromagnéticas a las que está expuesto el bobinado estatórico en el interior del núcleo magnético, se utilizan diferentes elementos de sujeción (cuñas, etc.) para que las bobinas estén bien sujetas. Si el acañado no cumple su función, las bobinas estarían expuestas a fuerzas magnéticas que oscilan al doble de la frecuencia nominal (50hz o 60hz) originando así una abrasión superficial del bobinado. Igualmente, en cabezas de bobinas, si los atados y elementos de separación de las bobinas no cumplen su función existirá una abrasión superficial del aislamiento.

Para ello, es necesario que la información aportada por el sistema sea fiable, evitando así diagnosticar falsos positivos. El sistema de descargas parciales online de Iris Power es capaz de discriminar el ruido eléctrico proveniente del exterior de la máquina rotativa mediante el rechazo de ruido por tiempo de vuelo.

Esta técnica de eliminación de ruido externo unida a un potente software proporciona los recursos necesarios a los técnicos eléctricos y responsables de fiabilidad de las plantas para programar las acciones correctivas para prolongar y estimar la vida remanente de la máquina rotativa. •

El sistema de medición de descargas parciales online de Iris Power es la mejor herramienta del mercado para poder evaluar el estado del aislamiento estatórico y la naturaleza del fallo mediante el estudio de gráficas 2D y 3D.

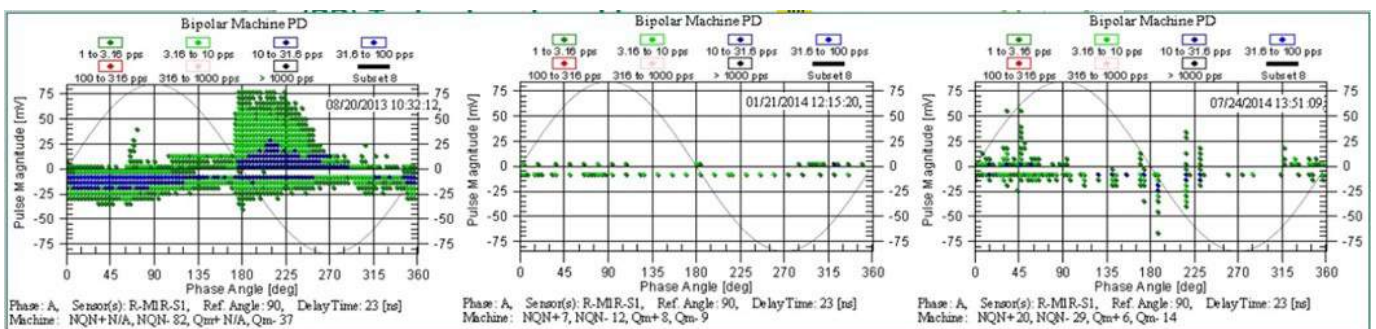


Figura 6. Medidas de descargas parciales antes y después de acciones correctivas programadas.

# Un año más reuniendo a profesionales en el VIII Foro de Fiabilidad y Mantenimiento Predictivo



Álvaro López, Doctor y Coordinador de la Cátedra de Industria Conectada.

Preditec, empresa perteneciente al Grupo Álava, reunió en esta octava edición a más de 130 profesionales de la industria 4.0 y del mantenimiento predictivo de España y Portugal, que se dieron cita en Madrid los pasados 8 y 9 de mayo.

Bajo el lema “*inspiration comes of working every day*”, Preditec dio voz a sus clientes más representativos para que compartieran sus experiencias profesionales con el resto de asistentes, y un amplio panel de reconocidos expertos del ámbito universitario e institucional presentaron las nuevas tendencias del sector. Con un enfoque multisectorial, el evento contó con asistentes provenientes de la industria de bienes de equipo, del ámbito de la energía y

el oil & gas, de ingenierías e integradoras, de las industrias de automoción y aeroespacial, y de sectores como el farmacéutico, el químico o la agroalimentación, entre otros.

El éxito de asistencia convirtió a esta octava edición del foro en el evento de referencia en el campo del mantenimiento predictivo en España, y por ello, desde Preditec afirman que ya están trabajando en la próxima edición con el objetivo de dar continuidad a esta plataforma de intercambio de ideas y experiencias. •

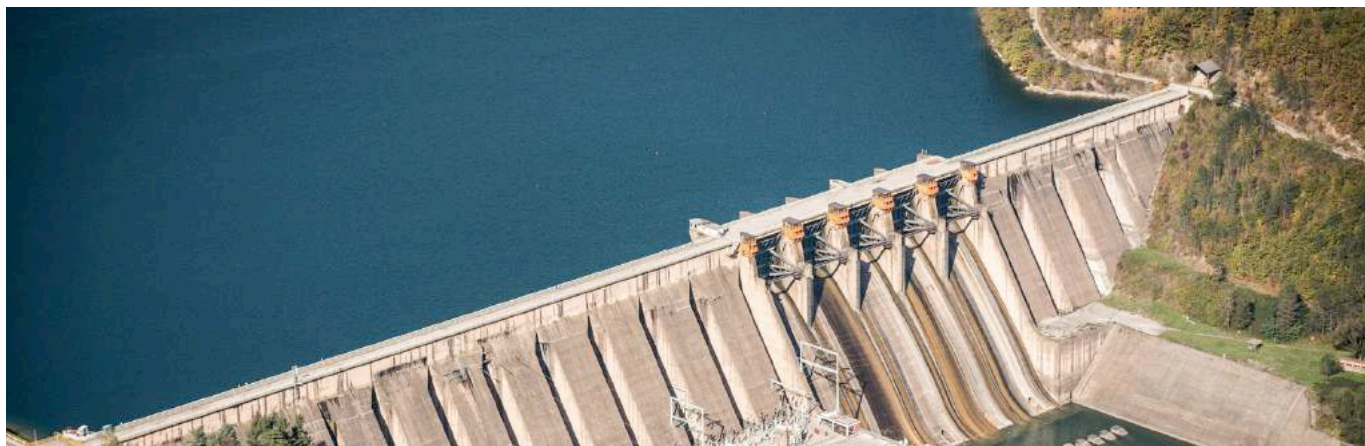
Su servicio predictivo para motores

# Smart PdM

- ✓ Evite paradas críticas no planificadas
- ✓ Reduzca los costes de mantenimiento.
- ✓ Mejore la fiabilidad de su proceso productivo
- ✓ Activos ilimitados

Vibraciones + RPM + Flujo Magnético + Temperatura = Sistema predictivo inteligente

# Nueva alianza Iris Power



Preditec ha alcanzado un acuerdo de distribución con la canadiense Iris Power, compañía líder en el sector avalada por sus 25 años de experiencia y con un amplio catálogo de sensores e instrumentación para el diagnóstico, entre los que destacan sus soluciones de alta calidad para la monitorización de la condición de parámetros eléctricos en maquinaria rotativa.

Gracias a las soluciones de nuestro nuevo partner tecnológico podemos detectar los fallos en los activos de manera temprana, permitiendo así aumentar su vida útil.

De esta forma, Preditec incorpora a su portfolio de soluciones una tecnología que venían demandando muchos de sus clientes y complementa su oferta de soluciones de monitorización de parámetros mecánicos (como la vibración), consolidando a Preditec como compañía de referencia en el sector predictivo. Fundada en el año 1900, Iris Power es un fabricante canadiense de sensores que se ha convertido en uno de los líderes del mercado gracias a sus soluciones de monitorización de descargas parciales tanto online como offline.

Proporciona equipos y servicios de alta calidad para la recolección de información necesaria para monitorizar efectivamente motores desde 3,3kV, hidrogeneradores y pequeños y grandes turbogeneradores.

En el año 2010 Iris Power creó una alianza empresarial con Qualitrol Corp, corporación estadounidense fundada en el año 1945 y especializada en la monitorización de la condición de activos, que finalmente adquirió a la canadiense.



## Servicios de ensayos eléctrico online

Los servicios de asesoría/instalación de los sistemas de Iris Power y ensayos eléctricos on-line. Los servicios y pruebas específicas que Iris Power realiza a través de su Grupo de Servicios de campo incluyen:

- Determinar la localización de los acopladores capacitivos de Descargas Parciales según tipo de instalación, puesta en marcha del sistema de monitorización en continuo para un óptimo rendimiento del sistema.
- Determinar la localización de la sonda de Flujo
- Rotórico y puesta en marcha del sistema de monitorización en continuo.
- Determinar la localización y apoyo en la instalación de los sensores de vibración en cabeza de bobinas.
- Determinación de número de sensores y ubicación de sensores para monitorizar el entrehierro de hidrogenadores.
- Medidas y diagnóstico de Descargas Parciales.
- Medidas y diagnóstico de Flujo Rotórico.
- Medidas y diagnóstico de Vibraciones en Cabeza de Bobinas.
- Ensayo e interpretación de la firma de corrientes estática para la detección barras rotas rotores de jaula de ardilla.
- Seminarios y formación en cualquiera de estos temas.

## Servicios de ensayos eléctrico offline

Set de ensayos eléctricos off-line para determinar el estado del aislamiento estático, rotórico y conductor del bobinado.

- Ensayo de Flujo reducido (ELCID) para detectar imperfecciones en el núcleo magnético.
- Analizador del acuíñado mediante ensayo SWA para determinar la eficiencia de los elementos de sujeción de las bobinas en el interior del núcleo magnético.
- Ensayo de Bump Test para determinar la eficiencia de los atados y separadores en cabeza de bobina.
- Ensayo de Sobretensión DC (HIPOT).
- Ensayo de Tangente Delta, Tip-up y Capacidad geométrica.
- Ensayo de Descargas Parciales Off-line.
- Ensayo de Resistencia de Aislamiento, Índice de Polarización e Índice de Absorción.
- Ensayo de Resistencia de bobinado.
- Ensayo EDAll o Polarización/Despolarización.
- Ensayo Surge Test (Ondas de choque) para detectar corto entre espiras.
- Seminarios y formación en cualquiera de estos temas. •

# Analizador de gases disueltos (DGA)

## para transformadores eléctricos - Vaisala Optimus™ OPT100



El analizador de gases disueltos para transformadores eléctricos, Vaisala Optimus™ OPT100, ofrece unas prestaciones únicas, eliminando completamente la aparición de falsas alarmas, y ofreciendo las más estables y mejores condiciones a largo plazo, mejorando las prestaciones de cualquier equipo existente hasta ahora en el mercado, todo ello sin mantenimiento alguno.

### No más falsas alarmas

El sensor IR y los componentes más críticos del analizador Optimus™ OPT100 han sido fabricados siguiendo los estándares de calidad más exigentes en las propias salas blancas de la firma finlandesa. La extracción de gas por vacío garantiza por completo estabilidad en las medidas, evitando variaciones en las mismas que pudiesen originarse por la temperatura del aceite, la presión, y el tipo de aceite a monitorizar. Por otra parte, las ópticas herméticamente selladas y protegidas previenen al sensor de cualquier tipo de contaminación. ¿El resultado final? Un analizador DGA que elimina por completo falsas alarmas.

### Un Analizador diseñado para trabajar en cualquier entorno

Con una carcasa de temperatura controlada, la IP66, fabricada en aluminio y acero inoxidable, ofrece un diseño y una durabilidad únicas, eliminando así los gastos en reparación y repuestos y capaz de trabajar desde el Ártico a los Trópicos.

### Diseño inteligente para una fácil monitorización

El analizador dispone de una interface web que elimina la necesidad de un software adicional, posibilitando la instalación del equipo en menos de dos horas, incluyendo la toma de aceite y la alimentación eléctrica. Y en caso de cualquier anomalía imprevista, como un corte en el suministro de energía, el propio equipo está diseñado para realizar un autodiagnóstico y ajustarse por sí mismo. •



# Creemos



Con el objetivo de transmitir nuestro compromiso con el crecimiento, la innovación y la alta tecnología como pilares fundamentales para el desarrollo futuro de la empresa, Alava Group cambia su nombre a Alava International. El nuevo nombre refleja nuestros esfuerzos para avanzar en los mercados de EE. UU., Creando una experiencia única con los clientes locales y ofreciendo un servicio al cliente más cercano con una imagen nueva y renovada.

Alava International cuenta con oficinas en Miami (Florida), Dallas (Texas) y Los Ángeles (California), desde donde coordinamos todos nuestros proyectos en curso en los Estados Unidos.

Nuestra misión es poner al alcance del mercado norteamericano los 45 años de experiencia del Grupo Álava en Europa, empresa líder en tecnología y aplicaciones para los principales sectores industriales, incluyendo servicios de ingeniería civil, servicios de diagnóstico e integración de tecnologías, lo que nos convierte en proveedor único de tecnología de muchos de nuestros clientes.

Te invitamos a que conozcas nuestra nueva página web: [alavainternational.com](http://alavainternational.com).

*Inspiration comes of  
working every day*



Grupo Álava

+34 915 679 700 | [alava@grupoalava.com](mailto:alava@grupoalava.com)

Edificio Antalia. Albasanz 16, 28037 Madrid

[grupoalava.com](http://grupoalava.com)

Madrid | Barcelona | Zaragoza | Lisboa | Miami | Dallas | Los Angeles | Lima