

Cuánto invertir en tecnologías predictivas

Introducción

La selección de la tecnología más adecuada para la implantación de un plan predictivo es un reto para el ingeniero de mantenimiento. Para conseguir la tecnología óptima en cada planta industrial se requiere un cierto estudio, debido a la gran cantidad de instrumentos, equipos y software disponibles en el mercado. La falta de información fiable sobre estas tecnologías tiene como consecuencia el aplazamiento de las decisiones y por lo tanto del retraso en la implantación del mantenimiento predictivo. Esto tiene como consecuencia que se pospongan los beneficios que la estrategia predictiva produce en el área de mantenimiento de la compañía.



Fig. 1. Colector analizador portátil para toma de datos de vibración en rutas de inspección predictiva.

Más de dos décadas después de que apareciesen los primeros sistemas de análisis de vibraciones aplicados al mantenimiento de maquinaria rotativa, nos encontramos en un momento totalmente distinto al inicial, en cuanto a los motivos que impulsan a las empresas a adquirir las tecnologías predictivas. Superada ya la fase en la cual las empresas compraban equipos de diagnóstico por innovación o simple curiosidad, hemos llegado a un punto donde cada inversión necesita una justificación económica y sin ella, cualquier proyecto es inmediatamente descartado.

En este artículo se trata de aportar ideas para facilitar el proceso de selección de tecnología y/o servicios predictivos aplicados a la maquinaria rotativa industrial. Ante el amplio rango de instrumentación y sistemas existentes en el mercado, se recomienda acotar el presupuesto de inversión con el fin de seleccionar la tecnología óptima para las necesidades de cada planta industrial.

En la mayoría de las ocasiones, se limita la inversión en tecnologías predictivas por cuestiones totalmente subjetivas. En este artículo se enumeran los puntos a analizar para estimar qué presupuesto anual sería razonable para nuestra instalación según un planteamiento objetivo. Téngase en cuenta que tanto si erramos por poco o demasiado presupuesto anual para el plan predictivo tendremos una situación no deseable porque, o bien no dispondremos de presupuesto para mantener los gastos necesarios, o bien no conseguiremos ahorros suficientes para justificar la inversión. Por lo tanto, el equilibrio en los presupuestos es una de las bases del éxito.

En la tabla de la figura 2 se enumeran aquellos costes que deben evaluarse para conseguir un orden de magnitud y así elaborar el presupuesto anual que debe dedicarse al plan predictivo.

Ahorros por la aplicación de la estrategia predictiva
Pérdidas por parada de planta no planificada
Costes de las averías catastróficas
Extensión en la duración de servicio de los componentes y lubricantes
Se reducen los stock de piezas de recambio
Coste de la baja calidad
Pérdida de materia prima
Costes por seguridad
Costes medioambientales
Otros

Fig. 2. Ahorros consecuencia de la aplicación de la estrategia predictiva.

Ahorros por la aplicación de la estrategia predictiva

La aplicación de la estrategia predictiva en el mantenimiento industrial reporta una serie de beneficios que detallamos a continuación.

Pérdidas por parada de planta no planificada

Se trata de computar las pérdidas anuales por paradas de planta. Para evaluar estos costes se ha de sumar:

- Beneficios esfumados por no producir.
- Costes generales diarios de la planta que incluyan incluso los salarios.
- Penalizaciones por entrega del producto fabricado fuera de plazo.

Costes de las averías catastróficas

Una avería que evoluciona hacia el fallo en una máquina no monitorizada puede llegar en ocasiones a destrozar la propia máquina. En equipos de mayor potencia, los costes de reparación son extremadamente altos y son en sí mismos justificativos de sistemas de protección y monitorización permanente por vibraciones o de inspecciones predictivas mediante rutas periódicas.

Fig. 3. Las averías catastróficas tienen como consecuencia reparaciones costosas, paradas de producción prolongadas y riesgos de seguridad.



Extensión en la duración de servicio de los componentes y lubricantes

Para una correcta evaluación de los ahorros derivados de la aplicación de la estrategia predictiva en el mantenimiento de una instalación, se ha de tener presente que la evolución del Preventivo al Predictivo supone la eliminación de intervenciones de mantenimiento innecesarias. Aparte de la reducción en mano de obra que produce este cambio de estrategia, también se reduce el consumo de muchos de los componentes de las máquinas (p.e. rodamientos) hasta la quinta parte en relación la duración calculada, según planteamientos teóricos.

Se reducen los stock de piezas de recambio

Las técnicas predictivas permiten la programación de intervenciones para la sustitución de muchos de los componentes de la maquinaria. Puesto que el aprovisionamiento de estas piezas también puede programarse, no es necesario mantener un stock en el almacén de la planta.

Coste de la baja calidad

Una avería que genere vibraciones en una máquina de producción puede reducir la calidad del producto fabricado. Los sistemas predictivos permiten conocer que se está produciendo este desajuste desde el mismo momento en que comienza a ser sensible, lo cual permite anticipar las decisiones para corregir las desviaciones. En aplicaciones del tipo de laminadores o máquina herramienta, los datos de vibración tomados con fines predictivos nos pueden alertar también de vibraciones que produzcan una reducción en la calidad del producto fabricado. Existen sistemas de monitorización en continuo que han conseguido grandes beneficios en las plantas donde se han aplicado.

Pérdida de materia prima

Sobre todo en los sectores petroquímico, químico, farmacéutico y alimentario, una avería durante el proceso productivo supone la pérdida de la costosa materia prima.

Costes por seguridad

En este punto se computan los gastos derivados de accidentes tales como indemnizaciones, daños a las personas o incluso la destrucción de la planta, etc. Aquí se pueden contabilizar también las reducciones en las primas de los seguros que aplican las compañías aseguradoras a las plantas que tienen bien implantado un plan predictivo, puesto que su riesgo disminuye y se justifica por la reducción drástica en las averías no previstas.



Fig. 4. Una avería no detectada a tiempo en una máquina de alta potencia genera riesgos que pueden tener graves consecuencias.

Costes medioambientales

Deben contabilizarse también las multas por vertidos contaminantes o tóxicos e incluso las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera que están en directa relación con el rendimiento de la maquinaria.

Evidentemente, si una compañía se está planteando la posibilidad de aplicar las técnicas predictivas para modificar la planificación de su mantenimiento, debe comenzar inmediatamente a contabilizar todos los datos que hemos enumerado. Así, tendrá en su mano la información que le permitirá tomar la decisión acertada.

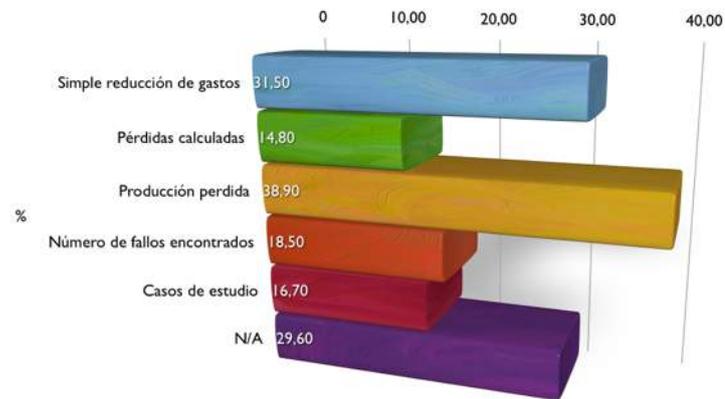


Fig. 5. Cómo se justifica un programa de mantenimiento predictivo en motores eléctricos. Extraído del “2013 Motor Diagnostics and Motor Health Study” (ref. 5).

Una vez determinados los costes extra por una estrategia de gestión del mantenimiento no predictiva, tendremos la pauta para asignar un presupuesto razonable a la gestión predictiva.

Grado de implantación de la estrategia predictiva

La implantación de la estrategia predictiva es muy desigual en la industria, lo cual tiene como consecuencia que los gastos en mantenimiento sean también muy desiguales.

En los sectores industriales con un mayor desarrollo el mantenimiento predictivo está totalmente generalizado, puesto que su aplicación supone grandes ahorros en el presupuesto de mantenimiento. Sin embargo, su aplicación es muy desigual incluso entre las diferentes plantas de la misma compañía. Existen grupos empresariales que han comparado los gastos en mantenimiento de todas sus plantas y han encontrado grandes diferencias entre ellas en función del grado de implantación de la gestión predictiva del mantenimiento en cada planta del grupo.



Fig. 6. Ranking de efectividad de tecnologías, según la percepción de los usuarios. Extraído del “2013 Motor Diagnostics and Motor Health Study” (ref. 5).

Existen consultoras especializadas en evaluar la gestión de los departamentos de mantenimiento y proponer mejoras para su optimización. Téngase en cuenta que solamente los ahorros de las operaciones de mantenimiento preventivo innecesarias pueden pagar estos servicios de consultoría y reportar grandes beneficios a la compañía.

Pero en muchas ocasiones, la dirección de las plantas ha visto las inversiones en tecnología predictiva como un caro juguete que le piden los ingenieros de mantenimiento. Esto es así porque no se ha transmitido a la dirección de la planta el impacto en la gestión del mantenimiento que se persigue con la aplicación de estos equipos y software y lo que pueden llegar a suponer en ahorros en la cuenta de resultados de la planta.

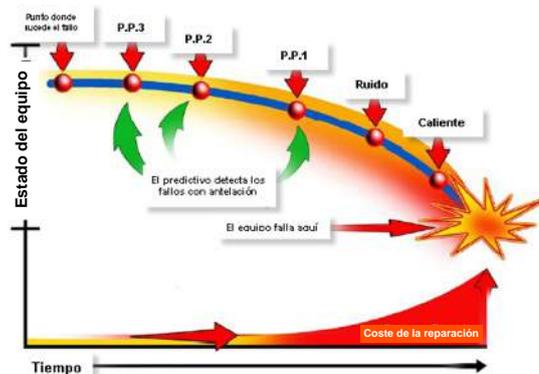


Fig. 7. En esta gráfica se muestra cómo el coste de la reparación depende de la antelación con la que se detecte el fallo. Los métodos de inspección más básicos, como son la medida de temperatura o la escucha de ruidos, no garantizan una antelación suficiente como para que las detecciones realizadas por estos métodos sean consideradas predictivo. La aplicación de técnicas avanzadas de detección de fallos asegura la pronta identificación de los defectos en desarrollo y la programación de su reparación sin interferir en los periodos productivos programados.

En el manual “Plant Engineer’s” de Keith Mobley, se detallan los siguientes beneficios a la aplicación de la estrategia predictiva al mantenimiento industrial:

- Costes de mantenimiento: -50%

- Fallos no detectados: -55%
- Tiempo de reparaciones y revisiones: -60%
- Stock de recambios: -30%
- Incremento de MTBF: +30%
- Incremento de disponibilidad: +30%

Inversiones para la implantación de un plan de mantenimiento predictivo

A veces se cometen errores al estimar la inversión total necesaria para que un plan de mantenimiento predictivo sea efectivo y ello provoca fracasos en la implantación de la estrategia predictiva en el mantenimiento.

Inversiones para la implantación de un plan predictivo
Equipos portátiles de inspección predictiva
Software predictivo
Instalación de bases de toma de datos de vibración o ultrasonidos
Instalación de sensores de vibración o ultrasonidos en puntos no accesibles
Mantenimiento y calibración de los equipos portátiles de inspección predictiva
Mantenimiento del software predictivo
Material informático para los analistas
Mano de obra del analista predictivo
Mano de obra para las rutas de inspección predictiva
Sistemas de monitorizado en continuo

Fig. 8. Partidas de inversiones para la implantación y el mantenimiento de un plan predictivo.

Las inversiones en tecnología, servicios de implantación, formación y recursos propios para arrancar y mantener un departamento de mantenimiento predictivo se detallan a continuación.

Equipos portátiles de inspección predictiva

La mayor parte de los sistemas de mantenimiento predictivo se basan en medidas periódicas tomadas mediante equipos portátiles que recogen la información de la vibración en rutas preprogramadas. Estos equipos pueden ser:

- Colectores portátiles de vibración
- Detectores de ultrasonidos
- Cámaras termográficas
- Analizadores de motores eléctricos
- Analizadores de presión dinámica para máquinas alternativas
- ...



Fig. 9. Equipo de detección de ultrasonidos SDT270 con sensor parabólico.

Software predictivo

Los colectores portátiles para la medida de vibración, ultrasonidos, termografía... se combinan con software predictivo para:

- Configurar rutas de inspección predictiva
- Gestionar las alarmas en cada punto de inspección
- Generar los informes de excepción
- Guardar los datos históricos
- Facilitar el análisis de los datos registrados

Instalación de bases de toma de datos

El marcado de los puntos de toma de vibración o ultrasonidos suele ser suficiente para conseguir que el sensor se coloque en la misma posición cada vez que se realiza una medida. Pero si se desea mejorar la repetibilidad de la medida, se aconseja montar bases de toma de datos para garantizar que se coloca el sensor siempre en la misma posición.

Instalación de sensores en puntos no accesibles

La instalación de sensores fijos en puntos no accesibles suele resultar más económico y seguro que el montaje de andamios para acceder a los puntos normalmente inaccesibles.

Mantenimiento y calibración de los colectores portátiles

Los equipos de medida suelen calibrarse cada año. Además, los fabricantes de la tecnología predictiva ofrecen contratos de mantenimiento que cubren la reparación de averías de los equipos durante el periodo de vigencia del contrato.

Mantenimiento del software predictivo

La garantía del software predictivo puede ampliarse anualmente mediante el contrato del mantenimiento del software, que incluye el soporte y las actualizaciones a la última versión disponible.

Material informático para los analistas

Debe ponerse a disposición del analista predictivo un PC de configuración actual con una pantalla de alta resolución y una unidad para guardar las copias de seguridad.

Mano de obra del analista predictivo

Salario o coste del servicio si se subcontrata al analista.

Mano de obra para las rutas de inspección predictiva

Salario o costes del servicio de toma de datos de vibración. Frecuentemente se plantea la toma de datos por personal de la planta y se subcontratan los servicios de análisis y diagnóstico para elaborar los informes predictivos.

Sistemas de monitorizado en continuo

Costes de adquisición, instalación, operación y mantenimiento de sistemas de diagnóstico predictivo en continuo.

Subcontratar o no subcontratar

La tendencia actual es a realizar las rutas de inspección con personal propio o subcontratado localmente y subcontratar los servicios de diagnóstico predictivo con compañías especializadas.

En el artículo “Subcontratar o no subcontratar, esa es la cuestión” publicado en Diciembre de 2005 en la revista Preditécnico, se consideran tres hipótesis distintas para la explotación del mantenimiento. En la figura 6 se indican los costes para los diferentes tipos de explotación para 200 equipos.

Modo de explotación del predictivo	Coste anual
Ejecutado totalmente por personal de la planta	84 k€
Totalmente subcontratado	48 k€
Toma de datos por personal de la planta y subcontratación del diagnóstico	37 k€

Fig. 10. Coste de explotación del mantenimiento predictivo para 200 equipos críticos según los distintos modos de explotación.

Conclusión

Aquellas compañías que no invierten en la optimización de la gestión de su mantenimiento están dando ventaja a su competencia.

En resumen, fundamentalmente existen tres maneras de gestionar el mantenimiento de los equipos de una planta industrial. Se puede esperar a que fallen y entonces repararlas, se pueden programar revisiones periódicas o se puede aplicar la estrategia predictiva para supervisar, diagnosticar y anticiparse a los fallos para programar las reparaciones solamente cuando sean necesarias.

El éxito o el fracaso en la aplicación de la estrategia predictiva está en gran medida condicionado por la inversión inicial y anual dedicada al plan de mantenimiento predictivo. Tan negativo es dedicar menos presupuesto del necesario como exceder el presupuesto que se puede compensar con la estrategia predictiva. Por ello, es recomendable realizar un estudio que compute los ahorros anuales derivados de la aplicación del plan predictivo e invertir en él un presupuesto que genere un retorno de la inversión óptimo.

Bibliografía

1. Practical Machinery Vibration Analysis & Maintenance, Cornelius Scheffer y Paresh Girdhar, 2004
2. An Introduction to Predictive Maintenance, R. Keith Mobley, 2002
3. PdM Secrets Revealed, Allied Reliability, 2007
4. Gaining Acceptance For A Predictive Maintenance Program, Andy Page, Maintenance Engineer, Noranda Aluminum, Inc., 1998
5. 2013 Motor Diagnostics and Motor Health Study, Howard W Penrose, Ph.D., CMRP, 2013
6. Subcontratar o no subcontratar, esa es la cuestión, Revista Preditécnico, 2005
7. Justificación técnica y económica de un programa de mantenimiento condicionado, AIQB Huelva, F. Ballesteros, 2004



Madrid – octubre 2013
Francisco Ballesteros Robles
fballesteros@preditec.com
Preditec/IRM

Sobre el autor

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