



Técnicas avanzadas de mantenimiento

Estrategias de mejora continua

Convocadas por INDUSTRIA QUÍMICA, diferentes compañías ofrecieron su visión y alternativas a la misión de hacer del mantenimiento industrial una parte directa de la estrategia empresarial de una compañía. Las claves para que una empresa sea competitiva y rentable pasan en el momento actual por conseguir técnicas avanzadas en el mantenimiento de las plantas e instalaciones. Algunas de estas propuestas se ofrecieron en este encuentro, del que se resume a continuación el contenido de las diferentes ponencias presentadas.

Different companies offered their vision and alternatives to the mission of making industrial maintenance a direct part of the business strategy of a company. The keys to a company to be competitive and profitable go at present to get advanced techniques in the maintenance of plants and facilities. Some of these proposals offered in this meeting, which is summarized below the contents of the different presentations.

Redacción INDUSTRIA QUÍMICA

Técnicas avanzadas de mantenimiento dentro del marco de las estrategias de negocio, estrategias de mantenimiento y estrategias de gestión de activos

Antonio Sola, vicepresidente de Ingeman



Para abordar las últimas técnicas del mantenimiento dentro de una estrategia de negocio habrá que definir cuáles son los conflictos que se producen en el proceso de gestión de activos de una compañía. De esta forma, podríamos resumir los mismos en los siguientes: producir más, mayor confiabilidad (disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad y logística de mantenimiento), mejorar la eficacia de los activos, mejorar la eficiencia en la gestión de los activos y la calidad de los productos, incrementar la seguridad, mejora en el cumplimiento de las regulaciones, incrementar la vida útil, gastar menos (baja inversión inicial), disminuir los costes de operación y mantenimiento, e incrementar la vida útil.

A partir de estos supuestos, se establece la pregunta de cómo alinear las estrategias de mantenimiento por activo a las necesidades del negocio. En el proceso de gestión de esta estrategia habrá, pues, que definir en primer lugar dicha estrategia (las condiciones para el éxito de mantenimiento en una organización determina la eficacia de la ejecución posterior), para posteriormente implementar la misma (permite minimizar el coste de mantenimiento y determina la eficiencia de nuestra gestión).

De esta forma, la contribución de las técnicas avanzadas de mantenimiento a los objetivos del negocio podían concretarse en los siguientes: reducir la probabilidad de presencia de fallos (fiabilidad), recuperar de forma rápida y eficiente la operación de los sistemas una vez que se ha producido la interrupción de la función (mantenibilidad), o minimizar el impacto por las consecuencias de los eventos de fallos (costes por indisponibilidad).

Así pues, en términos generales, la contribución de estas técnicas a una gestión eficiente del mantenimiento permi-

te, a saber: mejorar la continuidad operacional (confiabilidad), maximizar la rentabilidad de los activos (ganancias económicas), y, en tercer lugar, minimizar el riesgo sobre la seguridad y el ambiente a niveles tolerables (efectos y las consecuencias de los eventos de fallas).

En resumen, podemos establecer cuatro aspectos o ideas que definen estas estrategias. En primer lugar, enmarcar el uso de las diferentes metodologías de optimización y nuevas tecnologías dentro de un proceso integral de gestión de activos de la organización, y no como una iniciativa aislada del área de mantenimiento. En segundo lugar, evitar sobrecargar con iniciativas simultáneas, para lo que es necesario conocer el objetivo de cada metodología y de cada tecnología, y justificar su aplicación. En tercer lugar, constatar que la falta de dominio del área de confiabilidad operacional puede conducir a: abstenerse de aprovechar herramientas útiles, generar expectativas poco fundadas y lesionar el liderazgo directivo si se producen estas dos variables (abstención y expectativas poco fundadas). Por último, existe de una diversidad de condiciones que aconsejan usar combinaciones de diferentes metodologías, es decir, se debe preservar suficiente flexibilidad en las definiciones de rutas, estrategias y proyectos de optimización, con el fin de no limitar o rigidizar las mejoras de la confiabilidad operacional a herramientas únicas asociadas en muchas ocasiones a simples modos.

La gestión práctica del mantenimiento: El caso de éxito en Lamborghini

Rafael Arjona, director T&G/Opera MES (T&G)



T&G, una compañía con más de 25 años de presencia en el mercado español y latinoamericano, dispone de líneas de producto de software propio y soluciones verticales especializadas y reconocidas como de primera línea en sus sectores.

Opera MES puede actuar como sistema stand-alone o como puente entre los sistemas existentes (ERP, WMS...) y la planta productiva

Opera MES es un producto MES (*Manufacturing Execution System*), basado en los estándares internacionales industriales que definen las funcionalidades que ha de cubrir un sistema MES, a saber: gestión de operaciones de producción, gestión de operaciones de calidad, gestión de operaciones de inventario, y gestión de operaciones de mantenimiento.

Opera MES puede actuar como sistema *stand-alone* o como puente entre los sistemas existentes (ERP, WMS...) y la planta productiva. Se integra directamente a cualquier sistema existente en el mercado, permitiendo establecer una interacción directa entre el nivel de gestión de la empresa y el nivel de control de la planta de producción, donde las operaciones se ejecutan por medio de operarios, equipos y sistemas de control (PLC)

Opera MES convierte la información de producción que se define en el sistema o que viene de su ERP en un "lenguaje" comprensible a operarios y equipos. Se alimenta en tiempo real y directamente en línea de producción de datos provenientes de operarios y equipos, y los convierte en información completa, precisa, fiable e integrada para la toma de decisiones, optimizando y evitando el uso de documentación escrita o de cualquier otro tipo en sus zonas de trabajo y producción. El MES entrega sus resultados de producción, materiales, calidad etc. al sistema ERP, o bien a los usuarios que se hayan establecido.

Mantenimiento

Los procesos que se definen en Opera son diseñados en función de las necesidades reales de cada operación, producto, máquina y cualquier otro condicionante que se quiera tener relacionado.

En el caso de ejemplo, el mantenimiento consta de tres tipos: el correctivo, el preventivo y el MAO. Tanto el correctivo como el preventivo, cuando son generadas las órdenes, se acompañan de forma automática con el entorno necesario.

Toda la información relativa a la máquina, planos e instrucciones, historial de actuaciones realizadas, elementos de control, inventario de piezas y útiles relacionados, información en general que es relativa al entorno con el que se quiere operar, al igual que está presente para la máquina de forma general, puede estarlo de forma contextual, dependiendo del entorno, producto, operación o cualquier otro dato conocido.

La información generada se condiciona para poder centrar y solventar el problema con la mayor rapidez y eficiencia posible. Así, la orden de mantenimiento correctiva, en dependencia de ese entorno en el momento de originarse el error, puede contar tanto con la información como con los test de evaluación necesarios en la vuelta a la producción para poder garantizar que el error se ha corregido de forma adecuada.

Dentro del preventivo se engloba el Mantenimiento Autónomo de Operarios (MAO). Este gestiona una lista de operaciones y comprobaciones a realizar en cada momento específico, como, por ejemplo, al inicio del día, en el cambio de operación, en el cambio de turno, etc.

Estas listas de comprobación (*check-list*) son respondidas por los operarios de forma ágil y sencilla, registrando parámetros de validación o valores con los que se pueden generar, si es necesario, acciones correctivas o de seguimiento. Las validaciones, y si estas han sido realizadas o gestionan directamente las alertas son necesarias para poder garantizar su cumplimiento.

Gracias a este mantenimiento se ha logrado reducir significativamente el número de paradas y reducir los tiempos de preparación, con la consiguiente mejora de los indicadores y el resultado global de la producción.

Normativa de eficiencia energética y mantenimiento de equipos electromecánicos

Javier Sánchez, responsable de marketing de Weg Iberia



Weg es una compañía multinacional con presencia global y fábricas repartidas por Europa, América, Asia y África. Con más de 30.000 empleados, suministramos soluciones eléctricas completas para el sector industrial. Abarcamos desde transformadores de potencia, generadores y turbinas eléc-

tricas hasta motores eléctricos, pasando por transformadores de distribución, cabinas de protección, CCMs, cuadros eléctricos, variadores de frecuencia, elementos de protección, mando y señalización, reductores de velocidad, acoplamientos, servos, etc. Nuestro amplio rango de productos se divide en las divisiones de motores, automatización, energía, transmisión y distribución de potencia eléctrica.

Normativa de eficiencia energética

Se exponen a continuación los motivos de regular los equipos eléctricos presentes en la industria. El sector industrial es el responsable de aproximadamente la mitad del consumo eléctrico. De esa parte, casi tres cuartas partes corresponden a equipos accionados. Tiene mucho sentido, por lo tanto, regular la actividad industrial para hacerla más efectiva, económica y competitiva.

Solamente un 2% del coste total de los motores eléctricos es el coste de adquisición del mismo, mientras que más del 95% corresponde a su consumo energético a lo largo de toda su vida útil.

La normativa energética actual, basada en el reglamento europeo 4/2014 que modifica el 640/2009, y que se sustenta en la norma IEC 60034-30 Ed. 1, indica que desde 2015 todos los motores de inducción, por encima de 7,5 kW, tienen que cumplir el estándar IE3 (o IE2 si van equipados con un variador de frecuencia). A partir de 2017 esta norma se extenderá a los motores de 0,75 kW hasta 7,5 kW.

Las excepciones se endurecen respecto a la anterior regulación. La altura de instalación a la que quedan exentas son más de 4.000 metros (frente a los 1.000 anteriores). Respecto a la temperatura ambiente a la que están preparados los motores, debe ser superior a 60°C o inferior a -30°C. El resto de excepciones no sufren variación.

Mantenimiento de equipos electromecánicos

Son los motores eléctricos trifásicos de inducción los más habituales en la mayoría de sectores industriales, incluyendo el petroquímico. Por tanto, la importancia de un correcto mantenimiento de los mismos es crucial para prolongar su vida útil, asegurarse un consumo mínimo, evitar accidentes y pérdidas de producción.

Uno de los primeros aspectos a tener en cuenta es el adecuado grado de protección IP de los equipos. Siendo el estándar IP55, en muchas ocasiones se requiere protección ampliada, tanto para sólidos como para líquidos.

En algunos casos se producen fallos en los motores debido a suministros de tensión inestables o mal equilibrados. Esto provoca el funcionamiento fuera de la zona de tensión y frecuencia para la que fueron construidos o que una de las fases esté desequilibrada. En todos los casos, además de sufrir pérdidas innecesarias, es probable que se produzcan fallos en los devanados.

Se recomienda actualizar las instalaciones empleando sistemas de arranque suaves cuando la instalación así lo

Uno de los elementos más importantes para el correcto mantenimiento de los motores eléctricos son los rodamientos

permita. De este modo, la intensidad de arranque (superior a seis veces la nominal), se ve considerablemente reducida, mejorando la vida útil de los equipos y permitiendo una instalación eléctrica sin necesidad de sobredimensionar.

Dentro de esa instalación eléctrica, hay que tener en cuenta casos particulares como el que sucede con los motores de factor de servicio ampliado. En estos casos, el relé debe estar tarado con una intensidad un 5% por debajo de la calculada para dicho factor de servicio.

Como se ve, el sobrecalentamiento de los motores puede estar debido a diversos factores ya comentados. Además de un suministro eléctrico inadecuado, el número de arranques o la temperatura ambiente, se pueden generar fricciones evitables por cargas elevadas en la punta del eje. También existen casos en los que los sistemas de ventilación fallan, o, incluso, la acumulación de suciedad en la carcasa de los equipos puede generar que la temperatura se eleve por encima de los valores recomendados por el fabricante, llevando a la quema de los devanados.

Tener bajo control estas situaciones es relativamente sencillo mediante elementos de protección en los motores, como son los interruptores bimetálicos, las sondas PTC o PT100, cuya instalación es económica y siempre muy aconsejable.

Uno de los elementos más importantes para el correcto mantenimiento de los motores eléctricos son los rodamientos. El paso del tiempo, las vibraciones, golpes y la incorrecta lubricación, generan fallos en los mismos que pueden arrastrar consigo una avería de gran importancia en el equipo.

Montar escudos de fundición de hierro disminuye considerablemente las holguras que se generan con el uso de los equipos. Seguir exhaustivamente las indicaciones del fabricante en cuanto a los periodos de lubricación, las cantidades a emplear y la vida útil de los mismos, es fundamental para un correcto funcionamiento de los sistemas mecánicos a los que van asociados.

También la selección de los mismos a la hora de sustituirlos es fundamental. Como ejemplo, aquellos equipos controlados con variador de frecuencia requieren de la instalación de rodamientos aislados.

Existen algunas técnicas muy aconsejables a la hora de realizar mantenimiento no correctivo en la actualidad. Son destacables el análisis de vibraciones, la termografía, el análisis de los aceites y grasas de las partes mecánicas de los equipos, y la videoscopia para elementos cerrados.

Hacia la eficiencia del mantenimiento basado en condición

Alberto Ortega Redondo y Rubén Ramírez Vázquez (TSI)



El objetivo del mantenimiento es garantizar la competitividad de la empresa, asegurando una adecuada disponibilidad y fiabilidad de los activos en términos de funcionalidad y calidad adecuadas al estándar definido.

El clima de alta competitividad que existe actualmente en la industria, así como la asfixiante atmósfera de recorte de costes, obliga a que todos los sistemas y funciones de la empresa adopten una ineludible filosofía de mejora continua.

La función de mantenimiento de una empresa, por lo tanto, no es ajena a este concepto. Como una de las funciones con más costes asociados, la mejora de su eficiencia influirá en la competitividad de la empresa. Planificar, ejecutar, controlar y actuar en consecuencia son acciones necesarias si se pretende mejorar de forma continua la función de mantenimiento.

Es necesario, por lo tanto, implantar un proceso de mejora continua en todas las actividades de mantenimiento de una compañía con el objetivo de alcanzar la excelencia, lo que supone un mantenimiento y fiabilidad de clase mundial (WCMR). Uno de los pilares básicos para que una organización alcance la excelencia en su función de mantenimiento, es decir, esta sea de clase mundial, es que la creación de los planes de mantenimiento debe sustentarse en:

- Categorización.
- Definición de estrategias de mantenimiento. RCM y MTA.
- Análisis de criticidad.

Las metodologías RCM y MTA se basan en los modos de fallos del activo y tienen una gran relación costo-eficiencia. Además, ambas metodologías comparten su priorización del CBM frente a otro tipo de tareas de mantenimiento basadas en el calendario.

Eficiencia en el CBM: LEAN CBM

Atendiendo a lo expuesto, WCMR prioriza las estrategias de mantenimiento basadas en CBM. Muchas organizaciones malinterpretan esto como una patente de corso en la aplicación del CBM:

- Las actividades y periodos de inspección se seleccionan de acuerdo con un análisis de criticidad, sin considerar la probabilidad de ocurrencia del fallo.
- Los puntos de inspección y las técnicas de diagnóstico son seleccionadas de acuerdo a normas, convenciones y reglas universalmente aceptadas, encaminadas a un completo diagnóstico del activo, perdiendo de vista el objetivo principal de esta estrategia de mantenimiento: conocer la condición del activo.
- El ROI únicamente tiene en consideración la inversión en tecnología y recursos humanos, no capitalizando los costes asociados al sobre esfuerzo de medida y la gestión de la información.

El paradigma constituido por la forma de proceder anterior trae diversas consecuencias para la organización:

- CBM aplicado en equipos sin justificación económica.
- Alto coste en tiempo en implantaciones que, en la mayoría de los casos, son parciales o incompletas.
- El tiempo de inspección se convierte en tiempo de medida, lo que merma casi por completo la disponibilidad de los inspectores para poder realizar otras tareas de mayor valor añadido para la organización: diagnóstico, RCM, RCA, gestión de la información.
- Los departamentos o grupos de fiabilidad se sobredimensionan con objeto de evitar, en vano, el fantasma del "departamento reactivo".
- El volumen de información dificulta su manejo y hace incurrir a la organización en costes generalmente no considerados.

TSI considera necesario realizar un esfuerzo en la racionalización de los puntos y tecnologías de inspección, así como alcanzar una gestión eficaz de la información. Las líneas de trabajo de la empresa están orientadas a romper con los viejos paradigmas y alcanzar un auténtico lean CBM.

Actualmente se está trabajando en el diseño de soluciones a medida, diseñadas "ad hoc", para que nuestros clientes no sólo logren la excelencia en su función de mantenimiento, sino mejoren su competitividad.

Optimización de los puntos de inspección

Una práctica extendida es la de caracterizar la condición de una máquina aplicando las directrices de alguna norma, lo que generalmente conduce a la definición de puntos de inspección necesarios para modos de fallo poco probables.

Por otra parte, aún en el caso de modos de fallo con una probabilidad de ocurrencia significativa, se tiende a sobredimensionar el conjunto de puntos de inspección. Si bien desde el punto de vista de la diagnosis puede ser conveniente, desde el punto de vista de la determinación de la condición de la máquina es, en la mayoría de los casos, innecesario.

En esto juega un papel fundamental el propio expertise de las organizaciones; la optimización de los puntos de inspección en los activos, será tanto mayor cuanto más extensa y mejor estructurada esté su base de conocimiento.

Las metodologías RCM y MTA se basan en los modos de fallos del activo y tienen una gran relación costo-eficiencia. Además, ambas metodologías comparten su priorización del CBM frente a otro tipo de tareas de mantenimiento basadas en el calendario

Tecnologías de diagnóstico

Tanto el modo de fallo del activo como el grado de riesgo asumible, y el punto de operación de la compañía, determinan un intervalo P-F óptimo.

A la hora de abordar la detección de un determinado modo de fallo, es conveniente contestar dos preguntas básicas:

- ¿Cuál es la fiabilidad requerida para un determinado activo atendiendo a un modo de fallo concreto?

- ¿Cuál es la tecnología de inspección más apropiada desde el punto de vista del intervalo P-F requerido?

Gestión de la información

Los costes por disponer de un sistema de gestión de la información ineficiente, o incluso redundante, rara vez son tenidos en cuenta.

Un adecuado sistema de gestión de la información debe cumplir con las siguientes premisas:

- La información ha de ser fiable y universalmente accesible dentro de la compañía.

- Minimizar el coste de *reporting*. Si la compañía dispone de un sistema de gestión (tipo SAP...), los diagnósticos deben estar junto a los avisos y tareas de mantenimiento, evitando, en la medida de lo posible, terceras herramientas que conducen a la redundancia.

- El tratamiento de la información ha de ser fácilmente automatizable.

Inspección y diagnóstico asistido por operadores y personal de mantenimiento (IDAO)

Implicar al personal de operación y, por supuesto, al personal de base del departamento de mantenimiento es altamente beneficioso.

La simplificación de las actividades de inspección, de forma que prácticamente cualquier miembro de la organización en contacto con los activos pueda convertirse en un inspector de fiabilidad, es una piedra angular dentro de la filosofía Lean CBM.

Además de ofrecer soluciones a medida en este sentido, una de las líneas de trabajo de TSI dentro del IDAO es alcanzar la auto-inspección y la asistencia robotizada, para lo cual se está trabajando el desarrollo de diferentes herramientas.

