IRIM
Instituto Renovetec
de Ingeniería del Mantenimiento

Nº10. 2018
Revista editada para socios **IRIM**

ESPECIAL MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN

EL ANÁLISIS DE INCIDENCIAS

MANTENIMIENTO CONDUCTIVO

NUEVA GUÍA 8

MANTENIMIENTO PREDICITIVO: MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN

EL SUBDEPARTAMENTO DE DIAGNÓSTICO, CLAVE PARA LA OBTENCIÓN DE BUENOS RESULTADOS

En términos de disponibilidad, fiabilidad, coste y vida útil.

CURSO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTAS DE GNL Y ERM

Un curso completo que garantiza la capacitación del personal de explotación de esta clase de plantas energéticas de gas natural licuado o con estaciones de regulación y medida.

MADRID, 7, 8 Y 9 DE MAYO

GUIA TÉCNICA IRIM 8: MANTENIMIENTO PREDICTIVO (MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN)

Escanea este código QR para ver el índice de la guía

El Instituto RENOVETEC de Ingeniería del Mantenimiento ha publicado la Guía 8 – Mantenimiento Predictivo: Mantenimiento basado en condición, una completa guía de más de 280 páginas en color en que se detallan todos los aspectos relacionados con el diagnóstico de instalaciones utilizando diferentes técnicas de diagnóstico.

La guía dedica no solo muestra las diferentes técnicas, sino como se aplica el resultado de los diferentes diagnósticos siguiendo una estrategia que tiene en cuenta el estado que presentan cada uno de los ítem que componen la instalación.

Más información en **www.renovetec.com**
Por correo electrónico a **info@renovetec.com** o llamando al **91 126 37 66**

IRIM
Instituto Renovetec
de Ingenieria del Mantenimiento

EDITORIAL

IRIM
Revista digital sobre mantenimiento editada para socios IRIM.
Nº 10
www.renovetec.com/irim
[irim@renovetec.com]

DIRECTOR
Santiago García Garrido

ARTÍCULOS
Santiago García
Yolanda Sánchez
André Ortega
Felipe Carvajal

MAQUETACIÓN Y DISEÑO
Rebeca Martín
Sandra Romero

COMITÉ EDITORIAL
Rebeca Martín
Julio Iturriaga
Marta Martín
Sandra Romero

EDITA
Instituto RENOVETEC de Ingeniería del Mantenimiento

Los artículos y las colaboraciones expresan únicamente las opiniones de sus autores

Santiago García Garrido
Director Técnico RENOVETEC

ESPECIAL MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN

El Mantenimiento Basado en Condición representa un paso más en la evolución de las estrategias de mantenimiento. Consiste básicamente en renunciar a pensar que podemos predecir con exactitud la vida de las piezas que componen un equipo, y por tanto, supone renunciar al mantenimiento sistemático consistente en realizar determinadas tareas por horas de funcionamiento o por periodos de tiempo.

El Mantenimiento Basado en Condición basa sus decisiones en el diagnóstico de los equipos y en actuar en ellos sólo si hay síntomas de que hay una degradación en un elemento que requiere una acción: limpiar, apretar, engrasar, reacondicionar, sustituir.

El diagnóstico se realiza utilizando diferentes técnicas que incluyen la inspección visual superficial, la inspección detallada, las verificaciones de funcionamiento, el análisis de datos obtenidos con instrumentos montados en línea o el análisis de datos obtenidos con instrumentos portátiles que se instalan en un equipo durante las pruebas y después se trasladan a otros.

Hemos dedicado este número a diferentes aspectos del Mantenimiento Basado en Condición conscientes de la importancia creciente que esta estrategia de mantenimiento tiene en el mundo industrial.

Esperamos que los artículos que hemos incluido resulten de vuestro interés.

Santiago García Garrido
Director

MADRID 7,8 y 9 DE MAYO
¡NO TE QUEDES SIN TU PLAZA!

CURSO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTAS DE GNL Y ERM

Un curso que profundiza en todos los elementos de la instalación, en las operaciones habituales (carga, descarga, transporte...) y en las tareas de mantenimiento (preventivo y legal), a llevar a cabo, para garantizar la disponibilidad máxima de la instalación.

renovetec FORMACIÓN

Escanea este código QR para ver las características del curso

SUMARIO

IRIM
Instituto Renovetec de Ingeniería del Mantenimiento

REVISTA IRIM
NÚMERO 10

ESPECIAL MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN

6 Mantenimiento basado en condición

8 Organigrama de mto. basado en condición

12 El subdepartamento de diagnóstico

15 Mantenimiento conductivo

19 Diagnóstico on line

23 El Análisis de incidencias

25 Inspecciones detallas

El Mantenimiento Basado en Condición, MBC, es una estrategia de mantenimiento que basa sus resultados, es decir, disponibilidad, fiabilidad, coste de mantenimiento, vida útil de la instalación, seguridad y bajo impacto ambiental, en el diagnóstico previo de los equipos.

Mientras que otras estrategias de mantenimiento se basan en otros principios, el mantenimiento basado en condición se basa, en el diagnóstico previo de los equipos e instalaciones.

LA ESTRATEGIA CORRECTIVA

La estrategia correctiva basa la obtención de sus resultados en la simple corrección de averías que se producen, sin recurrir a ningún tipo de diagnóstico previo, sino que se interviene cuando se produce la avería. La estrategia puramente correctiva puede dar algún resultado positivo en aquellas instalaciones que no tienen toda su producción vendida, y por tanto no tienen un impacto económico por el hecho de tener pérdidas de capacidad productiva, y en aquellas con equipos sencillos cuyas averías no son caras de re-parar. En el resto de las instalaciones, es decir, en la gran mayoría, la estrategia puramente correctiva no puede aportar nunca unos resultados óptimos.

LA ESTRATEGIA SISTEMÁTICA

La estrategia sistemática, según la cual se interviene en los equipos por periodos de tiempo naturales o por algún tipo de contador (horas de funcionamiento, kilómetros recorridos, piezas o unidades producidas) es una estrategia ampliamente implementa-da en muchos tipos de instalaciones. En ellas se ha llegado a la conclusión de que 'anticiparse al fallo' significa sustituir determinados elementos antes de que su degradación sea máxima.

El momento en que esta degradación máxima suceda y se produzca la avería o la pérdida de prestaciones, de acuerdo con esta estrategia, puede estimarse de algún modo, de manera que parece fácil anticiparse a la falla: realizar una sustitución, ajuste, limpieza o cualquier otro tipo de actividad sistemática de acuerdo con algún tipo de contador. Todo el mantenimiento se basa pues en qué tipo de contador es el que mide el desgaste o degradación de cada pieza (tiempo, horas, km, producción, etc.), cada cuantas unidades de ese contador hay que intervenir y qué tareas hay que llevar a cabo. La curva de bañera, en el que hay

un inicio de la vida útil de cada componente en el que la probabilidad de fallo es menor, un periodo de estabilización, y un periodo de vejez en el que aumenta la posibilidad de fallo, es una de los principios básicos de esta estrategia.

LA ESTRATEGIA CONDICIONAL

Junto a ellas, la estrategia condicional, basada en el diagnóstico previo de los equipos, asume que no es posible determinar a priori vida útil de cada pieza, y que por tanto, es más eficaz inspeccionar cada componente de la instalación por diferentes técnicas para decidir si vale la pena intervenir o no, y cuando es mejor hacerlo.

El diagnóstico utiliza diferentes técnicas (las inspecciones que lleva a cabo el personal de operación, las inspecciones detalladas por especialistas en mantenimiento, las observaciones y mediciones con equipos de diagnóstico fuera de línea, las observaciones y mediciones con equipos en línea) para determinar tanto las posibles degradaciones que estén sucediendo en cualquier punto de la instalación como su evolución. La gravedad potencial del daño en caso de que se produzca, y la tendencia que presenta éste, son dos aspectos clave para decidir si merece la pena llevar a cabo una intervención o no.

Hay dos aspectos muy importantes a tener en cuenta al implantar este tipo de estrategia condicional, y de los que se hablará ampliamente a lo largo de la guía 8 IRIM:

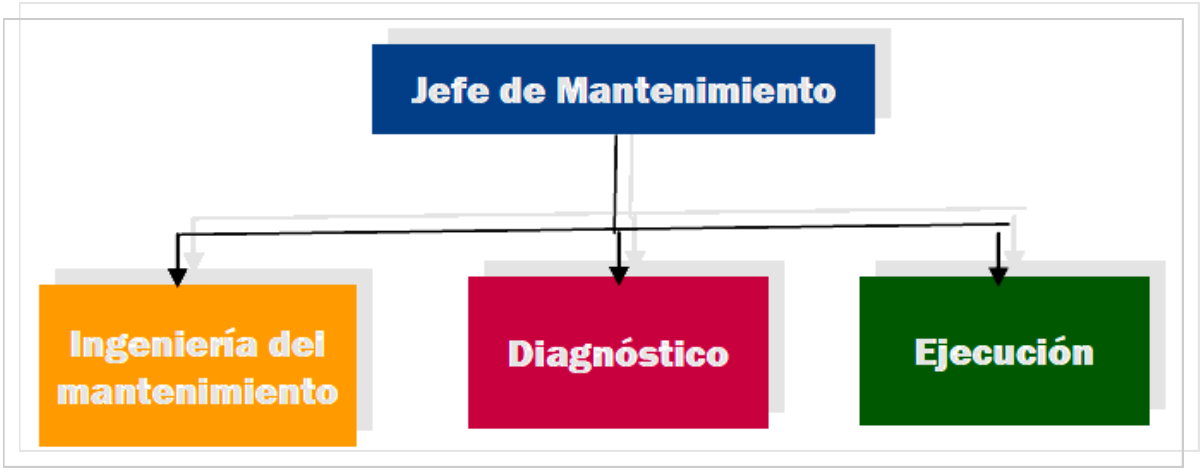
1. Cómo se evita aumentar el número de paradas de la instalación, ya que hay muchos procesos en serie que pararían si hoy hay que intervenir en uno de los equipos y mañana hay que intervenir en otro de ellos. El agrupamiento de intervenciones para evitar tener que parar las instalaciones con más frecuencia de la óptima es uno de los aspectos más importantes a la hora de implementar este tipo de estrategia condicional.
2. Cómo hay que modificar el organigrama de mantenimiento para que se puedan llevar a cabo tanto los diagnósticos como las intervenciones.

Existen estrategias mixtas, que también han dado buenos resulta-dos. Muchas instalaciones bien gestionadas tienen un plan de mantenimiento en el que algunos equipos se llevan a correctivo puro, interviniendo en ellos únicamente cuando rompen, otros fallos se previenen mediante intervenciones sistemáticas en las que se llevan a cabo sustituciones, ajustes o reacondicionamientos de determinadas partes de la instalación. Y por último, se realizan diversas inspecciones en las que se decide si es necesario llevar a cabo intervenciones o no.

En esta guía se defiende una idea: la estrategia que mejores resultados puede dar en la mayoría de las instalaciones es la estrategia condicional, con mucha diferencia sobre los resultados que pueden ofrecer las estrategias correctiva o sistemática, incluso una estrategia mixta.

Se defiende también que la estrategia condicional, unida a un diseño adecuado de equipos, a la realización de las modificaciones que hagan falta y al desarrollo de un procedimiento de selección de nuevos equipos libres de mantenimiento será la estrategia que puede ofrecer unos mejores resultados en el futuro. Pero para la implementación de estas estrategias más avanzadas es necesario dominar y tener perfectamente implementada la estrategia condicional.

Organigrama: Mantenimiento basado en condición



La implementación de una estrategia de mantenimiento basada en condición requiere de una profunda modificación de la organización del departamento de mantenimiento comparado con los organigramas tradicionales.

Las estructuras típicas de mantenimiento están basadas en la agrupación del personal en familias profesionales. Así, en la mayoría de las organizaciones tradicionales existe una división organizacional que divide el departamento de mantenimiento en subdepartamentos mecánico, eléctrico y de instrumentación. En algún caso se distingue entre personal a turnos y personal en turno central. También en algún caso hay un departamento de apoyo e incluso un almacén de repuestos y herramientas.

El problema es que este tipo de organización no da respuesta a algunas necesidades fundamentales:

- ¿Quién o quiénes son los encargados de realizar las diferentes técnicas de diagnóstico online, offline o de inspección?
- ¿Qué ocurre con el diagnóstico ante un aumento puntual de la carga de trabajo correctiva?
- ¿Quién es el encargado de la investigación de averías?
- ¿Quién elabora los planes de inspección?
- ¿Quién es el encargado de la recuperación del repuesto que puede ser reparado o reacondicionado?

La organización tradicional de mantenimiento que divide al personal en mecánicos, eléctricos y a veces también en instrumentistas no da una respuesta adecuada a esas cuestiones, que por supuesto, son de crucial importancia en un departamento bien gestionado.

Una estrategia de mantenimiento basada en la condición que presentan los equipos e instalaciones requiere un organigrama radicalmente distinto. Sin esa modificación, la implementación de una estrategia basada en condición nunca dará unos resultados efectivos y óptimos.

El organigrama necesario en grandes empresas se estructura en tres grandes responsabilidades, o subdepartamentos:

- El subdepartamento de Ingeniería del mantenimiento. El grupo de personas que lo integran no son responsables del día a día, sino de un grupo de actividades con una fuerte componente intelectual y un profundo conocimiento técnico. Sus responsabilidades están relacionadas con la redacción de especificaciones, con la elaboración del plan de inspecciones, con la planificación de las actividades de mantenimiento, con la investigación de averías y con la implementación y uso del software de gestión de mantenimiento implementado en la empresa.
- El subdepartamento de diagnóstico, encargado de llevar a cabo todas aquellas actividades de inspección online u offline, y con capacidad tanto para realizar la recopilación de datos como para el análisis de éstos.

El subdepartamento de ejecución, encargado de llevar a cabo todas las tareas determinadas por el diagnóstico y planificadas por la sección de planificación. No tiene responsabilidad en las inspecciones que se realizan, que las lleva a cabo otro grupo de técnicos. Es personal con grandes conocimientos técnicos y con gran capacidad de respuesta. Este subdepartamento se encarga de dar respuesta a las intervenciones de emergencia, a las intervenciones planificadas (con o sin parada de sistemas o áreas), a la gestión y recuperación de piezas de repuesto y al mantenimiento y gestión de las herramientas.

Escanea este código QR para ver el contenido de los libros

CONSECUENCIAS DEL CAMBIO DE ORGANIGRAMA

Las consecuencias del cambio de organigrama son básicamente tres, que se aprecian casi de forma instantánea una vez se han realizado los cambios:

- Se produce una variación en la composición de la plantilla, que generalmente supone una disminución de la plantilla de mantenimiento.
- La base del mantenimiento pasa a ser el plan de inspección.
- Los costes de mantenimiento se reducen.
- La disponibilidad de la instalación aumenta casi de forma inmediata con los cambios.

Todos estos cambios se observan al poco tiempo de implantarse el nuevo organigrama, no más de cuatro meses si los cambios se han realizado de la forma apropiada seleccionando al personal más adecuado para cumplir cada responsabilidad.

Analizando como afecta al cambio propuesto a cada uno de los subdepartamentos creados, la afectación varía de unos subdepartamentos a otros. Así, el hecho de crear el departamento de ingeniería del mantenimiento, puede requerir nuevos recursos, pero en la mayoría de los departamentos puede reciclarse personal que realizaba otras funciones para este departamento. Solo en el caso de que no haya nadie preparado para estas funciones será necesario contratar personal nuevo para estas funciones, o para apoyar a los que ya la realizan.

CÚSPIDE DEL ORGRANIGRAMA: EL DIRECTOR DE MANTENIIENTO

En la cúspide de un departamento de mantenimiento bien gestionado se encuentra el Director, Responsable o Jefe de Mantenimiento, que asume la gestión del departamento y por tanto que tiene como objetivo que todas las funciones de mantenimiento se realicen de la forma más eficaz. Se detallan en este apartado sus funciones, responsabilidades, relaciones de dependencia y perfil del puesto.

En empresas de gran tamaño, el Director de Mantenimiento o el Jefe de Mantenimiento es la persona en la que el Director de la planta delega todo el área de mantenimiento, sobre todo des-de el

PACK GUÍAS IRIM

Guía 1: LOS RRHH EN MANTENIMIENTO
Guía 2: ELABORACIÓN DE PLANES DE MANTNIMIENTO
Guía 3: GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO 3.0
Guía 4: GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE RCM3 EN INSTALACIONES
Guía 5: GUÍA PARA LA REALIZACIÓN DE AUDITORIAS DE MANTENIMIENTO
Guía 6: PROTOCOLOS NORMALIZADOS DE MANTENIMIENTO EN INSTALCIONES INDUSTRIALES
Guía 7: PROTOCOLOS NORMALIZADOS DE MANTENIMIENTO EN EDIFICACIÓN
Guía 8: MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN: MANTENIMIENTO PREDICTIVO

renovetec EDITORIAL

687 80 53 80
91 126 37 66 - 91 110 40 15

IRIM
Instituto Renovetec de Ingeniería del Mantenimiento

IRIM
Instituto Renovetec
de Ingeniería del Mantenimiento

El subdepartamento de diagnóstico

Disponer en el departamento de mantenimiento de una organización dedicada exclusivamente al diagnóstico de los equipos e instalaciones permite que las tareas de mantenimiento a llevar a cabo no se decidan en torno a las recomendaciones de los fabricantes ni en torno a tareas sistemáticas que suponen en muchos casos la sustitución de determinados elementos de forma periódica, sino de una manera mucho más eficaz centrada en compensar la degradación que el tiempo y el uso provocan en los equipos.

El diagnóstico de los equipos e instalaciones es la base de la estrategia de mantenimiento por condición según la cual los equipos se examinan por diferentes técnicas y a partir de este examen se decide si merece la pena intervenir o no en dicho equipo o instalación. El concepto de parada sistemática que se organiza en determinadas instalaciones de forma periódica para llevar a cabo multitud de sustituciones y trabajos sistemáticos, incluso el concepto de vida útil predecible de una pieza, dejan paso a un concepto más eficaz y económico: se interviene si merece la pena intervenir. “Si funciona no lo toques” es ahora un principio fundamental de mantenimiento, aunque este principio se complementa con un “...pero obsérvalo”.

TRIÁNGULO DEL DIAGNÓSTICO

Las técnicas para "observar" un equipo o instalación, esto es, para determinar si está funcionando como se espera de él o se está gestando algún tipo de falla detectable son muy variadas y van más allá de lo que tradicionalmente se han denominado.

LA GENERACIÓN DE INCIDENCIAS O HALLAZGOS

A través de las cuatro fuentes de diagnóstico (conductivo, inspecciones detalladas, análisis de datos en línea y mediciones con instrumentos fuera de línea) se detectan situaciones que se apartan de la normalidad, que estando dentro de la normalidad presentan cierta tendencia a empeorar o que están fuera de un rango aceptable.

Son cuatro fuentes en principio independientes, pero las situaciones de anormalidad deben reportarse a los analistas o técnicos del nivel 3. El reporte de una situación anormal se genera en algún soporte escrito, ya sea digital (preferiblemente) o papel, y pasa a denominarse hallazgo, anomalía, aviso o incidencia, siendo todos estos términos, a efectos de mantenimiento basado en condición, sinónimos. Los diferentes software, metodologías o sistemas de registro que utilizan diferentes empresas utilizan estos diferentes términos, pero todos ellos tienen el mismo significado.

Todos los hallazgos o incidencias generadas por las cuatro fuentes indicadas (rutas de operación, gamas de inspección, datos obtenidos con equipos de medición offline y análisis de datos on-line) deben ser en primer lugar verificados, para determinar que efectivamente se trata de una situación que puede provocar un fallo, un funcionamiento anormal, un siniestro o un evento no deseado. De este trabajo se encargan los analistas, buenos conocedores de la planta, de sus problemas y las consecuencias potenciales que la evolución del hallazgo puede provocar.

Con las incidencias registradas llevan a cabo tres tareas:

- La verificación de la exactitud de cada una de las situaciones reportadas.
- La integración de toda la información recibida por las diferentes fuentes, pues es posible que la misma incidencia por diferentes técnicas, siendo absurdo generar órdenes de trabajo diferentes para la corrección del mismo problema. Hay que tener en cuenta que un mismo problema puede detectarse por inspección visual, por vibraciones, por lectura de parámetros desde el sistema de control, etc.
- La estimación de la gravedad del fallo potencial que puede provocar el hallazgo, teniendo en cuenta diversos aspectos, como la posibilidad de un accidente personal, una afectación negativa al medio ambiente, una posible para-da de producción, una afectación a la calidad del producto, un aumento de costes de producción, o un coste de reparación elevado. Todos estos factores deben ser analizados de forma conjunta para concluir si el fallo que puede llevar a producir o que ya se ha producido debe ser considerado grave, significativo o leve.
- La estimación de la tendencia que presenta la evolución del fallo. Hay que tener en cuenta que un fallo que no evoluciona posiblemente no tenga importancia, y en cambio, una situación que evoluciona negativamente con rapidez, aún encontrándose en una situación no preocupante, puede requerir una intervención inmediata.

Con todo ello, el analista, que como se ha dicho es una personal fundamental en la organización del mantenimiento de una instalación, está en disposición de generar una orden de trabajo para mantenimiento y determinar su prioridad. Para ello debe analizar de forma conjunta, mediante una matriz adecuada, tanto la prioridad como la tendencia.

YouTube

Conéctate a nuestro canal

renovetec

IRIM
Instituto Renovetec de Ingeniería del Mantenimiento

Escanea este código QR para ver todos nuestros vídeos

Mantenimiento conductivo

Se denomina mantenimiento conductivo al conjunto de tareas de mantenimiento que lleva a cabo el personal de operación, de producción, o en general, el personal que se ocupa del manejo de la instalación.

Una estrategia de mantenimiento basada en condición plantea la necesidad de que no todo el trabajo de inspección o todas las acciones tendentes a limitar el deterioro de los equipos debe ser realizado por los técnicos de mantenimiento. Hay un grupo muy concreto de tareas que deben ser llevadas a cabo por los propios usuarios de la instalación. Como se verá más adelante, este grupo de tareas están relacionadas principalmente con la observación de la planta, para determinar si está funcionando correctamente o no, pero también están relacionadas con el cambio o la reposición de determinados consumibles, con la rotación de máquinas para evitar que en el caso de que se disponga de equipos redundantes siempre estén operando los mismos equipos, y para verificar el correcto funcionamiento de equipos normalmente parados, que solo actúan en casos muy puntuales.

TAREAS QUE INCLUYE EL MANTENIMIIENTO CONDUCTIVO

El mantenimiento conductivo es pues el conjunto de tareas de inspección que lleva a cabo el personal de operación, y que puede incluir ocasionalmente algunas tareas sistemáticas que requieren conocimientos técnicos muy básicos. Este conjunto de tareas, normalmente amplio, se agrupa en una orden de trabajo de carácter periódico que habitualmente se denomina ronda o ruta de operación. El tipo de tareas que incluyen las rutas de operación puede agruparse de diferentes maneras. Se indican a continuación estas diferentes clasificaciones.

TIPOS DE TAREAS SEGÚN SU NATURALEZA TÉCNICA

En primer lugar pueden agruparse según su naturaleza técnica. Así, los once tipos de tareas que incluyen las rondas de operación siempre son las siguientes:

- Inspecciones sensoriales. Este tipo de inspecciones son importantísimas en cualquier instalación industrial, y suponen la observación de los equipos y la comparación con un patrón de funcionamiento que se considera namal.
- Tomas de datos con instrumentos locales, como manómetros, termómetros, etc., instalados localmente.
- Lecturas de contadores, que en realidad son un tipo concreto de la toma de datos detallada en el punto anterior. Estos contadores pueden ser contadores de energía, de caudal de determinados fluidos, horómetros, etc.

- Tomas de datos con instrumentos portátiles. A veces no existe un instrumento de medida fijo, sino que el operador debe llevar este instrumento consigo y debe realizar las medidas siguiendo un procedimiento. Se trata siempre de instrumentos fáciles de transportar, que no requieren instalación y de uso muy sencillo. Tomas de datos del sistema de control. Muchas medidas de presiones, temperaturas, caudales, niveles, concentraciones, etc. se transmiten hasta el sistema de control y es posible visualizarlos desde allí. Una buena parte de la toma de datos puede realizarse desde la sala de control .
- Lubricación. Aunque en las centrales termosolares no es habitual, en otros tipos de instalaciones las tareas de mantenimiento se delegan en el personal de operación. Tiene todo el sentido que este tipo de tareas lo realicen los operadores, por la cantidad de personal con la que cuenta y por la baja carga de trabajo que se da en algunos momentos (noches, momentos de baja radiación, etc.) que hace que el trabajo se pueda distribuir mejor entre operación y mantenimiento.
- Rotación de equipos. Las plantas cuentan en general con equipos redundantes para evitar paradas o funcionamientos incorrectos de un subsistema, un sistema, un área o una planta completa si falla un equipo, generalmente de coste bajo. Para que el desgaste que sufre el conjunto de equipos que forman parte de un subsistema redundante no recaiga siempre sobre el mismo equipo, es habitual que los equipos 'roten', es decir, que se conmute el funcionamiento entre equipos que están en marcha y equipos que están en reserva.
- Verificación de equipos normalmente parados. En las plan-tas existen una serie de equipos que solo funcionan en de-terminadas circunstancias. Por ejemplo, solo funcionan en situaciones de emergencia o en el caso de que se produzca una parada en otro equipo. Para tener una seguridad relativa de que cuando se necesiten efectivamente se encontrarán en buen estado es necesario probarlos con cierta frecuencia.
- Reposición de consumibles. Algunos equipos, subsistemas, sistemas o áreas requieren del consumo de determinados materiales, que el operador debe reponer. Estos consumibles pueden ser productos químicos, aceites, fluidos de refrigeración o calefacción, etc.
- Sustitución de consumibles. Algunos elementos que forman parte de un equipo tienen una vida corta, o al menos acotada en el tiempo. Transcurridas ciertas horas de uso, un periodo de tiempo determinado o de acuerdo con la medida de algún parámetro físico o químico es necesario sustituirlos por otros. Es el caso de filtros, rodamientos, cojinetes, ánodos de sacrificio, etc.
- Evaluación de datos físicos. Como se verá más adelante, esta es la base del mantenimiento predictivo termodinámico, una técnica predictiva que puede ser llevada a cabo por personal de operaciones y que determina con cierto rigor el correcto funcionamiento de determinados tipos de instalaciones.

TIPOS DE TAREAS SEGÚN LUGAR DE REALIZACIÓN

De acuerdo con el lugar de realización, cabe distinguir dos tipos de tareas con-

ductivas: las tareas que deben realizarse en campo y las tareas que se realizan desde sala de control, que sobretodo se refieren a lecturas de parámetros desde las pantallas del control.

Es importante que la ronda de operación se divida en dos partes: la que incluye exclusivamente las tareas que se realizan en campo y la que incluye las tareas que se realizan desde el control.

También es importante tener en cuenta de que a pesar de que el sistema de control ya toma estos datos y los registra, no debe pensarse que la toma de datos manual de parámetros que ya se están registrando en el sistema de control es un trabajo innecesario. Algo que no hace el sistema de control es diagnosticar un problema que se está gestando, pero que aún mantiene un valor medido dentro de parámetros normales. El sistema de control no sería capaz de detectar un aumento de temperatura en un cojinete, por ejemplo, hasta que dicha temperatura hiciera saltar una alarma. La elevación se detecta antes, y esto justifica la toma de datos manual del sistema de control.

TIPOS DE TAREAS DE ACUERDO CON LA FRECUENCIA

El mantenimiento conductivo incluye tareas que deben ser realizadas con mucha frecuencia. En general, las tareas que incluye el mantenimiento conductivo pueden agruparse en las siguientes frecuencias:

- Tareas que deben realizarse varias veces durante un turno (cada hora, cada dos horas, etc.).
- Tareas que deben realizarse una vez por turno.
- Tareas que se realizan una vez al día.
- Tareas que se realizan semanalmente.

INSPECCIONES SENSORIALES

Las inspecciones sensoriales constituyen, junto con las tomas de datos, uno de los dos pilares en los que se asientan las rondas de operación o el mantenimiento conductivo, como se prefiera llamarlo. Las inspecciones sensoriales, como su propio nombre indica, son inspecciones que se realizan sin más herramientas que los sentidos. Por tanto incluye ver, oler, sentir, tocar y escuchar.

Los aspectos que se pueden supervisar sin ayuda de medios técnicos, solo con la ayuda de los sentidos, son los siguientes:

- Orden y limpieza de la zona en la que está el equipo.
- Aspecto visual de los equipos: estado de la pintura, del aislamiento, etc.
- Integridad estructural: elementos flojos o caídos, falta de algún componente.
- Síntomas de corrosión.
- Ruidos anormales.
- Vibraciones anormales.
- Fugas de fluidos líquidos.
- Fugas de fluidos gaseosos.

Prácticamente todos los equipos que componen una instalación deben ser observados al menos una vez a la semana, y si es posible, al menos una vez al día. Hay que tener en cuenta que muchos defectos pueden captarse en su estado inicial de gestación de forma sensorial, mucho antes de que causen ningún problema en producción y cuando su solución es económica y rápida.

IRIM
Instituto Renovetec
de Ingeniería del Mantenimiento

PM HELPER

IRIM ha desarrollado un nuevo software de mantenimiento destinado a facilitar la elaboración de planes de mantenimiento. Es posible adquirirlo de dos formas: sólo el programa o programa más la GUIA IRIM 2: ELABORACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO.

El software elabora un plan de mantenimiento a partir de la lista de equipos que compone la instalación e incorpora protocolos de mantenimiento para los tipos de equipo más habituales en una instalación industrial, lo que permite elaborar un plan de mantenimiento muy completo y avanzado de forma totalmente automática, en pocas horas y sin apenas conocimientos previos de los equipos o de mantenimiento.

La elaboración del plan de mantenimiento es una actividad que en muchos casos emplea muchos recursos y mucho tiempo, sobre todo porque a veces no se tiene una idea clara del contenido que debe tener un plan de mantenimiento o como elaborarlo. La herramienta PM HELPER pretende facilitar la elaboración del plan de mantenimiento de una instalación industrial o un edificio singular. Para ello, el software requiere tan solo dos informaciones:

- La lista de equipos, agrupada de forma jerárquica y clasificando los diversos equipos que componen la instalación en tipos y subtipos
- La lista de tareas preventivas a realizar en cada tipo de equipo

La primera información se consigue a partir de la documentación de planta o realizando un inventario de equipos de las instalaciones. La segunda, puede obtenerse a partir de los manuales de los fabricantes de los diferentes equipos, a partir de la experiencia de los técnicos, o elaborando PROTOCOLOS GENÉRICOS DE MANTENIMIENTO.

Todo la información en:
www.renovetec.com/renovefree

DIÁGNOSTICO ON LINE

El diagnóstico online, o el diagnóstico a partir de datos obtenidos en línea de instrumentos colocados en la instalación o del propio sistema de control, es una de las técnicas de diagnósticos incluidas en el triángulo del diagnóstico. Los datos llegan a los responsables de llevar a cabo dichos diagnósticos o bien a través de lecturas directas de instrumentos.

FUENTE DE LOS DATOS

Los datos necesarios para llevar a cabo diagnósticos de medidas tomadas a partir de instrumentos colocados en línea deben tomarse de los propios instrumentos. Pero esta lectura puede hacer se varias formas:

- Tomando lectura de dichos datos en campo, utilizando las indicaciones de los instrumentos instalados, tomando lectura de ellos y llevándolas hasta la oficina o lugar donde se procesarán, de forma más o menos compleja, dichos datos. Por supuesto esta es la forma más sencilla de captura de los datos a analizar, pero también es la más laboriosa, la menos precisa y la que requiere más recursos. Este tipo de toma, que por supuesto es discontinua, hará que la frecuencia con la que realizar los análisis descienda.

- Capturando los datos manualmente, pero tomándolos no en campo, sino en sala de control. Es una variante de la anterior, con la ventaja de la comodidad para realizar la toma, pero con el inconveniente de que solo se podrán tomar aquellos datos cuyos instrumentos de medida están conectados con el sistema de control.
- Capturando los datos de forma automática a partir de los instrumentos instalados y concentrándolos en un equipo captador, para su posterior análisis. Este es el principio de funcionamiento de los dataloggers, que deben conectarse a los instrumentos y que se mantienen conectados tanto tiempo como se requiera almacenando dichos datos para su posterior análisis.
- Capturando los datos de forma automática a partir del sistema de control, capturando estos datos en un sistema in-dependiente que permite además su análisis en línea. Es el caso más complejo pero más eficaz, y requiere realizar cierta inversión en equipos y ciertos desarrollos de software para el análisis matemático de los mismos.

RANGOS ACEPTABLES

El diagnóstico basado en el análisis de variables físicas o químicas monitorizadas con instrumentos montados en línea requiere fijar unos límites o rangos aceptables y comparar dichos límites con los que presenta la variable o variables analizadas.

Los rangos aceptables pueden ser:

- **Rangos estáticos.** El rango estático es propio de variables que no depende de otras, y en las que puede establecerse un valor mínimo para dicha variable, un valor máximo o incluso ambos. Fuera de estos valores mínimo y/o máximo, debe considerarse que la variable está fuera de rango, y por tanto, debe generarse una incidencia o aviso para la vuelta a la normalidad de dicha variable. Es el caso de la temperatura del aceite de lubricación en turbinas de va-por, que independientemente de cualquier otra variable, debe estar, a la entrada de los cojinetes, entre 35º y 55º; fuera de esa temperatura debe entenderse que el aceite de lubricación está fuera de rango. O es el caso de la temperatura de determinados componentes electrónicos, que no debe superar los 55ºC.
- **Rangos dinámicos.** El rango dinámico es aquel en el que el valor no puede prefijarse mediante un número fijo, sino que depende de otras variables. Es el caso de la potencia máxima que puede desarrollar una turbina de gas: no es un rango estático pues depende de parámetros con la temperatura, la presión o la humedad relativa del aire de entrada, de la composición del combustible e incluso de los años de funcionamiento de la propia turbina.

ANÁLISIS MONOVARIABLE O MULTIVARIABLE

El análisis a llevar a cabo puede ser monovariable, es decir, que afecta a una sola variable, analizándose por tanto una sola magnitud, o multivariable Cuando se realiza el análisis de una variable completamente independiente de otras, y además, esta variable es de tal importancia que permite diagnosticar el estado de un equipo o instalación atendiendo tan solo a este valor, se habla de análisis monovariable.

IRIM ha desarrollado AUDITEC, un software pensado para responsables y profesionales que trabajan en departamentos de mantenimiento y que desean auditar la gestión que se realiza en el área de mantenimiento de una instalación. AUDITEC propone más de 13 cuestiones cuya situación debe ser analizada y valorada por los responsables de mantenimiento o por un auditor externo, a partir de dicho análisis, elabora un completo informe en el que se señalan las posibilidades de mejora.

renovetec

Más información en **www.renovetec.com**
o llamando al **91 126 37 66**

IRIM
Instituto Renovetec de Ingeniería del Mantenimiento

RCM3

SOFTWARE DESARROLLADO POR IRIM PARA LA IMPLANTACIÓN DE RCM

RCM3® es un software desarrollado por IRIM para llevar a cabo el proceso de implantación de RCM (Reliability Centred Maintenance, mantenimiento centrado en confiabilidad) de una forma eficaz y práctica. RCM3 permite aplicar de forma ordenada y metodológica cada una de las fases que componen un proceso RCM. RCM3 es acorde con la norma SAE JA 1011, que establece que tipos de metodologías pueden considerarse RCM a todos los efectos.

Escanea este código QR para ver el vídeo " Principales características del software RCM3 "

renovetec

IRIM
Instituto Renovetec de Ingeniería del Mantenimiento

El Análisis de Incidencias

Como además este es un trabajo continuo, continuamente se estarán reportando incidencias, excepto en el irreal caso de una planta en la que todo se encuentre en perfectísimo estado y no haya nada que esté funcionando fuera de su estándar normal de funcionamiento.

Es el turno ahora de los analistas del tercer nivel del triángulo del diagnóstico. Son ellos ahora los encargados de filtrarlas, priorizar-las y generar las correspondientes órdenes de trabajo para mantenimiento.

El primer problema al que deben enfrentarse es a la forma en que las incidencias les son comunicadas. La organización debe diseñar un modo ágil y eficaz para que tal comunicación se produzca con la rapidez necesaria. En este sentido, hay que tener en cuenta que en pleno siglo XXI hay tecnologías suficientes y suficientemente económicas como para que esto se produzca de forma inmediata y en formato digital. Cualquier otra opción, y especialmente las que emplean el papel o la comunicación verbal, deben considerarse como obsoletas y no acordes con la era digital en la que vivimos, que tiene su grandes ventajas desde el punto de vista de la distribución y compartición de información.

Una vez los técnicos encargados de llevar a cabo las diferentes técnicas de diagnóstico, se habrán detectado, probablemente, puntos con anomalías, que habrán sido reportados por los técnicos que han realizado las diferentes técnicas.

Pero deberán enfrentarse al segundo reto: hay muchas incidencias que han sido reportadas por diferentes técnicos aplicando diferentes técnicas, tratándose en realidad del mismo problema. Incluso, la misma incidencia generada por la misma técnica puede haberse reportado dos o más veces, por lo cual, el segundo reto que tienen los analistas es a la eliminación de las incidencias duplicadas.

La tercera gran tarea que tienen cada día es verificar las incidencias una vez eliminadas las repetidas. Para ello disponen de diversas técnicas, como el análisis de los datos obtenidos por las diferentes técnicas, enviar a personal a hacer una verificación o desplazarse hasta el lugar donde se ha detectado el equipo o instalación que está funcionando de forma anómala para poder tener un mejor conocimiento de la situación.

Con ello, y con el conocimiento que debe tener del proceso y de la instalación en su conjunto, está en disposición de priorizar la incidencia antes de generar una orden de trabajo. Podrá en primer lugar cerrar la incidencia sin más, pero si no corresponde cerrarla, deberá analizar para decidir acerca de la gravedad de la consecuencia que podría tener en caso de que la anomalía detectada termine originando una fallo funcional, y de la tendencia que presenta. El análisis conjunto de gravedad y tendencia permitirá decidir el nivel de urgencia que presenta la incidencia.

Y ya en último lugar debe generar una orden de trabajo teniendo en cuenta la prioridad determinada en su análisis y los plazos recomendados para esa prioridad.

RECOLECCIÓN DE INCIDENCIAS

Los operadores de la planta a través de sus inspecciones generan incidencias cuando uno de los parámetros no se ajusta a los rangos establecidos o se encuentra de algún modo en una situación anormal. Los técnicos de inspección detallada también generan incidencias, igual que los de medición en línea o análisis de datos fuera de línea.

Dependiendo de la complejidad de la planta el número de incidencias que a diario llegar hasta los analistas puede ser muy numeroso. Es más, al principio de la implantación de una estrategia basada en condición el número de incidencias que se registran es elevadísimo, y se corre el riesgo de saturar todo el sistema y generar la sensación de que se ha multiplicado el trabajo. Esto no es cierto: simplemente se han detectado problemas que no se habían detectado con anterioridad porque no se estaban realizando inspecciones eficaces.

Sea como fuere, el caso es que los analistas situados en el nivel 3 del triángulo del diagnóstico reciben cada día varias o muchas incidencias para su análisis.

INCIDENCIAS EN SITUACIÓN DE SEGUIMIENTO

El seguimiento de determinadas incidencias implica, las siguientes tareas:

- Variar la frecuencia de la observación o medición, para ver mucho más de cerca cuál es la evolución del parámetro observado o medido, y para detectar si la degradación se ha estabilizado realmente o continua.
- Verificar o confirmar por otras técnicas de diagnóstico que efectivamente el equipo se encuentra en una situación comprometida.
- Identificar qué causó la degradación, para asegurar que dicha causa ha desaparecido y no continua degradando el equipo. Esta causa puede estar relacionada con las condiciones de trabajo, con las materias primas que utiliza o con la forma de operar. Hay que recordar y tener en cuenta que si no se soluciona la causa que provoca la degradación, la situación se volverá a repetir .

Inspecciones detalladas

PLAN DE INSPECCIONES

En general no se pueden conseguir los objetivos buscados si no se establece un plan, sobre todo si dichos objetivos son complejos. Así, no se pueden conseguir unos altos objetivos de disponibilidad, fiabilidad, coste y vida útil de los equipos e instalaciones si no se tiene un plan para ello.

En mantenimiento, este plan es precisamente el plan de inspecciones, antes llamado plan de mantenimiento, que no es otra cosa que el conjunto de tareas a llevar a cabo en cada uno de los ítems que componen la planta agrupados en gamas de mantenimiento.

Este plan de mantenimiento puede conseguir sus objetivos utilizando más o menos recursos. Por ello, además de existir un plan es necesario estar seguro de que dicho plan está optimizado. La forma más útil y sencilla de optimizar algo es eliminar todo lo que no aporta suficiente valor, o incluso, todo lo que aleja de los objetivos buscados. Por ello un mantenimiento optimizado se basa, entre otros puntos, en la eliminación del concepto de mantenimiento sistemático y la sustitución de éste por mantenimiento por condición, suma de tareas de diagnóstico que permiten conocer el estado de un equipo o instalación más la realización de mantenimiento correctivo derivado de dicho diagnóstico. Por esa orientación del plan de mantenimiento hacia la realización de tareas de verificación e inspección es por lo que en esta guía se prefiere usar el término de plan de inspecciones, en vez de plan de mantenimiento, aunque se han mantenido ambas denominaciones para que el lector sepa que ambos términos se refieren al mismo concepto: el conjunto de tareas a realizar en una instalación para conseguir unos determinados objetivos de disponibilidad, fiabilidad, coste y vida útil.
Hay una serie de aspectos clave que hay que verificar cuando se analiza el plan de

inspecciones de una instalación, y sobre todo, cuando se quiere verificar que dicho plan está optimizado:

- La existencia de un plan de inspecciones, sea éste mejor o peor, que abarque además todas las áreas que componen la instalación sin dejar fuera nada.
- Su orientación, es decir, que esté pensado para inspeccionar y verificar, que evite en la medida de lo posible las tareas de carácter sistemático sin comprobar si es necesario llevarlas a cabo.
- La realización efectiva de las tareas que el plan contiene.
- El número de gamas y tareas que contenga debe ser un número que permita una gestión adecuada del mismo. Un número excesivo de gamas o tareas hará que se complique su realización, y en cambio, un número bajo hará que se pierda control sobre las tareas y sus resultados.
- La carga de trabajo que supone la realización de dicho plan y su adecuación con el personal del que efectivamente se dispone.
- La posible interferencia del mantenimiento correctivo en la realización efectiva del plan de mantenimiento.
- La actualización periódica del plan de acuerdo con los resultados obtenidos, evitando pensar que se trata de un documento 'muerto' que se genera un vez y ya es válido para toda la vida de la instalación.

FORMAS DE ELABORAR UN PLAN DE INSPECCIONES

Existen diferentes formas de determinar las tareas de mantenimiento que forman parte del planta de inspecciones de una instalación:

- Determinar dichas tareas a partir de las instrucciones de los fabricantes de los diversos equipos que componen la instalación.
- Determinarlas a partir de protocolos de mantenimiento por tipo de equipo.
- Determinarlas siguiendo la metodología RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad).

La primera de estas formas, la determinación de las tareas a partir exclusivamente de las recomendaciones de los fabricantes, no parece la forma óptima de llevar a cabo esta labor, ya que di-chas recomendaciones incluyen a menudo demasiadas tareas sistemáticas que defienden fundamentalmente sus intereses. Podría ser recomendable en una primera fase basarse en protocolos de mantenimiento por tipo de equipo, y especialmente, determinar las tareas que corresponden a un equipo o a una instalación a partir del 'protocolo maestro de mantenimiento', un listado muy completo de tareas de mantenimiento que aplican prácticamente a cualquier tipo de equipo o de instalación.

Elaborar el protocolo concreto de un equipo a partir de 'protocolo maestro' consiste en estudiar tarea por tarea de las propuestas si son de aplicación o no; si no son de aplicación, se eliminan de la lista de tareas, y si son de aplicación, se modifican si es necesario. En una segunda fase, una vez este plan esté funcionando adecuadamente, puede ser interesante rehacer el plan de mantenimiento de toda la instalación, de las partes más problemáticas o de las áreas más críticas siguiendo la metodología RCM.

AGENDA 2018

Próximos Cursos Presenciales

Curso	Fecha
CURSO DE VÁLVULAS Y SISTEMAS DE ESTANQUEIDAD	18 y 19 de Abril
CURSO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTAS DE GNL Y ERM	Del 7 al 9 de Mayo
CURSO DE MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN	Del 10 y 11 de Mayo

Más información en **www.renovetec.com**
Por correo electrónico a **info@renovetec.com** o llamando al **91 126 37 66**

PRÓXIMO NÚMERO

IRIM
Instituto Renovetec
de Ingeniería del Mantenimiento

Nº11. 2018
Revista editada para socios **IRIM**

ESPECIAL
MANTENIMIENTO DE AEROGENERADORES

INSPECCIÓN DE PALAS CON DRONES

RCM3 EN AEROGENERADORES

NUEVA GUÍA 8

MANTENIMIENTO PREDICITIVO: MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN

EL ANALISIS DE ACEITES EN MULTIPLICADORAS

LAS INSPECCIONES BOROSCÓPICAS