

Disponibilidad 301

Mejorando la Disponibilidad Mediante la Detección y el Monitoreo

En este curso:

- 1 Generalidades
- 2 Activos para Monitoreo
- 3 Equipo rotativo
 - Monitoreo de Vibración
 - Análisis de Aceite Lubricante
 - Termografía
 - Combinación de Tecnologías de Monitoreo
- 4 Equipo de Proceso
 - Variabilidad Excesiva
 - Ventajas del Monitoreo
- 5 Válvulas
 - Diagnósticos Avanzados y Disponibilidad de Válvulas
- 6 Instrumentos
- 7 Información al Personal de la Planta
- 8 Poniendo Todo Junto

Generalidades



La mejor disponibilidad es cuando menos 4% mayor que la que se alcanza en el 75% de la industria de procesos —siendo posible ofrecer dos semanas por año de tiempo de producción adicional y 2% de ingreso anual a la ganancia de operación. Las evaluaciones comparativas en las industrias química, petroquímica, energía, pulpa y papel, y otras demuestran que el monitoreo y la predicción efectivos combinados con las prácticas de mantenimiento adecuadas pueden incrementar la disponibilidad.

Al detectar o predecir condiciones que provocan fallos, y tomar acciones correctivas antes de que esos fallos comiencen, se puede reducir o eliminar muchos de los fallos que parecen ser aleatorios, y cerrar la brecha financiera creada por la baja disponibilidad.

La detección y predicción de las condiciones que provocan fallos requieren que usen técnicas de monitoreo y diagnóstico específicas al equipo. Frecuentemente, se requieren múltiples técnicas para proporcionar una cobertura de diagnóstico completa. Con una cobertura completa, se puede minimizar o eliminar el tiempo muerto no programado, se puede reducir el tiempo muerto programado, se pueden reducir los costos de daño de equipo y de reparación y se puede aumentar la vida útil del equipo.

En este curso, usted aprenderá a usar el monitoreo y la predicción para detectar y eliminar las condiciones problemáticas antes de que provoquen fallos y pérdida de disponibilidad.

Sugerencia

Mientras estudia los temas de este curso, busque las respuestas a estas preguntas:

- ¿Qué tecnologías de diagnóstico de equipo rotativo son complementarias?
- ¿Cuáles son las razones para monitorear el equipo de proceso?
- ¿En qué formas pueden tener impacto las válvulas e instrumentos en la disponibilidad del proceso?

Activos para Monitoreo

Los activos adecuados para monitorear las condiciones de fallo incluyen:

- Equipo Rotativo
- Equipo de Proceso
- Válvulas
- Instrumentos

Ahora estudiará las principales tecnologías de monitoreo para cada uno de estos activos.

Equipo Rotativo

Con la detección y predicción de desgaste o de condiciones de fallo en equipo rotativo se maximiza la disponibilidad mientras se minimiza el costo de mantenimiento. Al eliminar los paros no programados y reducir el daño colateral provocado por los fallos se mejora la disponibilidad. Esto se logra monitoreando la necesidad de mantenimiento, y eliminando el mantenimiento no necesario.



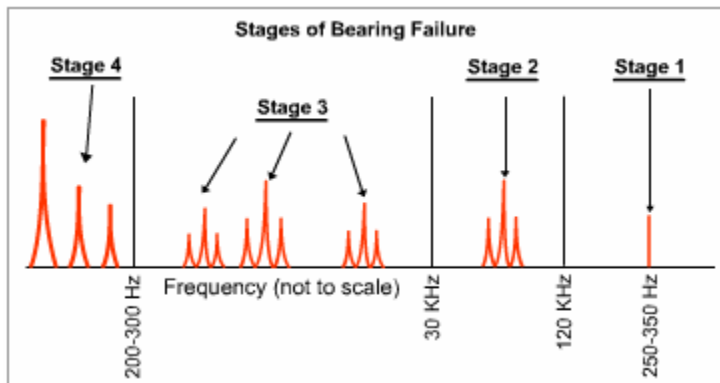
Estos resultados se logran mejor con una combinación de tecnologías tales como:

- **Monitoreo de Vibración**
- **Análisis de Aceite Lubricante**
- **Termografía**

Equipo rotativo >> Monitoreo de Vibración

El monitoreo de vibración es una tecnología de monitoreo poderosa. Puede ser continuo o esporádico.

El monitoreo de vibración usa sensores de vibración que sujetan al equipo rotativo usando diferentes técnicas de montaje, desde tipo magnético hasta montaje con pernos. La respuesta de frecuencia de un sensor de vibración está determinada por el peso del sensor y el tipo de montaje. Los sensores más ligeros y el montaje más rígido proporcionan mejor respuesta a la alta frecuencia. Por ejemplo, los sensores ligeros montados con pernos proporcionan una mejor respuesta a la alta frecuencia que los sensores más pesados montados en forma magnética. La respuesta a la alta frecuencia es importante porque una falla de rodamientos en etapa temprana produce ruido de muy alta frecuencia.



Fallo de **etapa 1** - 250-350 KHz
Ruido evaluado por análisis de onda de esfuerzo.

Fallo de **etapa 2** - 30-120 KHz
"Aviso" del componente de rodamiento.

Fallo de **etapa 3** - 1-30 KHz
Frecuencias de defecto de rodamientos –
¡REEMPLAZAR RODAMIENTOS AHORA!

Fallo de **etapa 4** – 1x-4x
La vibración crece. El ruido de alta frecuencia se vuelve aleatorio. Una falla con daño colateral es inminente.

El análisis de ondas de esfuerzo pueden detectar los fallos de rodamientos de la etapa 1, cuando queda hasta el 20% de la vida útil de los rodamientos. Este análisis es importante porque el daño es menor y hay tiempo suficiente para pedir partes de reemplazo y programar el mantenimiento.

Equipo Rotativo >> Análisis de Aceite Lubricante

El análisis de aceite lubricante combina análisis de partículas de desgaste, análisis químico y análisis de contaminación.

El **análisis de partículas de desgaste** puede detectar el inicio de las muchas condiciones de desgaste más temprano que el análisis de vibración. También puede aislar problemas del equipo a un rodamiento, guía, engrane específicos, etc.

El **análisis químico** determina si el aceite lubricante tiene las características correctas tales como viscosidad para la aplicación. Un lubricante incorrecto es una de las causas de fallos de sello. Si un lubricante no es compatible con los sellos, puede provocar deterioro en ellos, y eventualmente, fugas.

El **análisis de contaminación** encuentra contaminantes tales como agua en el aceite lubricante.

La siguiente tabla muestra siete mecanismos de desgaste básicos en porcentajes. Los porcentajes muestran qué

tan común se compara cada uno de éstos con otros para maquinaria industrial.

Mecanismos de Desgaste Básicos	Porcentaje
Desgaste abrasivo debido a contaminación por partículas	46%
Desgaste por fatiga debido a cargas cíclicas	17%
Desgaste adhesivo debido a tolerancias de diseño de máquinas	13%
Desgaste corrosivo debido a contaminación con humedad y aire	9%
Desgaste por corrosión fretting debido al ataque químico combinado con movimiento oscilatorio	9%
Desgaste erosivo debido a contaminantes por partículas	6%
Desgaste por cavitación debido a implosión de burbujas	<1%

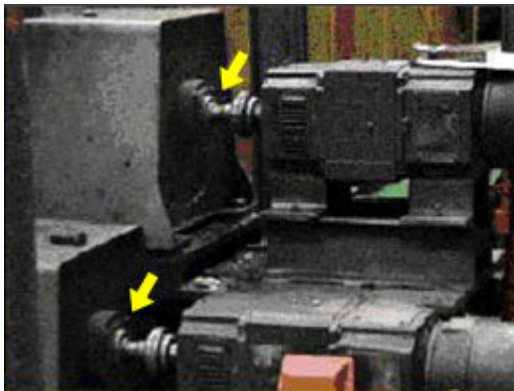
Es importante notar que el 70% de los mecanismos de desgaste se deben a contaminación. El análisis de la química y de contaminación detecta estos problemas. El otro 30% se debe a efectos mecánicos. El análisis de partículas de desgaste detecta estos problemas así como los productos de desgaste inducido por contaminación. El análisis de partículas de desgaste, el análisis químico y el análisis de contaminación son todos necesarios para proporcionar una completa cobertura de análisis.

Equipo Rotativo >> Termografía

La termografía detecta puntos calientes que aparecen en una gran variedad de equipo.

La presencia de puntos calientes puede significar un desgaste de aislamiento, conexiones eléctricas deficientes, o fricción excesiva. Estas condiciones pueden provocar problemas de lubricante, problemas de alineación, problemas de enfriamiento, etc. Los problemas a menudo comienzan como problemas de eficiencia. Si se dejan sin corregir, pueden producir tiempo muerto.

Las flechas de la foto y la imagen de termografía de abajo muestran la ubicación de los puntos calientes en equipo rotativo.

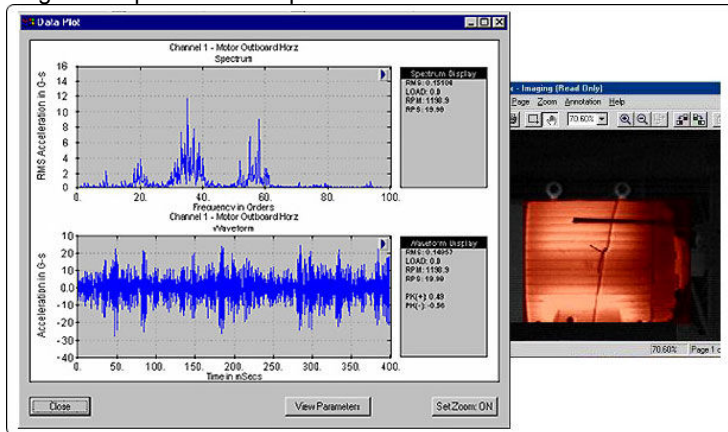


Equipo Rotativo >> Combinación de Tecnologías de Monitoreo

El mejor programa de monitoreo usa múltiples tecnologías. El monitoreo de vibración en línea y el análisis de aceite lubricante son buenos ejemplos de tecnologías complementarias. Cada tecnología tiene áreas de fuerte rendimiento de diagnóstico donde la otra tecnología tiene limitaciones o no aplica. El monitoreo de vibración muestra condiciones que incluyen desequilibrio, mala alineación, flechas fracturadas y resonancia de la máquina. El análisis de lubricante muestra los problemas de desgaste prematuro, contaminación del lubricante y de la química. La combinación de estas tecnologías detecta más tipos de problemas, predice más fallos futuros, y ayuda a determinar la causa raíz más específicamente que cualquier tecnología sola para que se puedan evitar problemas futuros.

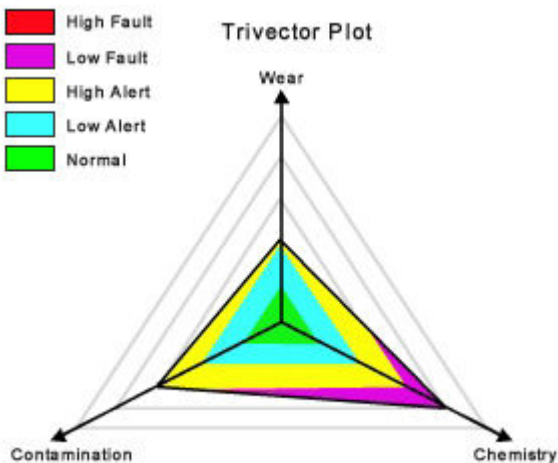
Monitoree todo el equipo rotativo crítico para optimizar la disponibilidad. Debido a que el equipo rotativo requiere

varias tecnologías para tener un diagnóstico completo, use tecnologías múltiples para obtener información de diagnóstico predictivo completa.



El análisis de vibración trae un amplio rango de herramientas que incluyen Transformadas Rápidas de Fourier, forma de onda de tiempo, análisis de fase, análisis de onda de esfuerzo, y otras para diagnosticar la condición del equipo.

La gráfica de arriba muestra la firma de vibración de frecuencia asociada con los fallos de los rodamientos. La gráfica de abajo muestra aceleraciones de más de 20 G's, que provocan grave esfuerzo en el equipo.



La gráfica de tres vectores que representa el análisis de aceite lubricante combina el análisis de contaminación, química del aceite y desgaste en una sola gráfica. Este ejemplo muestra problemas de contaminación por agua y problemas en la química del aceite. Se recomienda cambiar el lubricante.

Monitoree más activos candidatos para reducir los costos de mantenimiento y eliminar el daño colateral.

La Ventaja PlantWeb

AMS Suite: Machinery Health Manager proporciona diagnósticos completos multi-vector para equipo rotativo que incluyen monitoreo de vibración, análisis de aceite lubricante, diagnósticos de motor, y termografía. Estos diagnósticos se pueden usar para eliminar el tiempo muerto y mantener el equipo operando con una alta eficiencia. Emerson proporciona amplios servicios de administración de la condición operativa de la maquinaria para complementar nuestra tecnología.

Equipo de Proceso

El equipo de proceso va desde calderas, columnas, reactores e intercambiadores de calor, a bombas, turbinas, compresores y otro equipo rotativo.

El monitoreo de equipo de proceso se hace frecuentemente para mejorar la eficiencia del equipo de proceso, y con

eso minimizar el costo de producción. Esto ayuda a mejorar la disponibilidad en tres áreas:

■ Reducción del Mantenimiento Programado

Si se monitorean los activos candidatos, y se determina que su rendimiento es bueno, entonces a menudo se puede retrasar el mantenimiento programado. Este retraso resulta en menos horas perdidas en mantenimiento en un período de tiempo dado.

■ Determinación de la Efectividad del Mantenimiento

Si se monitorean los activos, se puede determinar la efectividad del mantenimiento. Por ejemplo, después del mantenimiento, un intercambiador de calor sufrió una rápida pérdida de eficiencia y capacidad. Debido a esta pérdida de eficiencia, el personal de mantenimiento revisó el intercambiador de calor y determinó que el problema eran tiras selladoras desgastadas. Si se dejaran sin detectar, el deterioro continuado provocaría que el proceso estuviera limitado en capacidad por calor, ocasionando un paro no programado.

■ Retrasando el Mantenimiento Necesario

El mantenimiento necesario se puede retrasar tanto como sea atractivo económicamente hacerlo. Por ejemplo, después de predecir la caída en la eficiencia de un intercambiador de calor, se determinó que éste causaría tiempo muerto del proceso debido a capacidad insuficiente en dos meses aproximadamente. Un análisis económico determinó que el momento óptimo para el mantenimiento era justo antes de que el proceso se viera limitado en capacidad por el intercambiador de calor porque la producción continuada a eficiencia reducida era más rentable que un paro más temprano. Como consecuencia, se evitó un paro no programado, y se minimizó el tiempo de mantenimiento programado y se programó en forma óptima.

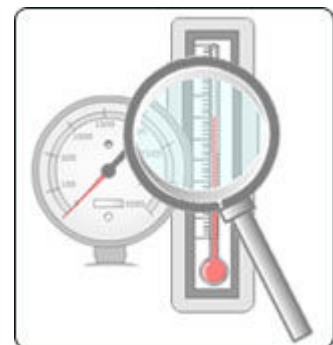
La Ventaja PlantWeb

AMS Suite: Equipment Performance Monitor proporciona monitoreo de rendimiento para una amplia variedad de equipo de proceso desde intercambiadores de calor y calderas hasta bombas, compresores y turbinas. Estos diagnósticos pueden determinar el rendimiento y condición operativa del equipo de proceso indicando si el equipo está sufriendo condiciones que pudieran provocar tiempo muerto. También pueden determinar el costo de los problemas de rendimiento, y notificarle a usted si la condición operativa deteriorante del equipo puede tener impacto en la disponibilidad o en el rendimiento (throughput).

Equipo de Proceso >> Variabilidad Excesiva

Las oscilaciones de temperatura y presión pueden provocar esfuerzo y conducir a deterioro prematuro del equipo de proceso. El monitoreo y corrección de la variabilidad excesiva para disminuir estas oscilaciones reduce el esfuerzo del equipo y aumenta su vida útil.

Muchos tipos de equipo de proceso, incluyendo calderas, intercambiadores de calor, y unidades de coquificación demuestran el aumento de la vida útil debido a la reducción de la variabilidad lograda con instrumentos mejorados, válvulas, y control de procesos. Esto extiende el intervalo entre el mantenimiento necesario, y pospone el reemplazo de activos, lo que incrementa la disponibilidad.



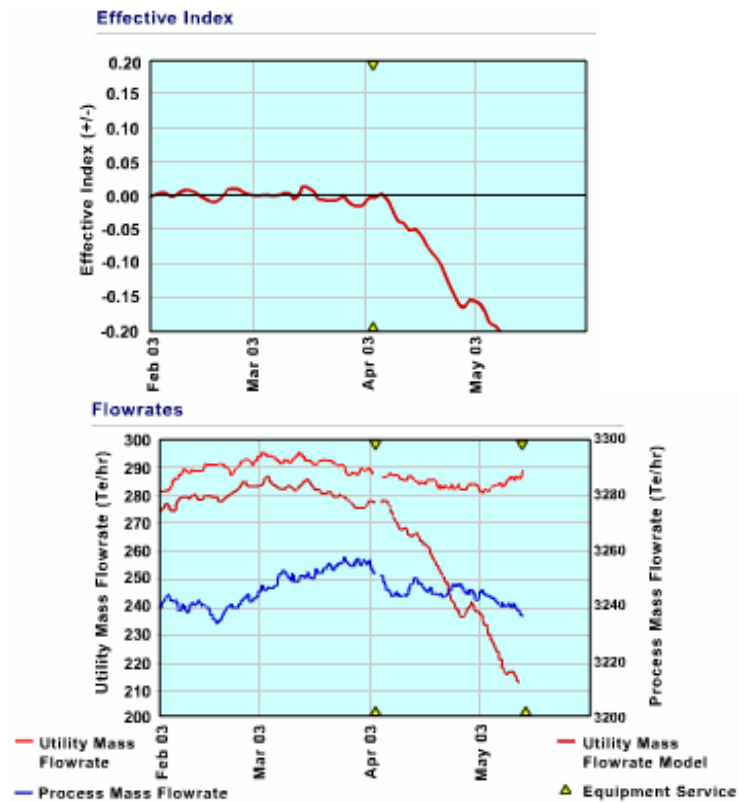
Ejemplo

Un hidrodeseintegrador tenía oscilaciones de temperatura de +/- 4 °F. Se actualizaron sus válvulas, instrumentos y controles para ajustar la variación de temperatura a +/- 0.5 °F y para mejorar el rendimiento (throughput). Un beneficio no esperado de la actualización fue el aumento de la vida del catalizador en un promedio de tres meses. Este beneficio aumentó el intervalo entre paros.

Equipo de Proceso >> Ventajas del Monitoreo

Al monitorear equipo de proceso tal como calderas, turbinas, intercambiadores de calor y bombas, se proporcionan múltiples ventajas. Estas ventajas pueden incluir mayor rendimiento (throughput), menor uso de servicios públicos y energía y decisiones optimizadas sobre la ejecución contra el mantenimiento.

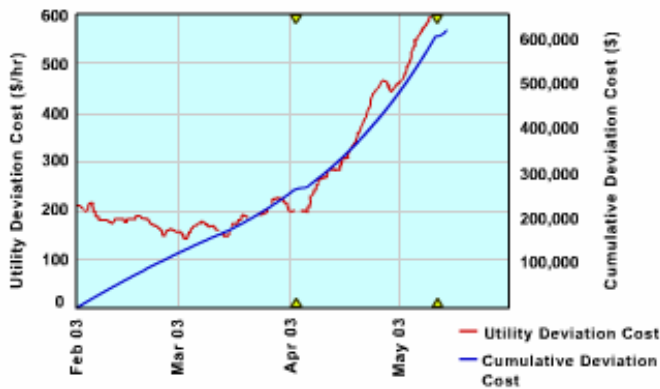
Las siguientes gráficas ilustran las ventajas de monitorear el equipo de proceso.



Esta gráfica muestra que la eficiencia del intercambiador de calor está disminuyendo significativamente. Esta caída puede provocar que el proceso se limite por calor y puede forzar una lentitud o paro en la producción.

Esta gráfica muestra incremento en el uso de **servicios públicos** mientras el rendimiento (**throughput**) y el **calor** disminuyen. Al trazar una tendencia de esto usted puede predecir cuándo la unidad se volverá limitada por calor, permitiendo que la unidad permanezca en operación hasta que el mantenimiento sea absolutamente requerido.

Deviation Cost Overview



Esta gráfica muestra los costos **por hora** y **acumulado** de la eficiencia reducida. Esto permite tomar una decisión de ejecución contra mantenimiento de acuerdo al costo y a la rentabilidad.

Válvulas

Las válvulas son dispositivos mecánicos de alta precisión complejos que están sujetos a desgaste y a muchos modos de fallo. Tradicionalmente, la operación de las válvulas se verificaba confirmando (a menudo visualmente) la posición actual de la válvula. Si la posición de la válvula estaba cerrada a la salida analógica, y la variable de proceso cambiaba con la posición de la válvula, se asumía que la válvula estaba funcionando correctamente. Esto no era necesariamente cierto.

El monitoreo puede detectar problemas que producen varios tipos de problemas de las válvulas que tienen impacto en la disponibilidad. Estos incluyen:

■ Fallo a la Demanda

Las causas de fallos a la demanda varían desde pérdida de aire del instrumento debido a obstrucciones o fugas, a pegado de las válvulas on-off que permanecen sin ser usadas por largos períodos. Los diagnósticos pueden detectar estas condiciones antes del fallo, permitiendo programar el mantenimiento.

Una alta señal del I/P puede indicar una obstrucción en el suministro de aire. Los diagnósticos pueden detectar una alta señal, y la ayuda inteligente puede recomendar la acción correctiva adecuada. Los procedimientos tales como las pruebas de recorrido parcial pueden verificar la disponibilidad de las válvulas usadas rara vez. Estas pruebas recorrerán la válvula en una pequeña cantidad para establecer su movimiento y determinar la fricción, garantizando que las válvulas funcionarán cuando se necesite (a la demanda).

■ Banda Muerta Excesiva en la Válvula

La banda muerta excesiva en la válvula puede provocar paros de planta. La fricción excesiva significa que la válvula necesita una entrada grande antes de que se mueva, ocasionando una gran oscilación en el proceso.

La fricción impide que el control corrija la oscilación antes de que se exceda una restricción, provocando un paro. Los diagnósticos de las válvulas determinan la fricción y la banda muerta, y las dibuja en una gráfica con respecto al tiempo. Esto permite predecir cuándo la fricción o la banda muerta tendrán impacto en el rendimiento de la válvula. También indica cuándo el rendimiento de la válvula es bueno, eliminando el mantenimiento y el tiempo muerto programado no necesarios.

La banda muerta excesiva reduce la disponibilidad en otra manera. El producto que no cumple con las especificaciones y que requiere que se vuelva a procesar usa recursos de la planta necesarios para la producción. La disminución de la banda muerta reduce el producto que no cumple con las especificaciones y el retrabajo, incrementando la disponibilidad de la planta para obtener una mayor producción.

■ Control de Proceso Deficiente

El control deficiente del proceso reduce la vida útil de la válvula. Si el control o la sintonización es deficiente, las válvulas oscilan (entran en un ciclo). Esta oscilación acelerará el desgaste de la válvula, provocando fallos prematuros en la válvula. El monitoreo de las oscilaciones de la válvula y de su carrera excesiva puede detectar oscilación antes de que el desgaste de la válvula sea excesivo.

Válvulas >> Diagnósticos Avanzados y Disponibilidad de la Válvula

Los diagnósticos avanzados y la comunicación digital permiten monitorear el rendimiento real de la válvula y su condición operativa e incrementar la disponibilidad de la válvula con el uso de diagnósticos continuos en línea.

Los diagnósticos de válvula inteligentes pueden determinar la condición operativa general de la válvula y el rendimiento durante la operación normal, eliminando los fallos sorpresa y la necesidad de sacar de servicio una válvula para diagnóstico.

Los diagnósticos a demanda que no tienen impacto en el proceso proporcionan más información de diagnóstico.

El resultado final de usar los diagnósticos avanzados es la predicción de los fallos con anticipación. Con esto se elimina el mantenimiento no necesario, se reducen o se eliminan los paros programados.

La Ventaja PlantWeb

Los diagnósticos de rendimiento en los **controladores de válvulas digitales FIELDVUE DVC6000** de Emerson pueden monitorear y detectar todas las condiciones principales de la válvula que tienen impacto en la disponibilidad. Además, la sofisticación incrementada del diagnóstico que tiene la tecnología **ValveLink** en nuestro software AMS Suite: Intelligent Device Manager puede determinar la causa raíz de muchas de las condiciones de la válvula sin necesidad de que un humano experto en válvulas interprete la firma de la válvula u otra información gráfica.

Por último, la información de diagnóstico se comunica a los operadores y al personal de mantenimiento con alertas sencillas fáciles de comprender. Estas alertas notifican a los departamentos de Operaciones y de Mantenimiento si se necesita mantenimiento inmediatamente para mantener la producción, y notifica al departamento de Mantenimiento si se requiere mantenimiento urgentemente para que se pueda programar antes de que sea crítico.

Instrumentos

Los instrumentos provocan pérdida de disponibilidad cuando se pierde una señal de proceso válida. Esta pérdida puede ser la ausencia de una señal, o una señal que parece ser válida pero que en realidad no lo es. En tales casos, las mediciones críticas son generalmente redundantes porque la ausencia de una señal se puede detectar inmediatamente, y una correlación con otras mediciones a veces compensa la PV perdida.

Una lectura que parece ser válida pero en realidad no lo es, es más difícil de determinar. Esta confusión puede llevar a una violación de restricciones y a un paro. Las causas habituales de esta confusión son desviación del sensor, fatiga del sensor o acumulación de suciedad (fouling), obstrucciones de líneas de impulso, etc. Otra causa es una señal que está "atorada".

Los diagnósticos de dispositivos pueden detectar algunas mediciones no válidas, incluso si están dentro del rango esperado.

La mayoría de los dispositivos inteligentes tienen algún nivel de diagnósticos integrados. Los mejores dispositivos tendrán diagnósticos que proporcionen el estado del dispositivo en lenguaje sencillo. Muchos dispositivos tienen rutinas de prueba integradas llamadas "métodos" que inician, y en algunos casos corren completamente, diagnósticos a la demanda. Los diagnósticos de dispositivos son generalmente económicos o gratis, y normalmente no son aprovechados.

La detección de los instrumentos y la predicción se está expandiendo para incluir más problemas de sensor, de instalación y de conexión del proceso.

Ejemplo

Un transmisor de presión retendrá la lectura de presión que estaba presente cuando las líneas de impulso se obstruyeron. La presión real puede ser muy diferente, pero es posible que no se detecte esta condición hasta un paro de seguridad del sistema. Este retraso podría ocasionar que el producto no cumpla con las especificaciones, que se pierda la eficiencia de la producción, y que se comprometa la seguridad.

Información al Personal de la Planta

Para incrementar la disponibilidad, el personal de mantenimiento debe estar enterado del deterioro del equipo y de la seriedad del equipo para que puedan tomar la acción correctiva antes de que el problema provoque tiempo muerto. Los mensajes de alerta tales como "NVRAM checksum" o "error code 27" no sirven de nada.

Para ayudar al personal de mantenimiento a establecer prioridades, los sistemas de monitoreo de activos de la planta deben:

- Interpretar la gravedad de las alarmas del equipo.
- Proporcionar un indicador de la condición operativa general.
- Indicar la urgencia de la condición.

Esto produce un incremento en la eficiencia del mantenimiento y en el mejoramiento de la disponibilidad.

La información debe ser dirigida a la persona correcta. Los aspectos de aviso y de mantenimiento se envían al taller de mantenimiento y no al operador, a menos que haya un impacto operacional. Las alarmas y alertas no necesarias distraen al operador de asuntos más importantes, por lo que con frecuencia los operadores inhabilitan los sistemas de alarmas y alertas molestas. La información se debe enviar al operador sólo si un problema pudiese afectar la operación segura y efectiva del proceso.



Name	Type	Health Index	Description	Location
LT-4007	Field Instrument	100	Rosemount Inc. 3051 Fieldbus Pressure Transmitter	Desalter
DV-4007	Control Valve	100	Fisher DVC 6000 Fieldbus Valve Controller	Desalter
TT-2100	Field Instrument	100	Rosemount Inc. 3244 Fieldbus Temperature Transmitter	Crude Unit
DV-4007	Control Valve	100	Fisher DVC 6000 Fieldbus Valve Controller	Crude Unit
E-150	Heat Exchanger	95	Crude Tower Heat Exchanger	Heat Exchanger
E-151	Heat Exchanger	97	Crude Tower Heat Exchanger	Heat Exchanger
E-152/A	Heat Exchanger	81	Crude Tower Heat Exchanger	Heat Exchanger
E-152/B	Heat Exchanger	78	Crude Tower Heat Exchanger	Heat Exchanger

Se reconoce que la condición operativa de los activos es muy importante para la disponibilidad, rendimiento (throughput), calidad, costo operativo. En la tabla, la columna Health Index muestra la condición operativa de una variedad de activos de la planta.

Los operadores usan esta información para determinar si la condición operativa del equipo puede afectar la producción. El personal de mantenimiento usa esta información para ayudar a establecer prioridades de mantenimiento. Esta información puede mejorar los niveles de producción, el costo de la producción y la disponibilidad.

La Ventaja PlantWeb

Los **mensajes de Alerta PlantWeb** notifican a la persona adecuada para que resuelva el problema. Si un dispositivo tiene un problema de mantenimiento, se genera una alerta que se envía al departamento de mantenimiento. Si el problema pudiese afectar las operaciones, la alerta también se envía al operador. Esto da al operador tiempo de responder al estado de la condición operativa del equipo antes de que la operación se vea afectada.

Además, la aplicación de portal de activos PlantWeb (**PlantWeb Asset Portal Application**) da un seguimiento a la condición operativa y al rendimiento de los activos de su planta, desde transmisores y válvulas hasta equipo rotativo y equipo de proceso. Un indicador de condición operativa (health index) fácil de entender y un monitor de alertas proporcionan retroalimentación inmediata tanto a los operadores como al personal de mantenimiento sobre la condición operativa del equipo de la planta.

Poniendo Todo Junto

El monitoreo continuo puede detectar y predecir las condiciones que provocan desgaste y fallos. Se puede eliminar el mantenimiento no necesario con el monitoreo continuo, lo que permite reducir el desgaste y la degradación. Los resultados son menores costos, mayor vida útil del equipo y mayor disponibilidad.

¿Cómo decide usted cuánto monitoreo se necesita? El monitoreo de equipo debe ser de acuerdo a la importancia del equipo del proceso, y al costo de reparación si no se detectaran y corrigieran las condiciones de fallo prematuro. Entre más importante sea el equipo a la producción, y entre más alto sea el costo de un fallo grave, mayor es la necesidad de monitorear el equipo y de predecir los fallos.

Por último, la **información de monitoreo y de predicción debe llegar a la persona adecuada**. Notifique a los operadores, si la condición del equipo pudiera afectar la operación de la planta. Notifique a los técnicos de mantenimiento sobre todas las condiciones que pudieran provocar deterioro en el equipo. Comunique claramente la gravedad de la condición para que se dé prioridad y se programe una acción correctiva.

Con el monitoreo de equipo adecuado, la disponibilidad de la planta se está haciendo mucho más predecible y controlable. Esto puede incrementar significativamente las ganancias y reducir los costos tanto de capital como operacionales.

[Fin del curso]