[Superando las limitaciones de la monitorización de fluidos agua-glicol]

Detección temprana de una avería hidráulica en una línea de colada continua

Este proyecto ha sido posible gracias a la colaboración de nuestro socio en México, RMSH.

[OPTIMUS STEEL]

Impulsada por sus valores fundamentales de las personas primero, honestidad, responsabilidad, excelencia, pasión y trabajo en equipo, esta acerera es un destacado fabricante de acero ubicado en Beaumont, Texas (Estados Unidos). La empresa produce una amplia gama de productos siderúrgicos de alta calidad, incluyendo alambrón, corrugado recto y en rollo, así como palanquillas.

A lo largo de los años, ha recibido reconocimiento por sus logros en seguridad, servicio a la comunidad, excelencia en ingeniería, mejora medioambiental y gestión de la calidad, respaldados por su certificación ISO 9001. La compañía presta servicio a múltiples industrias de Norteamérica, entre ellas construcción, automoción, energía, bienes de consumo, manufactura y aricultura.

Con más de 120 años de experiencia combinada en ventas y soporte técnico, la empresa continúa invirtiendo en tecnologías que mejoran la fiabilidad, la seguridad y la excelencia operativa.



Imagen 1. Máquina de colada continua

[PROCESO DE PRODUCCIÓN]

El sistema hidráulico principal de una máquina de colada continua es uno de los activos más críticos dentro del proceso de fabricación del acero. En la colada continua, toneladas de acero líquido a temperaturas cercanas a los 1.500 °C son transferidas desde una cuchara metalúrgica a una artesa y posteriormente distribuidas a múltiples líneas de colada. Las unidades hidráulicas de extracción y enderezado controlan el movimiento y la geometría de la palanquilla mientras ésta se solidifica.

Estos sistemas hidráulicos son responsables de mantener fuerzas de extracción estables. Cualquier pérdida de rendimiento hidráulico puede provocar:

- Defectos en la calidad del producto
- Deformación de las palanquillas
- Roturas de colada y riesgos para la seguridad
- Interrupciones imprevistas de la producción
- Pérdidas económicas significativas

Debido a que los componentes hidráulicos trabajan próximos al acero fundido, el sistema emplea un fluido resistente al fuego a base de agua-glicol en lugar de aceite mineral convencional. Una interrupción de producción en la colada continua puede superar los 100.000 dólares por hora en pérdidas de producción, por lo que la fiabilidad del sistema constituye una prioridad operativa de primer nivel.

[ANTECEDENTES Y DESAFÍOS]

Los sistemas hidráulicos con fluidos agua-glicol son ampliamente utilizados en las plantas siderúrgicas debido a sus propiedades ignífugas. Sin embargo, presentan desafíos de monitorización únicos en comparación con los aceites hidráulicos convencionales. Uno de los principales problemas es la dificultad para estandarizar las muestras durante los análisis de laboratorio.

Históricamente, la acerera dependía principalmente de análisis mensuales de laboratorio para evaluar la limpieza del fluido. Esto generaba:

- Baja frecuencia de muestreo
- Visibilidad tardía de fallos en desarrollo
- Variabilidad causada por prácticas manuales de toma de muestras
- Mayor riesgo de operar durante semanas antes de detectar problemas de contaminación

La planta había probado anteriormente contadores de partículas basados en tecnología láser, promocionados como aptos para aplicaciones con agua-glicol, con el objetivo de disponer de análisis en tiempo real. Sin embargo, los resultados fueron inconsistentes y no mostraban correlación con los análisis de laboratorio.

Los principales desafíos incluían:

- Variaciones del índice de refracción debidas a la composición agua-glicol
- Efectos de dispersión de la luz
- Interferencias causadas por burbujas de aire
- Requisitos de estabilización del flujo
- Lecturas falsas de partículas
- Escasa repetibilidad y baja confianza en los datos en tiempo real

Como resultado, lograr una monitorización online fiable de la limpieza en sistemas agua-glicol había sido durante años un desafío para la industria siderúrgica.

[SOLUCIÓN]

Para superar estas limitaciones, la acerera instaló una solución integrada basada en el contador óptico de partículas OilWear S120D y una plataforma de análisis en tiempo real.

El sistema monitorizaba continuamente:

- Códigos de limpieza ISO 4406
- Presión de descarga de las bombas
- Estabilidad de presión
- Nivel y temperatura del depósito
- Presión diferencial de los filtros
- Caudal de drenaje de carcasa
- Vibración de las bombas
- Indicadores de contaminación por aire



Imagen 2. Instalación de OW S120D

Todos los datos se integraron en una plataforma analítica desarrollada en Python, capaz de proporcionar: visualización en tiempo real, análisis de tendencias, generación de alarmas, correlación entre variables, lógica de detección de fallos y diagnósticos basados en datos. Este enfoque transformó el control de limpieza de fluidos, pasando de ser una actividad mensual de laboratorio a una herramienta continua de mantenimiento en tiempo real.

[DETECCIÓN DEL PROBLEMA]

Mientras el sensor se encontraba en fase de evaluación, el personal de mantenimiento observó un incremento significativo en los niveles de contaminación. Tras revisar las tendencias, detectaron que el nivel de limpieza del sistema había pasado aproximadamente de: ISO 15/13/12 ---- ISO 23/22/21 en un corto período de tiempo, lo que indicaba una generación anormal de partículas dentro del sistema hidráulico.

Se correlacionaron los datos de contaminación con otros indicadores de condición y descubrieron:

- Incremento del número de partículas
- Aumento de los niveles de vibración de las bombas
- Mayor contenido de aire en el fluido
- Aparición simultánea de las tres tendencias

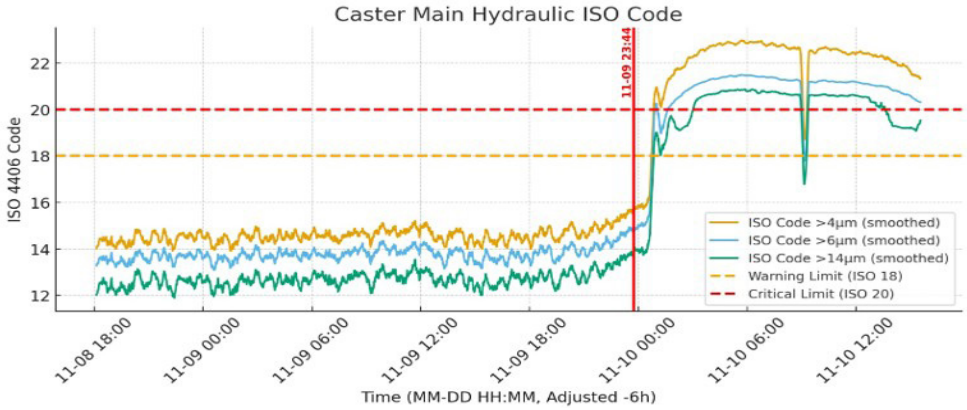


Imagen 3. Gráfico código ISO

Análisis posteriores confirmaron la causa raíz: un sello degradado en una bomba de recirculación de paletas estaba provocando cavitación, generando desgaste interno y aumentando rápidamente los niveles de contaminación en todo el sistema hidráulico. Sin monitorización en tiempo real, este problema podría haber pasado desapercibido hasta el siguiente análisis programado en laboratorio. La incidencia se resolvió durante una parada planificada, evitando un fallo potencialmente catastrófico en equipos críticos.

El equipo de mantenimiento implementó de forma inmediata las siguientes acciones correctivas:

- Sustitución de la bomba de paletas dañada.
- Instalación de una unidad de filtración externa offline con filtración de 3 micras.
- Sustitución de los elementos filtrantes contaminados.
- Verificación de la recuperación de la limpieza del sistema y confirmación de la normalización de los niveles de vibración tras la reparación.

Este enfoque proactivo permitió minimizar el riesgo operativo, restablecer la fiabilidad del sistema y garantizar la protección continua de los activos críticos.

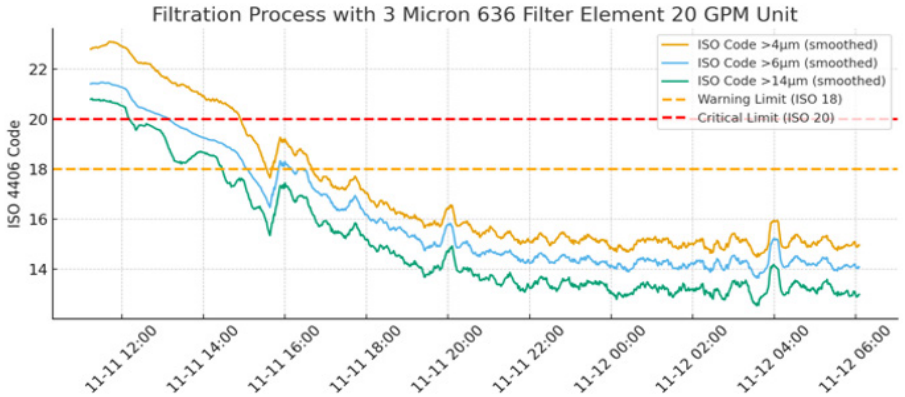


Imagen 4. Gráfico código ISO después de la filtración

[RESULTADOS]

El proyecto generó beneficios operativos y económicos inmediatos:

Resultdos técnicos

- Detección temprana de la degradación del sistema hidráulico.
- Identificación de la causa raíz mediante análisis de tendencias de partículas y correlación de variables.
- Recuperación de la limpieza del fluido desde aproximadamente ISO 23/21/20 hasta ISO 15/14/13.
- Confirmación exitosa de desgaste inducido por cavitación antes de que se produjera una falla catastrófica.

Resultado económicos

- Prevención de daños potenciales en bombas hidráulicas críticas Rexroth valoradas entre 25.000 € y 30.000 € cada una.
- Protección de válvulas sensibles a la contaminación.
- Elución de una posible interrupción de producción superior a 100.000 dólares por hora.
- Capacidad de respuesta durante el mismo turno gracias a la monitorización en tiempo real.
- Protección de la artesa valorada en aproximadamente 10.000 €.

[IMPACTO EN LA INDUSTRIA SIDERÚRGICA]

Un avance para la monitorización de sistemas agua-glicol

Uno de los resultados más relevantes de este proyecto es su impacto potencial en toda la industria del acero.
Durante décadas, la monitorización online fiable de la contaminación en fluidos hidráulicos agua-glicol se ha considerado extremadamente compleja debido a las características del fluido y las limitaciones de los contadores de partículas láser convencionales. Este proyecto demostró que el OilWear S120D puede proporcionar una monitorización en tiempo real, fiable de la limpieza en entornos con agua-glicol, permitiendo a los equipos de mantenimiento detectar fenómenos de desgaste y eventos de contaminación antes de que evolucionen hacia fallos de equipo.

Tras el éxito obtenido con la detección de esta avería, la acerera amplió la tecnología en sus instalaciones:

- Cuatro grandes sistemas hidráulicos agua-glicol equipados con sensores
- Dos sistemas adicionales con fluidos sintéticos resistentes al fuego monitorizados
- Ampliación de la monitorización online a otros activos críticos de producción (6 SMK)

El proyecto ha establecido un nuevo referente en mantenimiento predictivo para plantas siderúrgicas, demostrando que la monitorización de condición en tiempo real de sistemas agua-glicol no solo es posible, sino que también aporta importantes beneficios en términos de seguridad, fiabilidad y rentabilidad.

Mediante la implantación del OilWear S120D y una plataforma de análisis en tiempo real, la acerera superó uno de los mayores retos de la monitorización de lubricación industrial: la supervisión online fiable de la limpieza en sistemas hidráulicos con fluido agua-glicol. La solución permitió detectar fallos de forma temprana, evitar costosos tiempos de inactividad, optimizar las decisiones de mantenimiento y establecer un modelo replicable para otras plantas siderúrgicas.

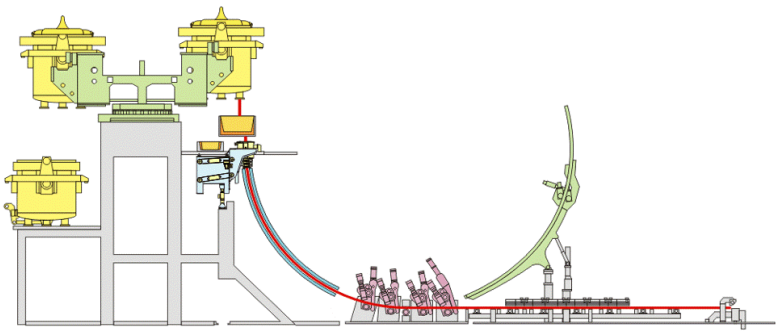


Imagen 5. Máquina de colada