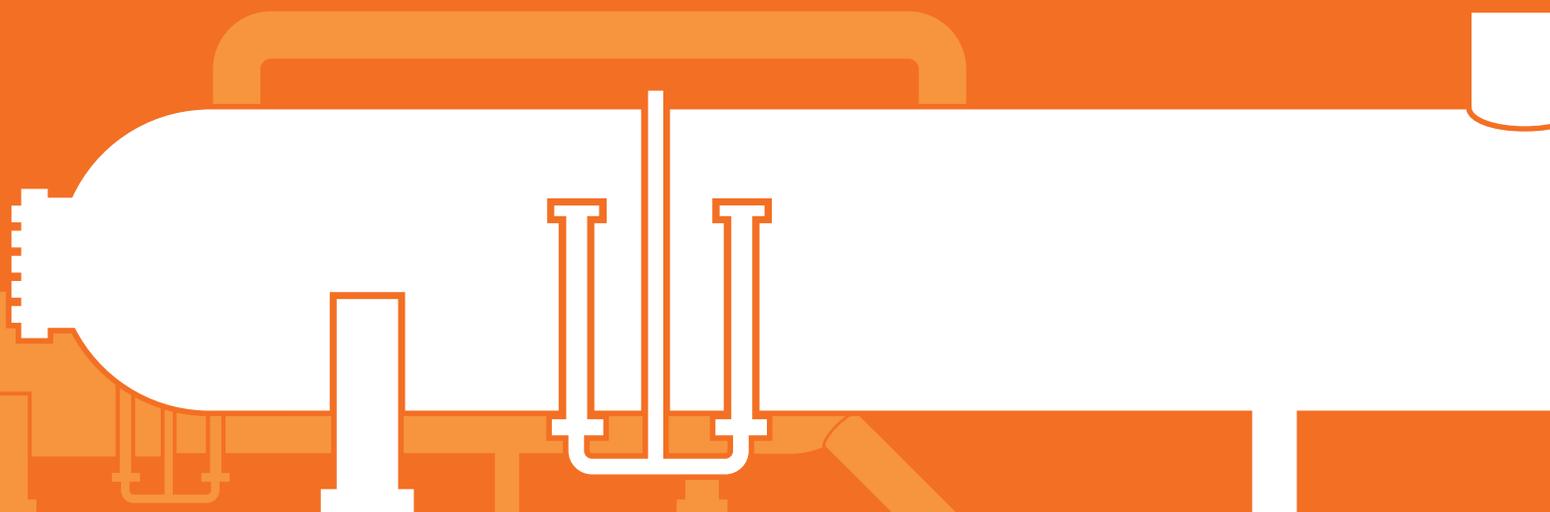


AHORROS OCULTOS EN LA GENERACIÓN DE VAPOR

Ahorros mediante la Optimización del Ciclo de Generación de Vapor y el Proceso de Recuperación de Condensados

Un Artículo Técnico Magnetrol en la Serie "Nivel Importa"



MAGNETROL[®]
NIVEL IMPORTA

AHORROS OCULTOS EN LA GENERACIÓN DE VAPOR

Ahorros mediante la Optimización del Ciclo de Generación de Vapor y el Proceso de Recuperación de Condensados

Objetivo

Identificar áreas claves en la generación de vapor, sistemas de recuperación de condensados y procesos de recuperación de energía residual donde soluciones rentable de instrumentación ofrecen un retorno tangible a la inversión a corto plazo. El objetivo es reducir el índice energético, el impacto ambiental, el consumo de combustible y agua, costo de tratamiento de agua y gastos de mantenimiento en las industrias pesadas y comerciales donde la generación de vapor es esencial para los procesos de producción.

Visión general

- ¿Porqué control?
- Generación de vapor
 - Caldera & recipientes de vapor
 - Desaereación
 - Purgas de condensado
- Recuperación de condensado
 - Costo-beneficio
 - Tanques receptores de condensados
 - Protección de bombas
 - Tanques de destello e intercambiadores de calor/condensadores
- Tratamiento de agua de alimentación
- Gestión energética
 - Aire de combustión, flujo de combustible y aire comprimido.
- Casos de Estudio

¿Porqué Control?

La industrias de generación eléctrica y de papel celulosa son dos de los mayores productores de vapor; sin embargo, las industrias metalúrgicas, refinación de petróleo, procesos químicos y las de alimentos/bebidas también asignan porciones significativas de su energía total, entre un 10% y 60%, a la producción de vapor. La instrumentación juega un papel importante en aplicaciones claves en el ciclo de generación de vapor.

Como consecuencia, el rendimiento de cualquier tecnología de nivel en relación a errores inducidos por instrumentos, procesos de calibración y vulnerabilidades de la dinámica del proceso pueden tener un impacto inmediato y adverso en el consumo de combustible al tiempo que contribuyen negativamente en otros aspectos del proceso, tales como, los requerimientos de agua de alimentación, purgas excesivas del nivel de la caldera, transferencia energética, etc. Desafortunadamente, estos otros aspectos del proceso contribuyen indirectamente al uso ineficiente de combustible y obstaculizan la calidad del producto y rendimiento de producción. Añadiendo a esta carga existe la posibilidad de daños potenciales a equipo costoso resultando en paros forzados, mantenimientos no programados y costosos, aparte de paros en la producción.

Este artículo destaca las áreas individuales donde la aplicación de tecnologías específicas y probadas en uso pueden reducir los costos de operación y gastos de mantenimiento.

No es una práctica infrecuente en la actualidad el emplear calor residual y/o sistemas de recuperación de condensados para reducir las pérdidas de energía y la captura de condensado valioso. El uso de tecnologías de instrumentación que no sean adecuadas o confiables abordando aspectos de control de procesos pueden inhibir la efectividad y el retorno a la inversión de estos sistemas y exponer equipos a posibles daños innecesarios. Además, los procesos donde el consumo de electricidad y la generación de vapor representan una cantidad desproporcionada del costo del combustible pueden estar plagados de ineficiencias simplemente debido a deficiencias de la tecnología en aplicaciones críticas. Por supuesto, esto depende del tipo de combustible empleado así como también de otros factores. Sin embargo, cuando son abordadas correctamente, estas áreas tienen un impacto positivo en la reducción de costos.

Una visión general de los procesos involucrados, junto con los requisitos específicos de instrumentación para cada componente, ofrecen

una visión sobre la importancia que representa el mantener un control de nivel adecuado y medidas de protección para lograr ahorros potenciales en generación de vapor, recobro de calor residual y condensados, así como en sistemas de tratamiento de agua comunes en la industria pesada.

Este artículo destaca las áreas individuales donde la aplicación de tecnologías de control de nivel específicas y probadas en uso pueden reducir los costos de operación y de mantenimiento, lo que permite a las empresas competir mejor en los mercados globales de hoy. Como el precio suele ser una consideración clave, las aplicaciones en servicios severos demandan el uso de tecnologías de punta donde el costo-beneficio a corto y largo plazo se asocian directamente con la eficiencia de los procesos. Típicamente, se le suele dar mayor consideración a los costos de adquisición de los equipos que tienen el menor impacto en la eficiencia de los procesos, pero en la realidad, la medición confiable es un factor clave en las operaciones normales de cualquier proceso.

Generación de Vapor

Generación de vapor y sistemas de recuperación de condensado puede variar en complejidad dependiendo del uso que se le de al vapor y los requisitos del proceso. Por ejemplo, vapor para la generación de electricidad o para apoyar las operaciones en una fábrica de celulosa & papel versus los requerimientos de una pequeña o mediana operación de procesos químicos. La Figura 1 presenta un diagrama simplificado de un

“La industria estadounidense de la celulosa y el papel - definida como Instalaciones dedicadas a la fabricación de pulpa, papel, y cartón - gasta más de \$ 7 mil millones en la compra y uso de combustibles y electricidad anualmente. Mejoras en eficiencia energética es una forma importante de reducir estos costos y aumentar las ganancias predecibles, especialmente en tiempos de alta volatilidad en los precios la energía”

Laboratorio Nacional de Berkeley

*División de Tecnologías de Energía Ambiental,
Octubre 2009*

ciclo básico de generación de vapor, escalable a prácticamente a los requisitos de cualquier planta incorporando calderas de diversos tipos. Basta con resaltar las áreas críticas en el ciclo donde los temas relacionados con el control adecuado de nivel pueden tener un profundo impacto en la eficiencia, la confiabilidad y el mantenimiento.

El corazón del sistema del ciclo de vapor es la caldera o domo de vapor. Independientemente de su tamaño, sus funciones primarias y periféricas son las siguientes:

- Proporcionar amplia superficie para la eficiente separación de agua y vapor.
- Proporcionar capacidad de almacenamiento para cumplir en forma inmediata requerimientos de agua de alimentación a la caldera.
- Facilitar la adición de productos químicos para el tratamiento del agua, así como la eliminación de impurezas mediante purgas de recipientes de vapor, incluyendo la caldera.

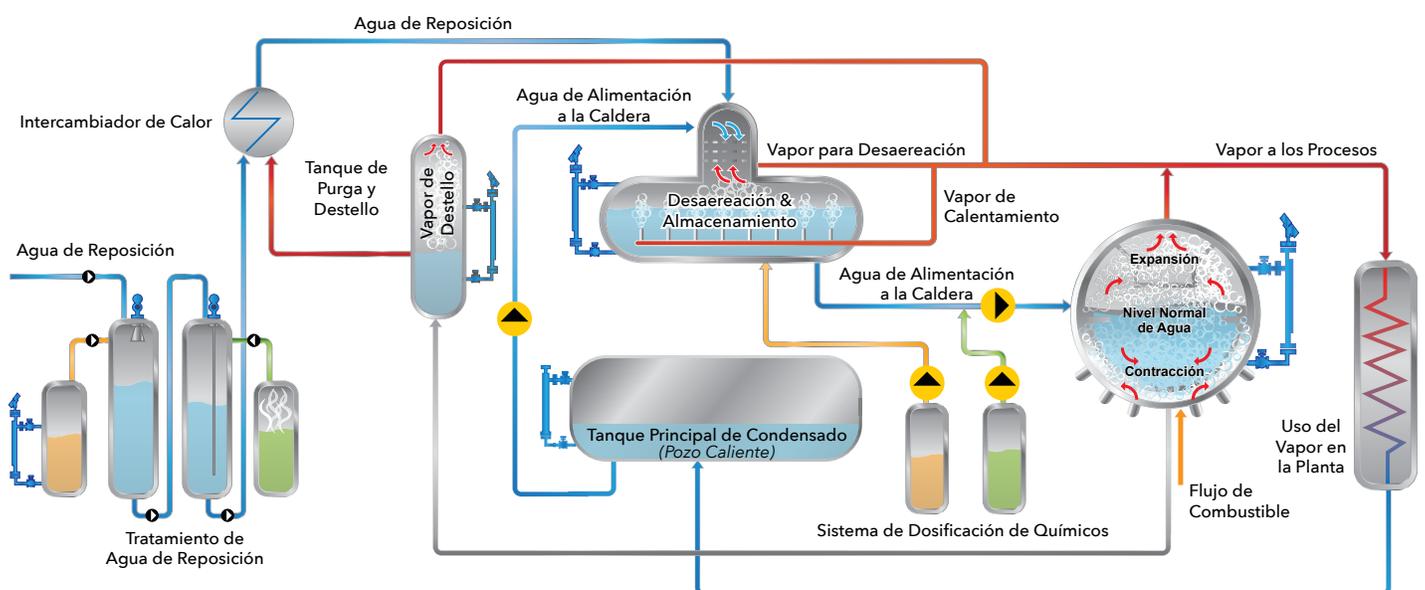


Figura 1 Condensado del Proceso (de los tanques de recepción de condensado)

Una caldera, tipo tubo de fuego o agua, representa un entorno extremadamente dinámico con respecto al control de nivel cual fuese la estrategia de control empleado: uno, dos o tres elementos de control. El denominador común en todas estas estrategias es precisamente la medición confiable de nivel.

Aplicando una tecnología que mejore esta variable en la ecuación sin duda ayudará a controlar el nivel normal de agua (NWL) en la caldera o recipiente de vapor, permitiéndole servir mejor su función primaria de separación de agua y vapor para mejorar la calidad del vapor producido.

Esto se vuelve más importante cuando las fluctuaciones en la demanda puede tener efectos dramáticos en el rendimiento del instrumento durante condiciones de “contracción” y “expansión” resultantes de los cambios de presión en la caldera o recipiente de vapor. En la producción de vapor a gran escala como el requerido para la generación de energía comercial (calderas de tubos de agua), interrupciones en el control de nivel de una caldera o recipiente de vapor puede tener efectos adversos sobre la circulación natural del proceso y la capacidad de una planta de responder rápidamente a fluctuaciones de la demanda del mercado.

Las tecnologías de nivel históricamente utilizadas en calderas se basan en métodos de flotabilidad o inferencia para determinar el nivel. Esto los hace vulnerables a la dinámica de los procesos (gravedad específica, presión, temperatura, etc.) o limita su capacidad para gestionar con precisión el nivel para obtener la mejor economía en el consumo de combustible.

Interrupciones en el control de nivel de una caldera o recipiente de vapor puede tener efectos adversos sobre la circulación natural del proceso y la capacidad de una planta de responder rápidamente a fluctuaciones de la demanda del mercado.

Aunque se pueden aplicar correcciones para mitigar los efectos indeseables, las variables que deben tomarse en cuenta aumentan los costos

de instalación del control de nivel, los equipos requeridos y la complejidad de la calibración. Todos esos elementos introducen nuevas fuentes potenciales de error. La eliminación de posibles fuentes de error (incluyendo error humano) en relación con la tecnología fundamental de un instrumento es el primer paso en la optimización del control de nivel en calderas o recipientes de vapor.

Tecnologías tradicionalmente empleadas en Calderas o Recipientes de Vapor

Un vistazo rápido a diferentes tecnologías revela sus debilidades individuales relacionadas con el control de nivel en calderas o recipientes de vapor:

- **Presión Diferencial** – un sistema complejo de tuberías, potes de condensado y transmisor (es) basado en la inferencia del nivel en base al peso de la columna hidrostática y que requiere hasta de 12 parámetros del procesos para calibrarlo adecuadamente. Es preciso aplicar correcciones para garantizar exactitud.
- **Flotación (transmisores tipo desplazador)** – la precisión desde el arranque hasta alcanzar la temperatura normal de operación no es confiable debido a que el desplazador está diseñado para una densidad del fluido determinada a las condiciones operativas del proceso. Calibración y desgaste mecánico puede introducir errores en el tiempo.
- **Flotación (interruptores mecánicos para control de encendido/apagado)** – esta es una solución de bajo costo para calderas más pequeñas. Sin embargo, la introducción de volúmenes de líquido sub-calentados podría afectar el rendimiento y aumentar el consumo de combustible en comparación con una medición de tipo continuo.



El mantenimiento frecuente, la complejidad de los equipos y su calibración, además de la vulnerabilidad dinámica del proceso, introduce costos adicionales y fuentes de errores en la medición de nivel.

- **Capacitancia de RF** – basada en la constante dieléctrica del fluido del proceso. Las constantes dieléctricas del agua y del condensado de vapor cambian en función de la temperatura, introduciendo errores innecesarios. Requiere calibración en sitio a las condiciones de operación.
- **Conductividad** – supone de antemano altos costos de equipos y mantenimiento de las sondas en comparación con otras tecnologías. No es una medición continua de nivel. La resolución está supeditada a la proximidad de sondas de conductividad adyacentes a través del rango de medición. Daño en los hilos de las roscas es uno de los problemas comunes de reparación.

Beneficios Claves del Radar de Onda Guiada para Calderas y Recipientes de Vapor

- **Estrategia de control de tres elementos:** flujo de agua de alimentación, flujo de vapor principal y nivel de la caldera o recipiente de vapor - nivel real versus nivel inferido - nivel continuo versus indicación discreta.
- **No requiere calibración o compensación externa:** certeza de datos al implementar la estrategia de control durante operaciones normales y en las situaciones de 'contracción' y 'expansión' del nivel. Previene condiciones de arrastre de agua en el caudal de vapor.
- **Mantiene el Nivel Normal de Agua (NWL) bajo cualquier condición del proceso.** Esto ayuda en la separación de agua y condensado de vapor así como también en la calidad del vapor generado.
- **Elimina gastos innecesarios de energía** reduciendo la frecuencia de purgas para controlar el nivel.
- **La capacidad de respuesta rápida a los cambios en demanda.**
- **Sellos de aislamiento del proceso específicamente relacionados al vapor** para aplicaciones corrosivas en altas temperaturas y presiones.
- **Sondas con control de condensación y compensación automática de vapor.**
- **Menores costos de mantenimiento.**

Radar de onda guiada (GWR), por otro lado, es una tecnología de medición continua que tiene la ventaja distintiva de no ser vulnerable a las variaciones de condiciones de proceso que afectan a las técnicas de medición mencionadas anteriormente.

Dado a que su funcionamiento y precisión no dependen de la gravedad específica ni infiere en forma indirecta el nivel, sobresale sobre todas las demás tecnologías en la medición del nivel de líquido real bajo cualquier condición operacional de la caldera o recipiente de vapor.

Además, radar de onda guiada no requiere de datos externos o calibración para lograr el rendimiento especificado - la precisión es inherente a la tecnología. Esto elimina efectivamente la introducción de errores de calibración o de factores externos, como presión y temperatura.

Una reducción en el número de variables que afectan la medición proporciona un alto grado de certeza en los datos que permite a los operadores mantener mejor el nivel normal de agua (NWL) en la caldera o recipiente de vapor para lograr una óptima separación agua/vapor y calidad del vapor generado durante condiciones variables del proceso.

Extractos de la Sección 1 del Código ASME para Calderas a Presión

PG-60.1.1 Calderas con una presión permisible máxima por encima de 3 MPa (400 psig) deberán tener dos visores de nivel de vidrio.

En lugar de uno de los dos visores de vidrio, pueden emplearse dos indicadores remotos e independientes de nivel de agua (dos sistemas discretos que en forma continua midan, transmitan y muestren el nivel de agua).

PG-60.1.1.2 Cuando dos indicadores remotos e independientes de nivel de agua estén en operación confiable (indicando en forma continua el nivel de agua), el visor de vidrio remanente requerido puede ser aislado, pero debe mantenerse siempre en condiciones de entrar en servicio de inmediato.

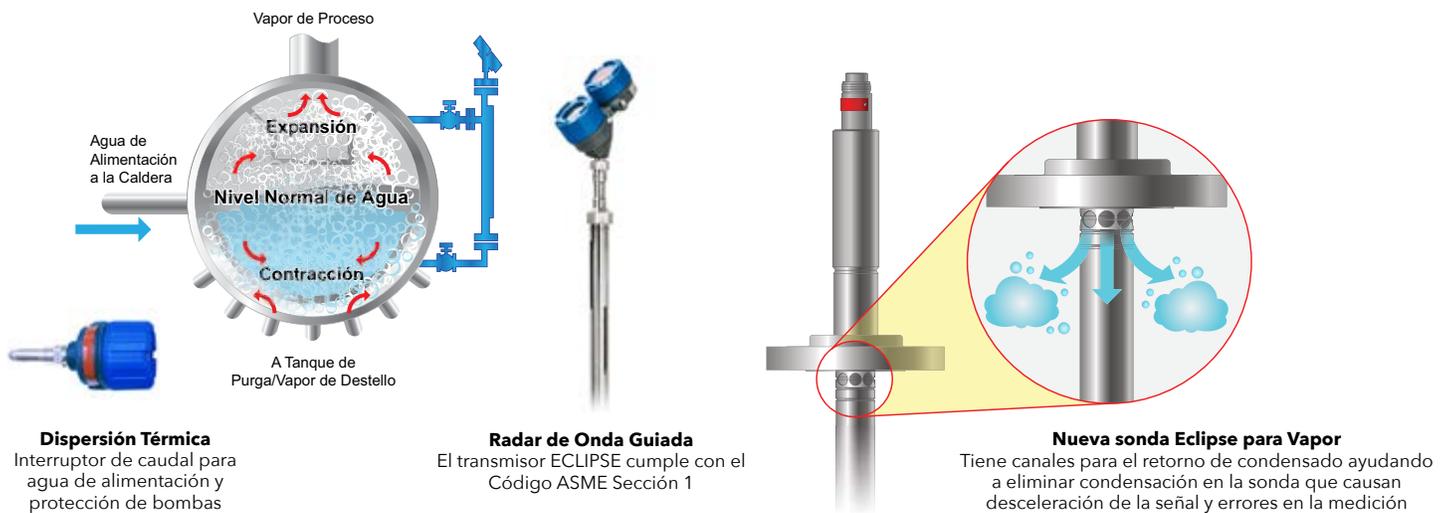


Figura 2

Dispersión Térmica
 Interruptor de caudal para agua de alimentación y protección de bombas

Radar de Onda Guiada
 El transmisor ECLIPSE cumple con el Código ASME Sección 1

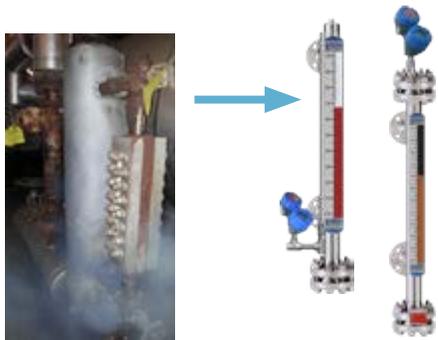
Nueva sonda Eclipse para Vapor
 Tiene canales para el retorno de condensado ayudando a eliminar condensación en la sonda que causan desaceleración de la señal y errores en la medición

Una discusión aparte de lo que es la optimización de los controles de nivel para mejorar la eficiencia operacional de la caldera o recipientes de presión es el tema de los requerimientos de visores de vidrio mencionados en la Sección 1 del Código ASME para calderas a presión.

Los visores de nivel de vidrio juegan un papel muy importante como respaldo a los controles de nivel en calderas/recipientes de vapor, así que la importancia de su utilización no puede ser minimizada. Sin embargo, en servicios continuos estos representan una carga pesada en términos de altos costos de mantenimiento, además de la preocupación sobre operaciones seguras.

Problemas Frecuentes con Visores de Vidrio

- Cortes en el cuerpo por fugas de vapor
- Falla en las válvulas de bloqueo
- Fugas en empaques y sellos
- Falla y erosión de los cristales



Eliminando uno de los dos visores de nivel de vidrio requeridos según la Sección 1 del Código ASME para calderas a presión puede reducir significativamente

los costos de mantenimiento a la vez que permite mantener el visor remanente cerrado durante la operación normal de la caldera.

Muchas veces, el costo asociado con la reparación de visores de vidrio puede justificar perfectamente la adquisición y uso de nuevas tecnologías, significativamente reduciendo el número de puntos potenciales de fuga en comparación con el uso de visores de vidrio, lo cual representa un bono adicional cuando se trata de la seguridad del personal de la planta.

| | | |
|--|--|------------------------------------|
| | Kit de Reparación Cristales con Empaques/Sellos | US\$660 US\$1,600 |
| | Reparación 4 hrs @ ~\$35/hr | ~US\$140 |
| | Instalación 4 hrs @ ~\$35/hr | ~US\$140 |
| | Proceso/Tanque Fuera de Servicio | \$\$\$\$ por día |

Desaeradores e Intercambiadores de Calor

Otra aplicación clave de nivel, muchas veces olvidada cuando se habla de eficiencia, son los desaeradores y recipientes asociados a ellos. El desaerador opera como un tipo de intercambiador de calor 'abierto' siendo su objetivo primario la remoción de oxígeno y otros gases corrosivos del agua de alimentación a la caldera y así poder evitar daños por corrosión en los equipos. Esto se logra empleando vapor que puede proporcionar hasta 2155 BTU/kg para la operación del desaerador y precalentamiento del agua de alimentación a la caldera.

Optimización de Aspectos de Intercambio de Calor en Desaeradores

Empleando tecnologías de punta para la medición de nivel puede mejorar considerablemente la transferencia de energía. Por cada 6°C que se logre incrementar la temperatura del agua de alimentación a la caldera representa alrededor de un 1% en ahorro de combustible.

Aurora®:

Visor de Nivel Magnético con un Radar de Onda Guiada incorporado dentro de la cámara.

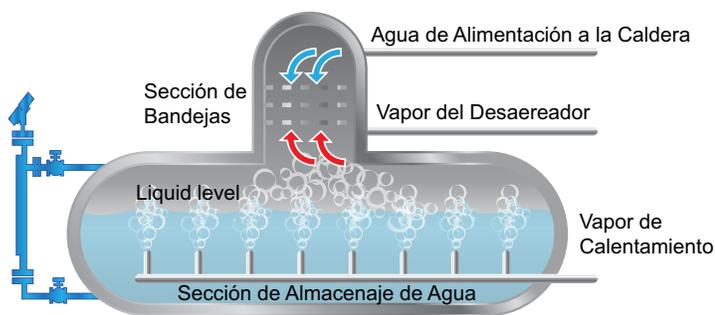


Figura 3

Por supuesto que cualquier ganancia apreciable a través de todo el proceso del agua de alimentación a la caldera reduce la cantidad de energía (combustible) requerida - cada 6°C de incremento en la temperatura del agua de alimentación a la caldera representa un ahorro del 1% en combustible. Controles de nivel inadecuados pueden inhibir el proceso del desaerador (nivel muy alto) o reducir/cerrar el caudal de alimentación de agua a la caldera (nivel muy bajo). El primero afectando la longevidad y eficiencia de los equipos mientras que el segundo representa riesgos de pérdidas y posible daño a las bombas.

Adicionalmente al desaerador, los intercambiadores y condensadores más comunes del tipo carcaza-tubo pueden encontrarse en ciclos de generación de vapor a gran escala donde los costos pueden ser compensados por los ahorros obtenibles con la eficiencia térmica. La efectividad en transferencia térmica en un intercambiador de calor tipo carcaza-tubo - aparte de las posibles anomalías en los

equipos - depende de la medición confiable del nivel. Para mayores detalles, consulte el boletín Magnetrol SP41-296.

Las mismas ventajas que hacen que el radar de onda guiada sea una solución óptima en calderas y recipientes de vapor aplican también para desaeradores e intercambiadores de calor para lograr mejoras en la eficiencia térmica de estos equipos.

Tanques de Destello y Purga

Manteniendo el nivel en una caldera dentro de los parámetros de diseño asegura la mejor y más óptima calidad del vapor posibles mientras que se minimiza la necesidad de purgar periódicamente la caldera, ambos con el objeto de mejorar la eficiencia y administración de recursos.

Se estima que hasta un 49% de la energía puede ser recuperada mediante el uso de vapor de destello canalizado hacia los intercambiadores de calor o desaeradores con el objeto de pre-calentar el agua de reposición al sistema o soportar el proceso de desaeración respectivamente.

La purga continua o manual de la caldera minimiza la acumulación de escamas y corrosión que incorporan impurezas en el agua. Los procesos de purga en forma periódica son una manera de crear espacio y eliminar impurezas en la caldera y tanques de destello, este último facilita la recuperación de energía mediante el uso de vapor de destello.

Se estima que hasta un 49% de la energía puede ser recuperada mediante el uso de vapor de destello canalizado hacia los intercambiadores de calor o desaeradores con el objeto de pre-calentar el agua de reposición al sistema o soportar el proceso de desaeración respectivamente. Adicionalmente, mejores tecnologías de control de nivel en las calderas eliminan pérdidas energéticas producto de purgas innecesarias tratando de evitar el acarreo de condensado en el vapor de descarga de la caldera.

Aprovechando las capacidades de algunas tecnologías en abordar de forma confiable el nivel en cualquiera de estos recipientes, especialmente en tanques de destello, resulta fácil de garantizar un rendimiento óptimo especialmente empleando unidades “plug & play” donde se obvia la necesidad de calibración o equipos externos.

Optimizando la caldera, desaereadores, intercambiadores de calor, condensadores y uso de purgas con relación a los controladores de nivel afecta principalmente la economía de combustibles mediante una mejor gestión de la energía necesaria para producir vapor de alta calidad para cualquier tarea. Respuestas rápidas a fluctuaciones de demanda y reduciendo el mantenimiento asociado a la instrumentación o posibles daños a equipos son beneficios residuales que tienen sus propias ramificaciones financieras; por lo tanto, también deberían ser considerados al implementar cualquier tecnología. El retorno de la inversión en el marco del tiempo puede variar dependiendo de la escala de la operación, así como el tiempo invertido en el mantenimiento de instrumentación obsoleta.

Recuperación de Condensado

Los beneficios de cualquier sistema de recuperación de condensado están bien documentados en industrias que dependen de la generación de vapor para sus procesos.

El condensado de vapor tiene un valor real en que cada litro recuperado ahorra el costo de agua de reposición adicional, la necesidad de tratamiento de esa agua o descarga de aguas de desperdicio a los sistemas municipales.

A menudo, es la instrumentación, o falta de ella, lo que limita el rendimiento del sistema en general causando que el proceso de recuperación no llegue a cumplir con las expectativas financieras.

Tres áreas de particular interés en relación con la eficiencia de los controles de nivel son los tanques de recepción de condensado y los tanques principales de condensado, bombas de condensados y válvulas asociadas así como cualquier intercambiador de calor/condensador tipo carcasa-tubo (ver figura 4).

Tanques receptores de condensado reciben condensado proveniente de diversos recipientes de condensado de proceso en toda la planta. El condensado es luego bombeado a un tanque principal de condensado o ‘pozo caliente’ donde es almacenado hasta que sea requerido y reintroducido de nuevo al ciclo de generación de vapor de la planta.

Intercambiadores de calor tipo carcasa-tubos o condensadores permiten, lo que de otra manera sería desperdiciar energía, recuperarla en forma de vapor de destello empleando los tanque receptores de condensado. Este vapor de destello es empleado para precalentar agua nueva agregada al sistema para compensar pérdidas al igual que otros fluidos a través de la energía generada por calor de condensación. El condensado resultante drena de nuevo a los tanques receptores de condensado cerrando así el ciclo de utilización de vapor de la planta.

Frecuentemente, es la instrumentación - o falta de ella - lo que limita la eficiencia general del sistema

El transmisor de nivel en el tanque receptor de condensado facilita la gestión automática del nivel de condensado para asegurar una capacidad adecuada disponible para recibir y almacenar condensado proveniente de diversos procesos en la planta, así como mantener un espacio suficiente en el tope de tanque para la creación de vapor de destello.

Aparte de ser un activo crítico para la planta, el condensado en el tanque actúa como una barrera para proteger válvulas y sellos de bombas a la exposición directa a vapor a altas temperaturas mientras mantiene una presión de cabezal mínima sobre el bomba. Esto evita daños a equipos, reparaciones costosas, tiempo de inactividad del tanque receptor y efectos subsiguientes en el ciclo de generación de vapor y requisitos de adición de agua nueva adicional para compensar pérdidas.

Por último, el transmisor de nivel proporciona el control para las válvulas y bomba de condensado que transfiere el condensado desde los tanques receptores al tanque principal de almacenamiento

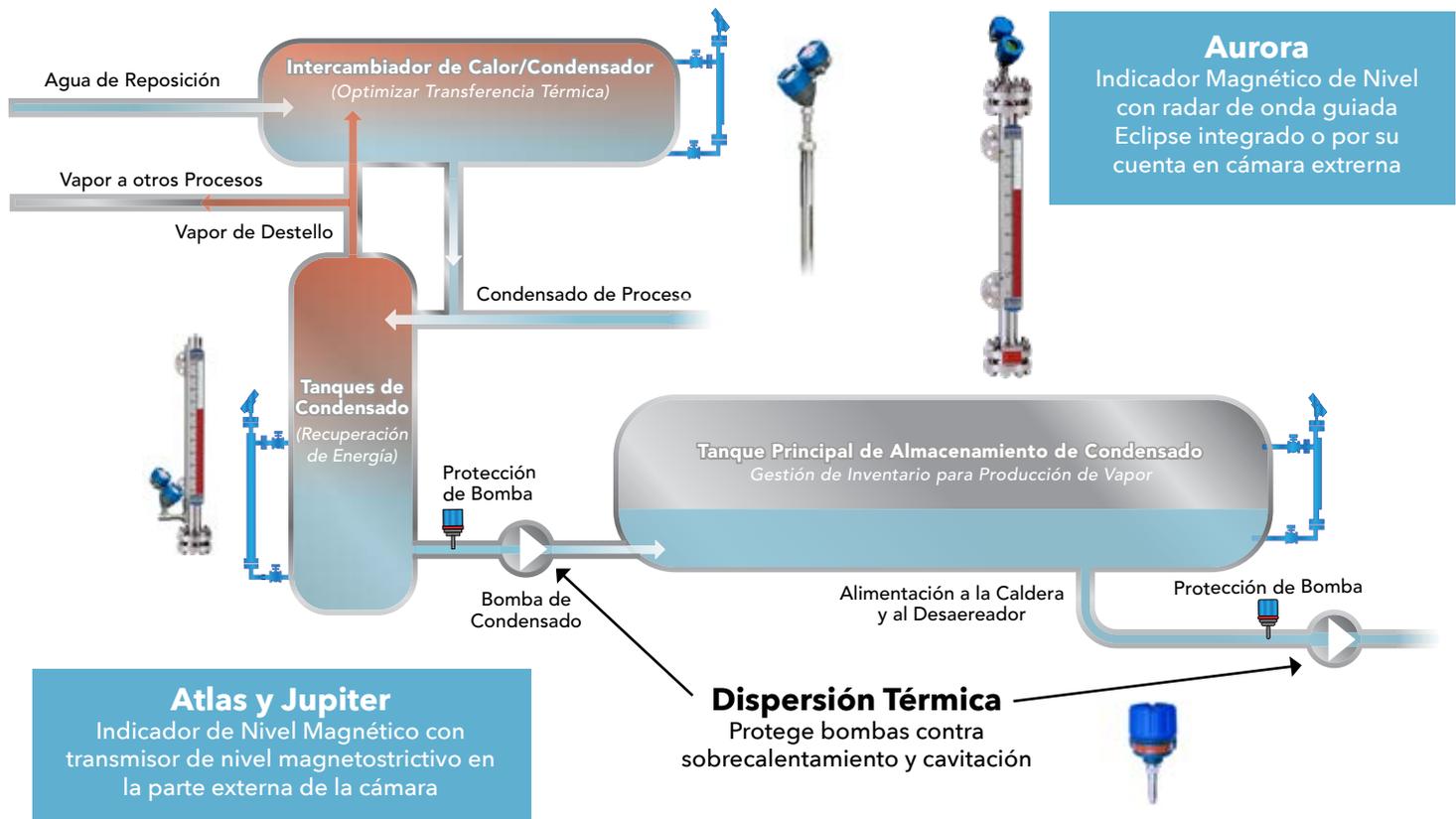


Figura 4

ELIMINANDO LOS COSTOS OCULTOS DE MANTENIMIENTO

Nivel de Proceso del Condensado Recuperado

- Proteger válvulas y sellos de bomba a exposición a vapor de alta temperatura
- Mantener un cabezal mínimo de presión en la bomba de condensado
- Asegurar suficiente espacio para la creación de vapor de destello
- Proveer suficiente capacidad para recibir condensado de varios lugares del proceso
- Gestionar el suministro de agua a la caldera para cubrir toda la demanda



Beneficios de las Tecnologías GWR / MLI

- Tecnologías distintas de nivel redundantes
- GWR no se ve afectada por las condiciones del proceso
- No requieren calibración
- GWR no tiene partes móviles — elimina errores inducidos por el instrumento
- Asistente de configuración y de diagnóstico completo - rápido arranque e identificación de fallas
- Diseñado para aplicaciones con altas temperaturas de vapor
- Simplifica la instrumentación
- Puede ser preconfigurado para la aplicación



Caso de Ejemplo

- Sello de la bomba - \$1000
- Mano de Obra – dos personas por ½ día a \$35/hr son \$280
- Disposición de condensados a \$3.65/1000 galones
- Receptor de condensado fuera de servicio por mantenimiento \$\$\$
- Reemplazo de 1 a 3 sellos de la bomba por semana reducido a 1 a 3 por año: “Planta de Pulpa y Papel”
- Costo de mantenimiento de controles de nivel viejos: \$ 244K anualmente

de condensado, o 'pozo caliente', manteniendo aproximadamente un 15% de nivel en el tanque por las razones mencionadas anteriormente. En este punto, los transmisores de nivel en el tanque de condensado principal (pozo caliente) se hacen cargo de gestionar el suministro de agua de alimentación a la caldera para cubrir la demanda de generación de vapor.

Tratamiento del Agua de Reposición

El tratamiento del agua es un componente crítico del sistema de generación de vapor porque es la forma de reabastecer el sistema con agua apta para las calderas y otras operaciones que por cualquier motivo se ha perdido en el ciclo. A diferencia de las aplicaciones anteriores discutidas en el ciclo de generación de vapor, control de nivel para el proceso de tratamiento de agua no está necesariamente relacionada con eficiencia, sino más bien precisión, confiabilidad y seguridad mientras que proporciona una gestión adecuada de inventario para asegurar el abastecimiento de agua y químicos para poder cumplir con la demanda de vapor.

Aquí el foco está en los componentes químicos para el tratamiento del agua ya que pueden representar retos para tecnologías de nivel que pueden funcionar perfectamente en aplicaciones no químicas pero si relacionadas con el proceso de tratamiento del agua o aquellos con pocas variaciones en el contenido del espacio de vapor en el tanque. A pesar de que mediciones importantes como amoníaco, ácidos, cáustica y otros tanques de almacenamiento de químicos no son realmente aplicaciones de nivel difíciles, pequeño matices en cómo los tanques son monitoreados en relación con la tecnología de nivel usada puede tener un efecto dramático en lo que a la práctica y flexibilidad en el uso de los instrumentos se refiere.

Además, hay consideraciones de seguridad que hay que tomar en cuenta durante el reabastecimiento de los productos químicos utilizados, así como costos de mantenimiento a corto y largo plazo, que pueden ser abordado simultáneamente con el monitoreo de inventario implementando algunas sencillas y rentables modificaciones al paquete de instrumentación.



Indicador magnético de nivel de alta visibilidad con un transmisor de nivel magnetostrictivo facilita la labor de descarga de amoníaco en una planta de ciclo combinado

Componentes Claves para el Monitoreo de Productos Químicos

- Gestión de inventarios (precisión)
- Resistencia a ataques químicos (confiabilidad & mantenimiento)
- Utilizar una tecnología inmune a cambios en el espacio libre del recipiente (confiabilidad)
- Verificación de rendimiento (mantenimiento)
- Visibilidad durante el proceso de descarga (seguridad)

Tanques de almacenamiento de químicos y de agua desmineralizada vienen en una variedad de formas y tamaños, bien sea horizontales o verticales, entre 2 y 5 metros de diámetro y/o altura, siendo los de almacenamiento de amoníaco y los tanques desmineralizadores los más grandes de todos. Es común ver algún tipo de transmisor de nivel (el ultrasónico quizás uno de los más prevalente) instalado para proporcionar una señal de nivel a la sala de control con algún tipo de indicación local en el tanque bien sea en serie con la señal de 4-20mA del lazo o repetida desde el sala de control. La señal a la sala de control se utiliza para inventario, actúa como una alarma de alto nivel para la protección de sobrellenado y establece el intervalo para el reabastecimiento de producto. El indicador local facilita el monitoreo de la descarga de productos químicos desde el camión del proveedor.

Precisión, confiabilidad y visibilidad en entornos dinámicos de recipientes y escenarios operacionales son los mejores atributos de cualquier tecnología de nivel cuando se trata de aplicaciones de almacenamiento de químicos. El costo es siempre una consideración en estas mediciones aparentemente menos complicadas. Sin embargo,

el rendimiento en estas dos áreas puede tener un impacto apreciable en el costo “real” de la planta.

Existe también un buen argumento para la selección de la tecnología de nivel apropiada durante el período de la ingeniería diseño (FEED) de un proyecto como manera de eliminar problemas potenciales de instalación y puesta en servicio teniendo en cuenta la tecnología en el diseño del tanque - otra área potencial para ahorros.

Varios tipos de tecnologías de nivel pueden y han sido utilizadas para el almacenamiento de químicos. Adherirse a los principios de minimizar el número de variables (por ejemplo, vulnerabilidad a la dinámica de los procesos, calibración, complejidad de los equipos, etc.) pueden afectar la capacidad de una tecnología de cumplir con las expectativas como un paso clave en la reducción del costo total de posesión de los instrumentos utilizados.

Una vez más, el radar de onda guiada, así como el radar a través del aire se desempeñan de forma excelente en estas áreas. Indicadores de nivel magnéticos (MLI) operando en conjunto con cualquier tipo de tecnología de radar o en conjunto con un transmisor de nivel magnetostrictivo ofrecen redundancia y diversidad tecnológica mientras que mejora la visibilidad para mejorar la seguridad durante operaciones de reabastecimiento. También existe el beneficio añadido de redundancia al verificar el rendimiento del transmisor durante las inspecciones periódicas programadas o durante el proceso de diagnóstico de problemas.

Precisión, confiabilidad y visibilidad en ambientes dinámicos en diversos escenarios operacionales son los mejores atributos de tecnologías de nivel cuando se analizan aplicaciones de almacenaje de químicos.

Esto no implica que transmisores de nivel ultrasónicos de no contacto u otras tecnologías no están a la altura de esta tarea. Para ponerlo en términos sencillos, el radar es indiferente a los cambios en el contexto del espacio de vapor de estos tanques en el transcurso del día.

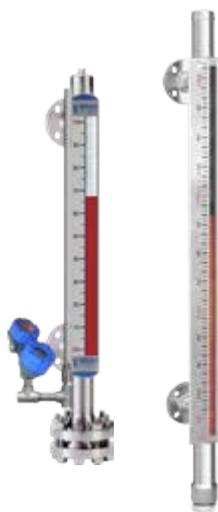
A menudo, estos cambios afectan a una tecnología causando lo que se puede llamar alarmas molestas; por ejemplo, la pérdida intermitente de la señal o cuando la indicación de nivel se torna errática sólo para recuperarse minutos antes de que un técnico llegue al sitio. Estos tipos de los problemas son difíciles de aislar debido a la naturaleza de su intermitencia y al hecho de que no pueden ser vinculados con certeza a una instalación, configuración o anomalía en los equipos.

En la discusión del proceso de tratamiento de agua asociado a ciclos de vapor, grande o pequeño, no existe un concepto talla-única que proporcione el mayor beneficio en relación con el rendimiento. Por tan simple que aparenten ser algunas de estas aplicaciones de nivel, estas a veces contribuyen en forma desproporcionada a los presupuestos de puesta en marcha y mantenimiento simplemente porque los instrumentos empleados no pueden manejar toda la extensa dinámica de la aplicación.

Si nos enfocamos en los beneficios que aporta una tecnología en lugar de una solución talla-única para todo cuando consideramos el proceso completo del tratamiento de agua, puede reducir considerablemente el ‘costo de operación’ del equipo, tanto a corto como mediano plazo. Esto permite la implementación y realización del beneficio del costo de tecnologías nuevas para aplicaciones menos demandantes, mientras que minimiza costos en aquellos casos con variaciones en el espacio de vapor (por ejemplo, vapor, composición química, condensación excesiva, etc.). Todo lo cual puede causar estragos en el rendimiento de un instrumento, así como en el presupuesto de mantenimiento de una planta.

Tecnologías de Nivel para Almacenamiento Químicos y Tratamiento de Agua

- **Radar** – Radar de onda guiada (GWR) y por aire para una instalación, puesta en marcha y mantenimiento mas simple a la vez que tolera a un espacio de vapor cambiante
- **Indicador de Nivel Magnético (MLI)** para mejorar visibilidad durante el reabastecimiento; mantenimiento periódico o verificación de rendimiento. Puede operar por si solo o trabajar en conjunto con otros transmisores de nivel para proporcionar redundancia y diversidad tecnológica en medidas críticas
- **Transmisor Magnetostrictivo** acoplado con MLI ofrece una alternativa a transmisores de nivel de montaje superior mientras se mantiene aislado del contenido del recipiente
- **Ultrasonidos (no contacto)** proporciona una excelente solución de nivel para productos no químicos o aplicaciones menos críticas en el proceso de tratamiento de agua con variaciones limitadas en el espacio de vapor



Gestión Energética

El espíritu de esta discusión, independientemente de la escala de la operación, se centra en identificar áreas claves de la planta donde se aprovechen los atributos de una tecnología debido a que tienen un profundo efecto sobre la eficiencia del proceso y un retorno cuantificable a la inversión en uno a dos años.

Como se señaló anteriormente, la adquisición de combustible y consumo de electricidad son áreas donde cualquier mejora en eficiencia impacta directamente los ahorros de una empresa. Tiene sentido que el tener la capacidad de poder determinar dónde y qué cantidad de combustible es empleado en cada instalación o aplicación - predominantemente la caldera - pueden revelar conocimiento de las áreas potenciales para mejoras. Una declaración similar aplica para el consumo de electricidad; donde reducciones de costo pueden materializarse simplemente identificando dónde se está perdiendo energía.

En el ámbito de la gestión energética la capacidad de mejorar el monitoreo de aire de combustión, flujo de gas combustible y aire comprimido puede ayudar a identificar pérdidas que en períodos cortos de tiempo pueden afectar la rentabilidad de una planta. Las dos frases claves cuando se discute la instrumentación para las aplicaciones anteriormente mencionadas son “rentabilidad” y “retorno a la inversión “. Sin duda alguna, cualquier situación puede ser resuelta si se le invierte suficientes recursos financieros. La idea es poder realizar el beneficio en el plazo más corto de tiempo posible al costo mas razonable posible. Medidores de flujo másico por dispersión térmica cumplen con estos criterios.



Medición de Flujo Másico de Gas por Dispersión Térmica

Los medidores de flujo másico por dispersión térmica se utilizan principalmente en la medición de flujo de aire y gas. Los medidores consisten en un transmisor y sonda con sensores de temperatura tipo RTD ubicados en pines en el extremo de la sonda. El sensor de referencia mide la temperatura del proceso y mientras que el otro se calienta a una temperatura determinada por encima del sensor de referencia. A medida que aumenta la velocidad de flujo, energía es disipada del sensor calentado y mas potencia es aplicada al sensor calentado para intentar mantener un diferencial constante de temperatura entre ambos sensores. La relación entre la intensidad de potencia aplicada y el flujo másico se establece durante la calibración en fábrica.

La medición del flujo de aire de combustión a una caldera es importante para mantener una relación estequiométrica con la cantidad de combustible que se suministra. Muy poco flujo de aire puede resultar en una combustión incompleta junto con la generación de monóxido de carbono o contaminantes según el combustible utilizado. Por otro lado, demasiado flujo de aire puede enfriar el horno y desperdiciar calor por la chimenea. La repetibilidad en la medición del aire es esencial para obtener la relación aire-combustible más eficiente.



- Señal fuerte a caudales bajos con altos rangos de medición
- Verificación de calibración en el campo.
- Fácil instalación con baja caída de presión.
- Medición directa del flujo másico sin la necesidad de compensación por presión y/o temperatura



- Repetibilidad de $\pm 0.5\%$ de la lectura
- Medición directa del flujo másico
- Fácil de instalar en un conducto de aire
- No requiere calibración en sitio

La medición del uso de flujo de gas combustible (gas natural o propano) de fuentes de combustión individuales en comparación con la salida (vapor/ agua caliente) puede ayudar a optimizar la eficiencia de calderas y una mejor gestión del consumo energético. Conocer el rendimiento individual de una caldera también puede asistir en la operación de aquellos que ofrecen la mejor eficiencia. La reducción del consumo de combustible es uno de los métodos más fáciles de reducir costos y mejorar las ganancias.

Un papel clave en la gestión de energía e instalaciones es hacer que los sistemas de aire comprimido sean más confiables y eficientes. Se desperdician valiosos recursos cuando se produce una fuga y pasa desapercibida o no se puede identificar fácilmente.

El Departamento de Estado de EEUU estima que 20-30% del aire comprimido por compresores se pierde por fugas causando miles de dólares en consumo eléctrico por aire desperdiciado. Casos más extremos incluye el costo de compra de compresores adicionales o más grandes para cumplir con las necesidades de compresión de aire.

El primer paso para reducir los costos de servicios públicos es estimar el uso. La tecnología de dispersión térmica puede ser utilizada en ramales para determinar consumos en diferentes secciones de la planta o como una indicación relativa de fugas.



- Fácil instalación con el uso de una sonda de inserción con empaque por compresión
- Medición precisa del caudal bajo condiciones variables de presión
- Alto rango de medición y buena sensibilidad a bajo flujo

CASOS DE ESTUDIO

CASO 1*: Optimización de la Eficiencia de Sistema de Vapor

Planta de Fertilizantes J.R. Simplot

Ahorro anual total del proyecto **\$335,000**

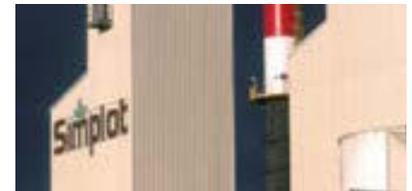
Ahorro energético: **75,000 MMBtu**

Costo del Proyecto: \$180,000

Retorno de la Inversión: 6.5 meses

Beneficios:

- Mejora el Funcionamiento de la Caldera
- Vapor Reciclado
- Aumentar la Recuperación de Condensado
- Reparaciones de Trampas de Vapor
- Aislamiento Mejorado



CASO 2*: Mejora en la Eficiencia de Sistema de Vapor

Planta de Llantas Goodyear

Ahorro anual total del proyecto: **\$875,000**

Ahorro energético: **93,000 MMBtu**

Costo del Proyecto: \$180,000

Retorno de la Inversión: 2.5 meses

Beneficios:

- Optimizar el funcionamiento de la caldera - sintonizar calderas para reducir el exceso de oxígeno, reducir el consumo de combustible
- Recuperar el calor residual del proceso - Intercambiador de calor instalado para elevar temperatura del agua de reposición usando la energía del condensado
- Aislamiento de equipos de proceso - reducción del consumo de energía del sistema de vapor



* Dpto. de Energia de EEUU

CASO 3*: Verificación de la Medición en un Sistema de Gas Natural en un Centro Médico para Veteranos de Guerra

VA Medical Center

Ahorro total anual del proyecto: **\$150,000**
(crédito aplicado a cuenta del cliente)

Beneficios:

- Aislamiento de interferencia radio-magnética en todo el edificio al sistema de medición de gas natural
- Medición avanzada en caudales confirman anomalías en el consumo de gas sobre un período de dos meses
- La medición másica de gas optimiza la eficiencia de la caldera y provee una segunda confirmación



CASO 4*: Reducción Energética en Planta de Aire Comprimido

FUJIFILM Hunt Chemicals U.S.A.

Beneficios:

- Aire comprimido empleado en varias operaciones críticas para la manutención de la calidad tanto en el proceso como en el producto
- Evaluación de la energía del compresor versus SCFM de aire generado y utilizado
- Establecimiento de una estrategia de detección de fugas y reparaciones para reducir las pérdidas en aire comprimido con un ahorro de casi \$10k/año



* U.S. Department of Energy

RESUMEN: OPTIMIZACION DEL PROCESO EMPLEANDO INSTRUMENTACIÓN

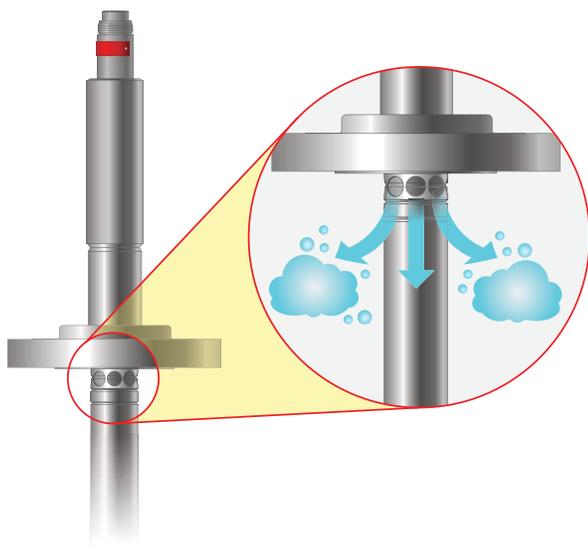
Aunque plausible, es raro identificar una sola fuente de ineficiencia relacionada con controles de nivel que impacten financieramente a una empresa en montos significativos de dos cifras porcentuales. Más frecuentes que no, son estas pequeñas oportunidades de mejoras incrementales a lo largo de diversos aspectos del ciclo de generación de vapor, sistema de recuperación de condensados y recuperación de calor residual los que en última instancia suman en ahorros sustanciales.

- Reducción del consumo de agua, tratamiento, disposición de efluentes y gestión de inventario
- Control mejorado de la caldera/recipientes de vapor – ahorro de energía y calidad del vapor.
- Reducción del consumo de combustible - recuperación del calor residual
- Gestión energética: gas combustible, aire de combustión y flujo de aire comprimido.
- Protección y mantenimiento de equipos - bombas y sellos de bombas

A menudo, los costos ocultos de mantenimiento e ineficiencias asociadas a las vulnerabilidades de una tecnología; tales como operación sostenida en altas presiones y temperaturas en ambientes de vapor, exposición a químicos, errores debidos a la complejidad de la medición en sí y requisitos posteriores de calibración son eclipsados por las operaciones día a día de estos procesos.

Independientemente de la escala de una operación - sea generación de energía comercial o sistemas de calderas de pequeña escala - el aprovechamiento de los atributos inherentes de la tecnología fundamental de un instrumento, tanto en el corto plazo (ingeniería, costos iniciales, instalación y puesta en servicio) como en el largo plazo (mantenimiento, practicidad día-a-día y gestión energética) presentan enfoques simples y rentables para maximizar el retorno a la inversión en el sistema en si.

| | |
|--|---|
| <p>Radar de Onda Guiada</p>  | <p>Radar por Aire</p>  |
| <p>Ultrasónicos</p>  | <p>Flotación</p>  |
| <p>Dispersión Térmica</p>  | <p>Indicadores Magnéticos de Nivel/ Magnetostrictivos</p>  |



INNOVACIÓN IMPORTA

Nueva Sonda para Vapor de Radar de Onda Guiada Magnetrol

La nueva sonda de vapor tiene ranuras de drenaje de condensado que ayudan a eliminar condensación en la sonda que puede descelerar la propagación de la señal electromagnética y crear errores de medición.



CORPORATE HEADQUARTERS

705 Enterprise Street • Aurora , Illinois 60504-8149 • Phone: 630.969.4000 • info@magnetrol.com

magnetrol.com