

Mejorando la Disponibilidad y Eficiencia de la Planta Usando Diagnósticos de desempeño y Mejores Prácticas

Mark Menezes

Measurement Business Manager (Canada)
Emerson Process Management (Rosemount)

René Bersier

PlantWeb Manager Southern Cone

CLAVES

Diagnósticos, Transmisores, Disponibilidad, Gerenciamiento de Activos, Protocolos Digitales, Mantenimiento Predictivo

RESUMEN

Cuando se combinan con protocolos digitales y software de Administración de Activos, los diagnósticos avanzados de los transmisores permiten a los usuarios no solo identificar fallas en los componentes de los dispositivos, sino diagnosticar el desempeño del sistema de mediciones completo. Estos **Diagnósticos de Desempeño** permiten evolucionar desde un mantenimiento reactivo y preventivo hacia un mantenimiento *predictivo*, minimizando los esfuerzos de mantenimiento y maximizando la disponibilidad de la planta. Luego de que los diagnósticos identificaron el problema, el uso de nuevas mejores prácticas pueden minimizar la posibilidad de ocurrencias futuras.

INTRODUCCION

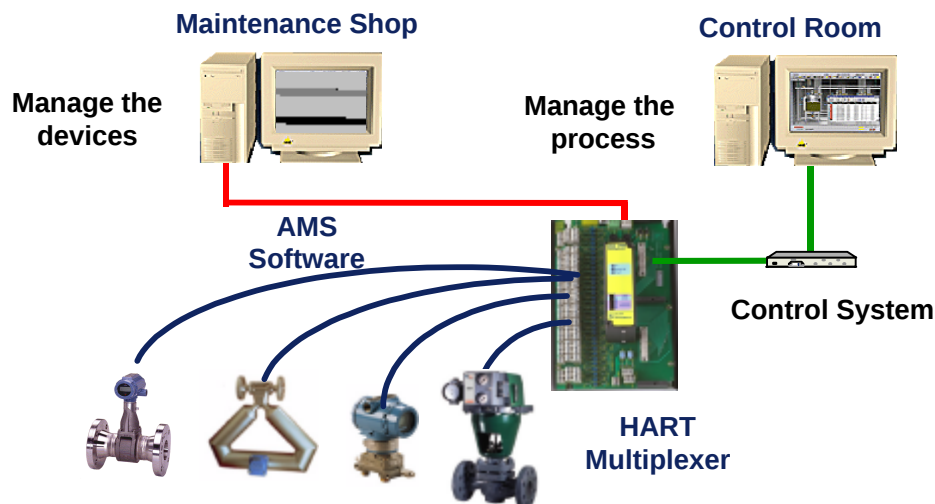
Los Habilitadores – Protocolos Digitales Abiertos y Software de Administración de Activos

Los diagnósticos en los dispositivos de campo son de utilidad limitada a menos que los usuarios puedan acceder a las alertas de diagnóstico y a la información de manera económica y conveniente. Por ejemplo, ¿cuan útil puede ser un diagnóstico que detecte líneas de impulso tapadas, si el diagnóstico solo puede ser anunciado en el indicador del transmisor? ¿Cuanto más útil podría ser esta información de diagnóstico si pudiese ser fácilmente accedida en la PC del taller de mantenimiento, junto con los manuales en línea y acciones recomendadas sensibles al contexto?

Los protocolos digitales permiten al dispositivo a transmitir información adicional – incluyendo diagnósticos – en el mismo par de cables que llevan la variable de proceso. Esto minimiza el costo incremental. Usando solo protocolos digitales *abiertos*, como HART y FOUNDATION fieldbus, el usuario puede conectar dispositivos de múltiples fabricantes a un sistema de Manejo de Activos único, consolidando toda la información de diagnósticos. Esto no solo minimiza los costos de capital, instalación y capacitación, sino que también simplifica el mantenimiento y el cumplimiento con

regulaciones. La Figura 1 muestra como dispositivos HART pueden ser conectados en paralelo al sistema de control distribuido existente y al software de administración de activos. HART es un protocolo híbrido – la variable de proceso son los 4-20 mA, mientras que la información adicional, como los diagnósticos, son sobreimpuestos en alta frecuencia. Mientras el Software de Administración de Activos es capaz de filtrar e interpretar la información digital, el Sistema de Control existente no se ve afectado por la señal digital, tratándola como ruido de alta frecuencia.

Figura 1 – Dispositivos de Campop HART Conectados al DCS y al AMS



DIAGNOSTICOS DISPONIBLES EN TRANSMISORES

Medidores Magnéticos – Falla a Tierra, Ruido de Proceso y Detección de Falla de Electrodo

Los caudalímetros magnéticos – llamados simplemente “magnéticos” – son usados ampliamente en muchas industrias para medir caudales de agua o soluciones acuosas. Estos medidores ofrecen ventajas significativas cuando se los compara con otras tecnologías de medición de caudal – costo efectivo, libres de obstrucciones, aplicables ampliamente, confiables, precisos. La mayoría de las aplicaciones con líquidos caen dentro de los magnéticos – presiones y temperaturas bajas a medias, líquidos conductivos y barros.

En una aplicación con magnético, el objetivo es maximizar la señal, mientras se minimiza el ruido externo. Las fuentes de ruido más comunes en aplicaciones con magnéticos son las fallas de tierra, el ruido de proceso, y las fallas intermitentes en el electrodo. Desafortunadamente, desde la señal de flujo es imposible para el usuario distinguirla del ruido por estas tres causas. Aun más importante es el hecho de que es imposible distinguir entre una *señal* de flujo con ruido de un *flujo* ruidoso verdadero. Entonces, el ruido externo puede enmascarar un incremento o decremento genuino en la variabilidad del caudal. Ruido severo en aplicaciones de control puede inducir a movimientos innecesarios en la válvula y a su consiguiente desgaste, entonces el usuario se verá tentado a aplicar un filtrado excesivo (damping), enmascarando aún más la verdadera variabilidad del proceso y reduciendo la efectividad del

control.

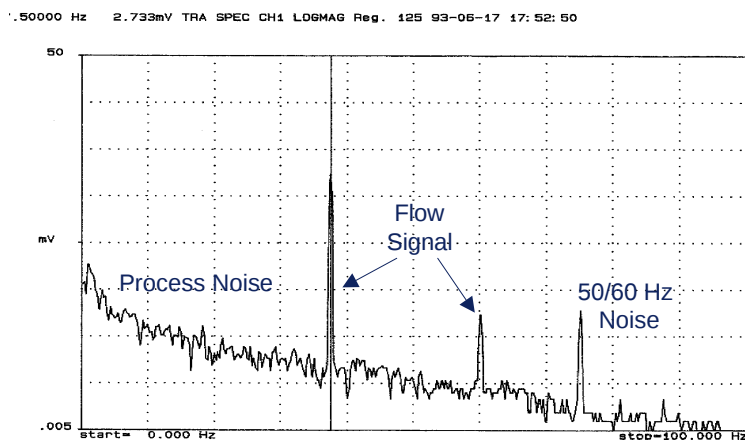
¿Que causa un **aterramiento** defectuoso? Los caudalímetros magnéticos utilizan la Ley de Faraday, midiendo el campo eléctrico generado por un líquido conductivo moviéndose dentro de un campo magnético fijo. Para asegurar que cualquier potencial eléctrico sea debido solo al efecto Faraday, el fluido debe estar puesto a tierra para asegurar que tiene potencial eléctrico cero cuando ingresa al caudalímetro. Esto puede lograrse con una abrazadera de puesta a tierra, un anillo o un electrodo de tierra dedicado. Desafortunadamente, es común que la integridad de una puesta a tierra se vea afectada con el tiempo – un cable se puede cortar, las conexiones puede corroerse u oxidarse. Cuando esto ocurre, zumbidos de la fuente de alimentación pueden entrar al sistema, resultando en una señal ruidosa.

El **ruido de proceso** ocurre cuando:

- el fluido contiene sólidos o burbujas, común en fluidos con pulpa de papel o barros de minería
- reacciones químicas que generan potenciales eléctricos ocurren en el fluido, común en barros de metales o en aditivos químicos
- el fluido contiene grandes partículas o rocas que contactan o raspan los electrodos, de nuevo, común en fluidos con pulpa o en barros de minería

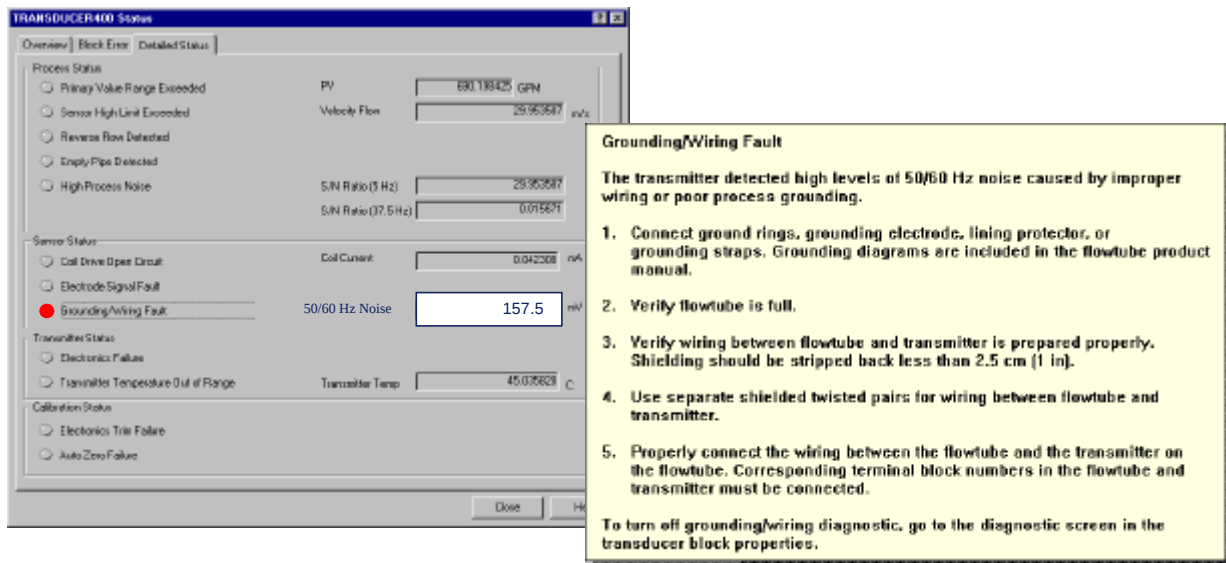
Mientras el usuario no puede distinguir una señal de flujo ruidosa de un flujo verdaderamente ruidoso, el microprocesador en un caudalímetros magnético inteligente puede analizar la frecuencia del ruido, como se muestra en la figura 2. Los magnéticos estándares excitan las bobinas a una frecuencia fija – por ejemplo, 6 Hz. Mientras que los con microprocesador van a escanear la frecuencia de excitación, además pueden chequear periódicamente por ruido en otras frecuencias. Por ejemplo, señales en bajas frecuencias son típicamente causadas por ruido de proceso, mientras que las fallas de aterramiento generan señales a las frecuencias de 50-60 Hz.

Figura 2 – Análisis del Espectro de un Magnético (Amplitud de señal vs. Frecuencia)



La figura 3 muestra capturas de pantalla desde el software de administración de activos para una condición de falla de aterramiento, junto con la acción de remedio recomendada sensible al contexto.

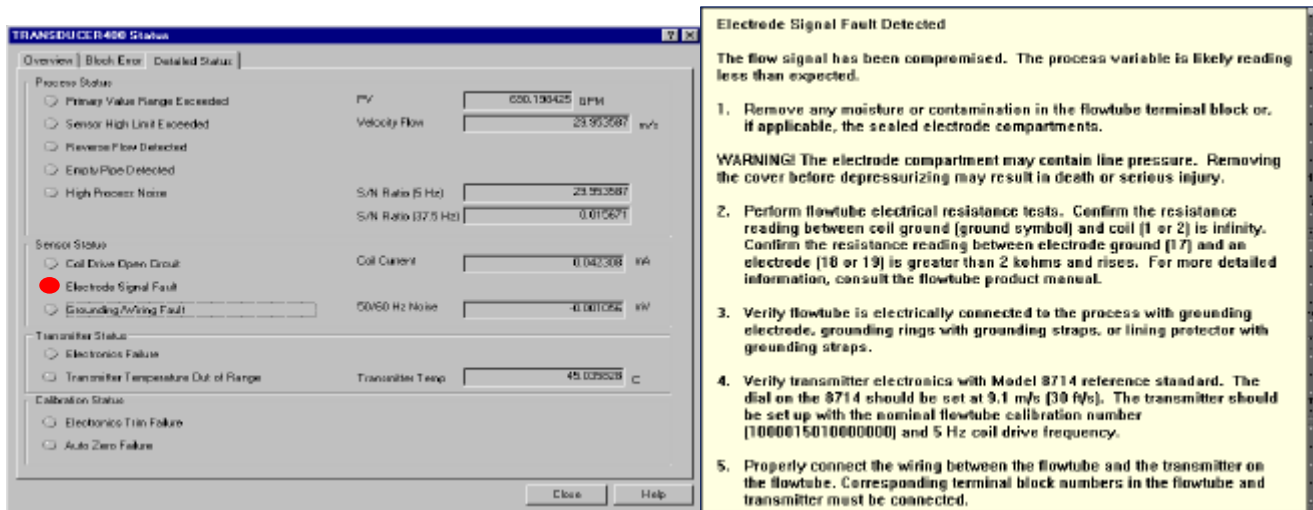
Figure 3 – Diagnóstico de Falla de Aterramiento en un Magnético y Acción Recomendada



Mientras que la acción para remediar una falla de puesta a tierra es bastante obvia – “arreglar la puesta a tierra” – no es tan obvio el remedio para un ruido de proceso elevado. En algunas aplicaciones, el usuario puede intentar trabajar a una mayor frecuencia, por ejemplo 30 Hz, para evitar el ruido. Sin embargo, si el ruido se mantiene alto, la mejor solución para lograr una relación señal-ruido aceptable es incrementar la señal en si misma reemplazando el magnético existente por uno de **mayor señal**. Estos dispositivos incorporan espiras mucho mas pesadas en el tubo, y como resultado pueden manejar corrientes más altas en las bobinas desde el transmisor – tanto como 10 veces mas altas. Los magnéticos de alta señal proveen una señal muy fuerte, requiriendo mínimo amortiguamiento, incluso en aplicaciones con mucho ruido. El Caso de Estudio describe una aplicación en la Mina de Falconbridge en Timmins, Ontario, en donde los magnéticos de alta señal fueron aplicados en un sistema de reticulación subterráneo operando con pastas con 82-84% de sólidos. Otras aplicaciones exitosas de caudalímetros magnéticos de alta señal son las mediciones de licor negro a la caldera de recuperación en una planta de pulpa y el caudal de rechazo de una refinería.

En cualquier magnético, los dos electrodos usados en el tubo de flujo deben proveer una señal con igual amplitud, pero con polaridad opuesta, dado que están localizados enfrentados uno del otro. Desafortunadamente, filtrado del líquido de proceso o suciedad dentro del compartimiento del terminal del electrodo causara que el electrodo se desconecte intermitentemente, causando una señal de ruido. Eventualmente, el electrodo fallara por completo, causando una medición baja consistente. De manera similar, algunos procesos pueden causar una **cobertura** permanente o intermitente de los electrodos. De nuevo, sin diagnósticos o una referencia independiente, el usuario no es avisado del problema – algo especialmente serio en aplicaciones que comprometan la seguridad, la calidad o el medio ambiente. El diagnóstico de falla de electrodo – mostrado en la Figura 4 – compara la señal desde los dos electrodos y se asegura de que son de igual amplitud. La acción de remedio en línea mostrada es especialmente útil, dado que es muy específica.

Figura 4 – Diagnóstico de falla de electrodo y acción de remedio



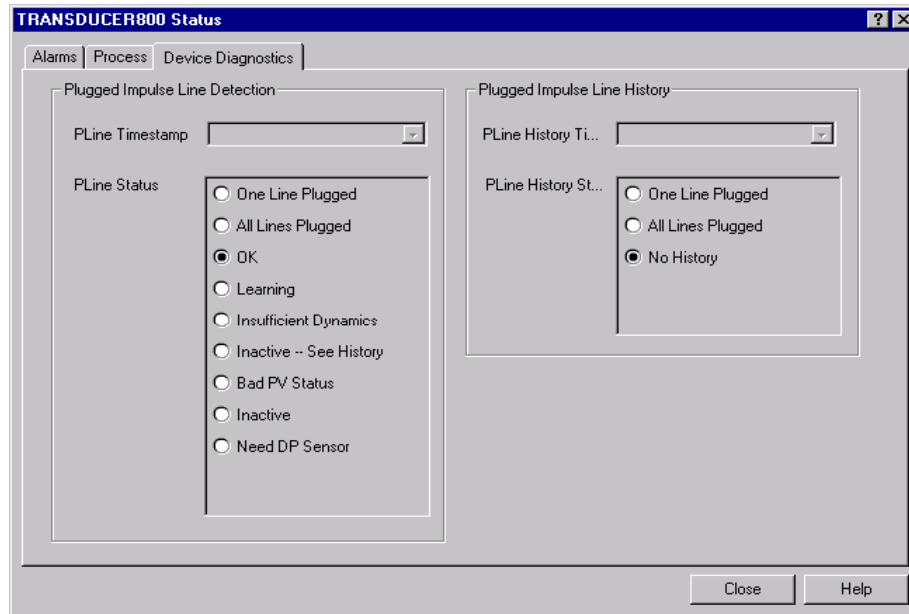
Detección de Líneas de Impulso Tapadas en Transmisores de Presión

Un transmisor de presión es conectado al proceso sensando las líneas de impulso y las válvulas del manifold. Si el transmisor falla, el usuario puede simplemente aislar el transmisor usando las válvulas en el manifold, y reemplazándolo. Sin embargo, los transmisores de presión modernos basados en microprocesador son extremadamente confiables, y las fallas del transmisor son cada vez mas raras. No tan infrecuentes son las fallas en las mismas líneas de impulso, particularmente por congelación o taponamiento. Una línea de impulso tapada o congelada causa una respuesta del proceso lenta – un incremento rápido en la presión puede tomar minutos para ser registrado por el transmisora, no permitiendo que el sistema de control responda a la variabilidad del proceso.

Para detectar líneas de impulse tapadas o congeladas, el transmisor de presión diferencial inteligente debe monitorear continuamente las muy rápidas fluctuaciones en la presión producidas por las turbulencias del fluido. Mientras estas variaciones son muy rápidas y muy pequeñas para ser registradas por el sistema de control, son fácilmente detectadas cuando son medidas directamente sobre el sensor. Dado que los diagnósticos son realizados en el mismo transmisor, el tiempo de refresco en el sistema de control no es importante, pero un sensor rápido – 100ms o menos – es vital. Muchos transmisores de presión son demasiado lentos, con factores de dos a cinco veces.

Para realizar este diagnóstico, el transmisor debe “aprender” el proceso y caracterizar una condición “OK” dentro del rango de operación. Una vez que el proceso es “aprendido”, y el diagnóstico es en línea, un cambio en la variabilidad de corto plazo alarmará al software de administración de activos, como se muestra en la Figura 6.

Figura 6 – Pantalla del Administrador de Activos para Diagnósticos de Líneas de Impulso Tapadas



Si las líneas de impulso se taponan o congelan frecuentemente en una aplicación dada, el usuario deberá tratar de eliminar o minimizar estas líneas. Históricamente, los usuarios montaban los transmisores a nivel del suelo para acceso de mantenimiento fácil, típicamente necesitando largas líneas de impulso. Los transmisores inteligentes más nuevos, sin embargo, han sido específicamente diseñados para facilitar un montaje directo:

- estabilidad extremadamente larga – mas de 10 años antes de requerir re-calibración
- robustez y confiabilidad extremadamente altas
- inmunidad a los corrimientos de cero, entonces no requieren ajuste de cero
- separación opcional del sensor de los terminales de conexión y LCD, permitiendo al usuario montar el sensor directamente al proceso, y los terminales y la interfase de operador a nivel del suelo.

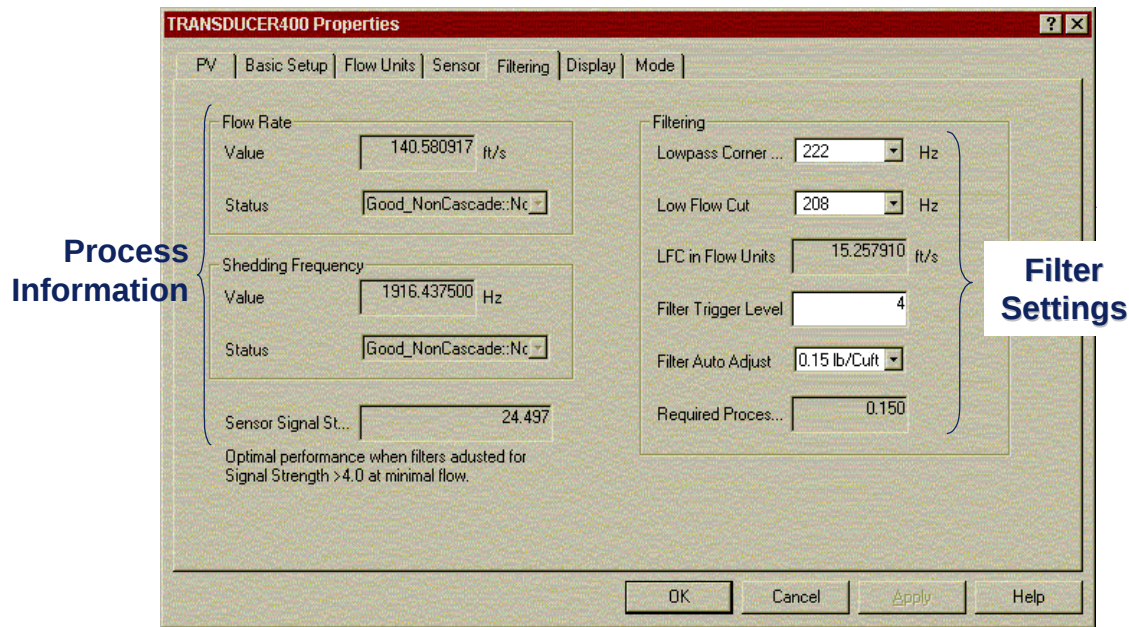
Identificación de Condiciones de Aplicación Cambiantes en Caudalímetros Vortex

En aplicaciones donde la confiabilidad y la seguridad son claves, algunos usuarios prefieren caudalímetros Vortex a los caudalímetros de presión diferencial (DP Flowmeter). Los caudalímetros Vortex usan un cuerpo brusco – llamada “barra de desprendimiento” (shedder bar) – para generar vórtices (Efecto von Karman), y medir la frecuencia de formación de vórtices. Los medidores Vortex no requieren mantenimiento periódico, son fáciles de instalar correctamente, y ofrecen buena exactitud en rangos de caudal muy amplios. La última generación de caudalímetros Vortex no tienen puertos, hendiduras o rellenos. Por ende son mucho mas confiables que los viejos diseños, especialmente en fluidos sucios o corrosivos, o en aplicaciones con grandes variaciones en la temperatura de proceso. También son balanceados en masa, con procesadores de señal dinámicos (DSP), para mejorar la resistencia a las vibraciones y pulsaciones.

Dado que los nuevos diseños de caudalímetros Vortex son raramente afectados por taponamientos o vibraciones, el problema mas común que queda es el de aplicación errónea. Si un medidor vortex es

calculado y configurado para un determinado juego de condiciones de flujo – caudal, viscosidad, densidad – pero las condiciones reales se tornan muy diferentes, el caudalímetro podría no proveer una señal de caudal confiable. La figura 7 muestra como los Diagnósticos de Desempeño pueden aislar problemas de aplicación, y ayudar al usuario a reconfigurar el medidor para las nuevas condiciones de proceso.

Figure 7 – Diagnosticando y Arreglando una Aplicación Erronea en un Caudalímetro Vortex



Mientras que hay, por supuesto, aplicaciones donde la tecnología de Vortex no funcionará de ninguna manera – por ejemplo barros o fluidos de muy alta viscosidad – la mayoría de los problemas pueden ser arreglados ya sea cambiando la configuración del medidor o los parámetros de filtrado, como se muestra arriba, o cambiando el tamaño del medidor. Un medidor mas pequeño leerá caudales menores, mientras que un medidor grande leerá caudales mayores. También, para un caudal dado, un medidor más pequeño producirá una señal más potente, mientras que el medidor más grande producirá menores caídas de presión.

Cambiando el tamaño de un medidor ya instalado es muy caro. No solo el medidor debe ser cambiado, sino que requerirá enderezar la cañería aguas arriba y aguas abajo. Dado que el tramo de cañería recta debe ser del mismo diámetro que el medidor, reemplazarlo con uno de diferente diámetro requerirá que le usuario:

- remueva el aislamiento existente
- corte la cañería y suelde un reductor y un expansor
- verificar la soldadura con rayos-X
- re-instalar el aislamiento

Esto puede no solo ser caro, sino requerir de una parada mínima de 24 horas. En su lugar, los usuarios pueden tomar ventaja de la nueva tecnología de “reducción”. Un medidor Vortex Reductor incluye las reducciones y expansiones de cañería, y ha sido calibrado por el fabricante para no sacrificar exactitud.

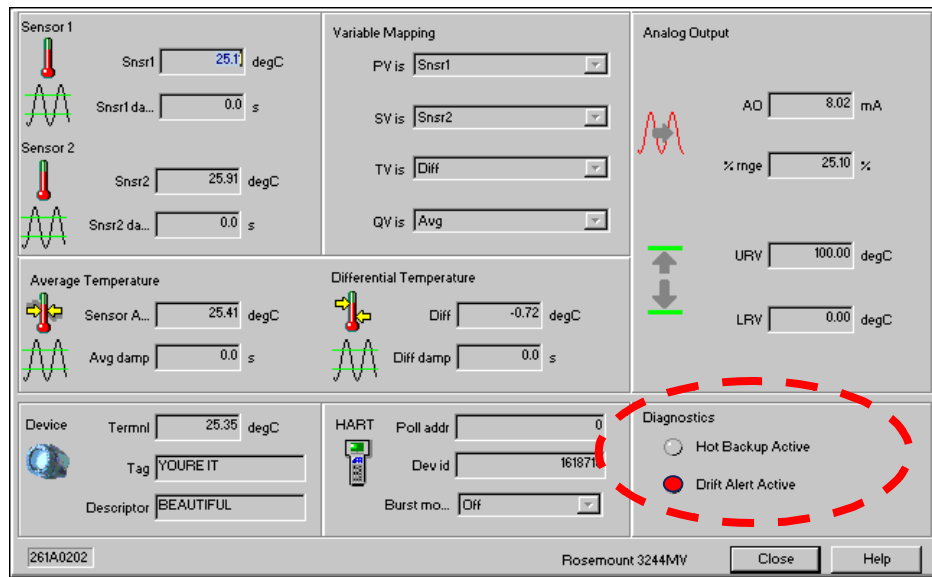
Como resultado, el usuario puede instalar un medidor vortex de 4” o uno de 6” en una línea de 6”, sin hacer cambios en la cañería, y fácilmente cambiar a uno u otro si el caudal óptimo cambia.

Alertas por Corrimiento de Temperatura y Reemplazo en Caliente (Hot Backup)

En aplicaciones de temperatura críticas, el usuario puede instalar sensores redundantes (RTD). El transmisor comparará entre las dos RTDs, y alertar si empiezan a alejarse en la medición. Si uno de los sensores falla completamente, el transmisor puede conmutar su salida al otro transmisor.

Mientras que los usuarios han hecho esto por años con dos transmisores tradicionales, la incertidumbre en el sistema – sensores, transmisores y entradas al DCS diferentes – pueden ser de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ o peor. Por supuesto, el usuario no puede detectar un corrimiento menor que esa incertidumbre, limitando la confiabilidad de la medición. Hoy, un solo transmisor inteligente puede ser conectado a una RTD de doble elemento, eliminando la mayoría de las fuentes de incertidumbre. Si los sensores son “hermanados” al transmisor usando las constantes de “Calendar van Dusen”, la sensibilidad a la detección de corrimientos – y la confiabilidad de la medición – puede ser estrechada a $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

Figura 8 – Alertas por Corrimiento de Temperatura y Reemplazo en Caliente



Diagnósticos de Desempeño Adicionales

Este trabajo está enfocado a algunos de los diagnósticos actualmente disponibles en transmisores. Diagnósticos adicionales están disponibles o planeados para otros dispositivos de campo, y también disponibles para el Software de Administración de Activos, incluyendo:

- Nivel DP: Detección de daños o pérdidas en los sellos remotos
- PH: Detección y predicción de detectores fallados o con corrimientos
- Caudal por Coriolis: Detección de flujo a borbotones o cobertura del tubo

- Válvulas: Detección de fricción y desgaste, que requieran retrabajos

Las capacidades de diagnóstico pueden también localizarse en el Software de Administración de Activos, que puede combinar alertas desde dispositivos de campo múltiples, para proveer un Nuevo diagnóstico basado en el lazo.

CONCLUSION

En conclusión: Diagnósticos de Desempeño y “mejores practicas” pueden proveer mejoras significativas en la disponibilidad del proceso. Para asegurarse que recibirán los máximos beneficios de las capacidades de diagnóstico avanzado en sus dispositivos de campo, los usuarios necesitan:

- Asegurarse de usar protocolos abiertos como HART o FOUNDATION Fieldbus.
- Ganar en experiencia con el Software de Administración de Activos.
- Asegurarse que el sistema de control bajo consideración pueda utilizar completamente los diagnósticos avanzados de los dispositivos.
- Preguntar a los proveedores – ¿que diagnósticos están disponibles, y que tienen planeado para el futuro?