

Transformación Digital en la Gestión de Activos Monitoreo en Línea basado en Condición de Válvulas de Control

Ing. Gladys Alexandra Gelvez Sanchez

Ing. Pavel Mauricio Dussan Gutierrez

CENIT S.A.S - Calle 113 No. 7-80 Torre AR Piso 13

E.mail: alexandra.gelvez@cenit-transporte.com / pavelm.dussan.externo@cenit-transporte.com

Bogotá, D.C. – Colombia

Resumen

Cenit opera 58 estaciones dedicadas al recibo, despacho y almacenamiento de hidrocarburos, los cuales son transportados a través de su infraestructura de ductos. Comprometidos con la excelencia operacional, Cenit mantiene un enfoque continuo de mejora, donde la gestión de activos desempeña un papel fundamental. En este contexto, se requieren servicios especializados que ofrezcan flexibilidad y oportunidad, permitiendo materializar beneficios tangibles que generen valor estratégico para la organización.

Dentro de este marco, el monitoreo en línea basado en la condición de las válvulas de control, activos críticos en los sistemas de transporte de hidrocarburos, se posiciona como una de las soluciones clave. Este servicio especializado permite conocer el estado de los equipos mediante alarmas, eventos y diagnósticos en tiempo real, lo que facilita la generación de acciones de mantenimiento precisas y ajustadas al comportamiento de las válvulas. Este enfoque proactivo no solo optimiza la gestión de activos, sino que también asegura la continuidad operativa y minimiza riesgos en los procesos.

Antecedentes

En Cenit, la estrategia de mantenimiento para los activos pertenecientes a la familia de válvulas de control se fundamenta en la ejecución de servicios de diagnóstico especializado y rutinario, con el fin de identificar cualquier desviación en su funcionalidad o que se encuentre fuera de los

parámetros establecidos por los fabricantes. Este enfoque permite determinar la necesidad de realizar mantenimientos preventivos o correctivos, tanto de componentes blandos como duros, para garantizar la confiabilidad y el óptimo desempeño de estos activos. Además, se implementan rutinas de mantenimiento preventivo que aseguran el sostenimiento de su funcionalidad a largo plazo.

En el marco de la transformación digital, Cenit ha adoptado soluciones tecnológicas avanzadas que facilitan el monitoreo en línea de las válvulas de control, proporcionando capacidades de autodiagnóstico. Esta herramienta permite obtener una visión precisa y en tiempo real de la condición operativa de estos activos, facilitando la identificación temprana de posibles desviaciones que podrían resultar en fallas.

Siguiendo este enfoque estratégico, en 2022 se planteó la implementación de una herramienta tecnológica integral que no solo permita el monitoreo y medición, sino también el almacenamiento, visualización y gestión segura de la información generada por el sistema de monitoreo de válvulas. El objetivo es convertir estos datos en información estratégica que facilite la toma de decisiones, permitiendo definir mantenimientos basados en la condición de los equipos, alineados a las necesidades específicas identificadas y asegurando la mejora continua en la gestión de activos.

Herramienta tecnológica de monitoreo

La herramienta tecnológica de monitoreo en línea implementada en una de las estaciones de

transporte de hidrocarburos de Cenit es un sistema de software avanzado que opera de manera in situ, proporcionando lectura en tiempo real de las variables y alertas generadas por los posicionadores inteligentes de válvulas de control. Esta herramienta produce un índice de salud de los activos y asigna una prioridad de atención, facilitando la toma de decisiones informadas.

El análisis de datos, tanto actuales como históricos, se utiliza para ofrecer recomendaciones personalizadas de mantenimiento, lo que permite optimizar la gestión de los activos y garantizar su desempeño continuo.

La conectividad entre la herramienta de monitoreo y las válvulas de control se logra mediante el protocolo industrial de comunicación digital inalámbrica WirelessHART, conforme al estándar internacional IEC 62591. Esta integración se realiza mediante la instalación de antenas (Thumb) en los posicionadores de las válvulas, que están alimentadas directamente por el lazo de control 4-20mA, estableciendo la red de comunicación a través de un concentrador Gateway WirelessHART.

Este sistema de monitoreo en línea no solo asegura un control preciso y en tiempo real de las válvulas, sino que también contribuye al fortalecimiento de la estrategia de mantenimiento basado en condición, permitiendo intervenciones más eficientes y efectivas.

La arquitectura de comunicación se indica en la Fig. 1.

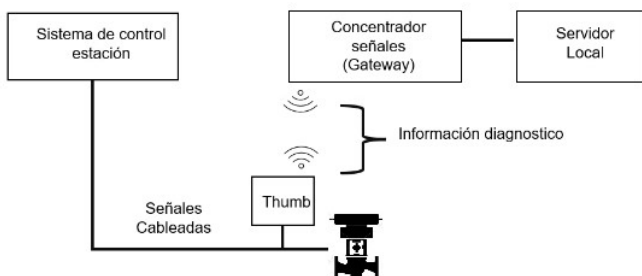


Fig. 1. Arquitectura de comunicación

Dentro de las funcionalidades validadas del software de monitoreo en línea se tiene:

- a. Report Summary (Resumen de activos): lista resumen de todos los activos conectados.

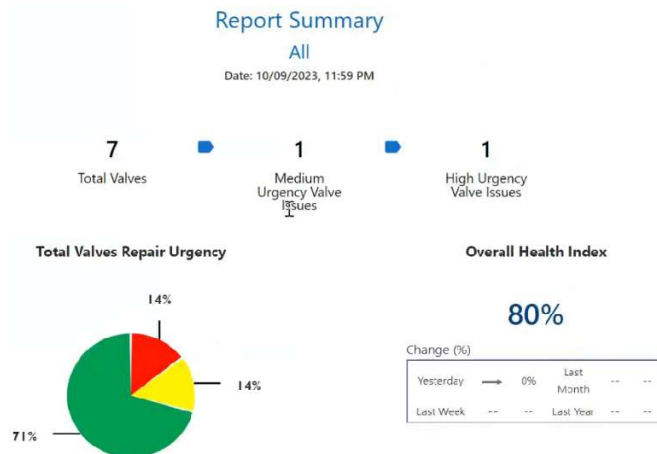


Fig. 2. Resumen de activos

- b. Alerts (Alertas): lista resumen de todos los activos con las alertas activas y sus detalles, según el estándar NAMUR NE 107 [2].

Repair Urgency	Health Index (%)	Description	Financial Impact (USD)	Recommended Action
Warning	80	Travel Deviation	\$1,500	Investigate this valve assembly for positioner output air leaks, or plugging, including the tubing, accessories, and actuator seals. Examine travel feedback hardware for misalignment. Investigate the valve assembly for sources of excessive friction.
Error	0	Output Circuit Error	\$2,000	Recommend investigating the loop wiring, wire connections, and power supply for possible power starvation.

Fig. 3. Alertas

- c. Reports (Informes): resume el estado funcional de los activos con la opción de descargar esta información en un documento exportable.

Criticality	All			Total
	✘	!	✓	
A	1	0	4	5
B	0	1	1	2
C	0	0	0	0
Total	1	1	5	7

Fig 4. Reportes

d. Health Trend (Tendencia de salud): tendencia del índice de salud de toda la base de válvulas.

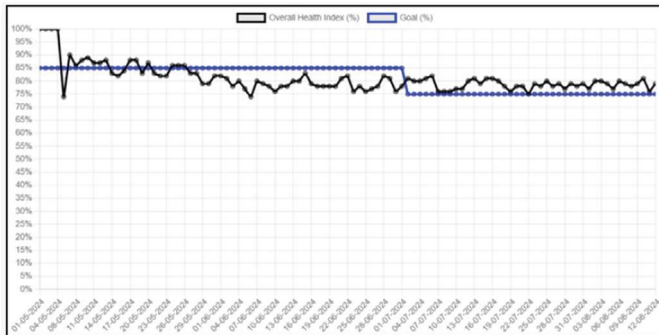


Fig. 5. Tendencia de salud

e. Prioridad de atención: muestra el grupo de válvulas en tres niveles de prioridad: High (Alta), Medium (Media) o No Action Needed (No es necesaria ninguna acción)

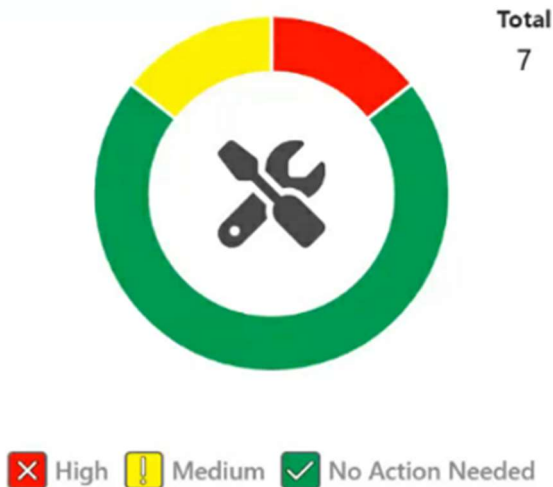


Fig. 6. Prioridad de atención

f. Índice de salud general: muestra el índice de estado de salud actual calculado de las válvulas de control.



80% Overall Health Index

Goal ≥ 85% Valve Health Index

Overall Health Index does not meet the goal (orange square) Overall Health Index meets the goal (green square)

Fig. 7. Índice de salud general

g. Tablero de criticidad de atención: Muestra información de las válvulas de control filtradas según los siguientes aspectos:

- **Criticality A - High Urgency (Criticidad A: Urgencia alta):** muestra el número de válvulas definidas como de máxima criticidad que actualmente tienen una urgencia de atención alta.
- **Criticality A - Medium Urgency (Criticidad A: Urgencia media):** muestra el número de válvulas definidas como de máxima criticidad que actualmente tienen una urgencia de atención media.
- **Unacknowledged Alerts (Alertas no reconocidas):** muestra el número de válvulas que tienen al menos una alerta no reconocida.
- **Action Overdue (Acción retrasada):** muestra el número de válvulas que tienen

al menos una alerta que ha superado el tiempo recomendado para tomar acciones.

• **Cost Saved (Ahorro de Costo):** Este valor representa el total acumulado de los costos evitados por las válvulas que, inicialmente, presentaron un índice de salud igual o inferior al 94% (indicando una urgencia de reparación media o alta) y posteriormente lograron recuperar su rendimiento a un nivel superior al 94%, lo que implica que no se requiere ninguna intervención o acción correctiva.

Criticality A - High Urgency	Criticality A - Medium Urgency	Unacknowledged Alerts	Action Overdue	Cost Saved
0	3	3	2	4,000
Valves	Valves	Valves	Valves	USD

Fig. 8. Tablero de criticidad de atención

El impacto financiero para cada válvula específica puede establecerse de acuerdo con lo definido por el usuario según el impacto que causa en caso de falla.

h. Nuevos problemas en las últimas 24 horas: muestra una tabla con todas las válvulas que recibieron alertas en las últimas 24 horas.

New Issues in the last 24 hours			
Description	Recommended Action	Alert Time	Take Action Within
Instrument Lost Power	Recommend investigating the loop wiring, wire connections, and power supply for possible power starvation and unnecessary powerup issues. Recommend investigating the controller's output limits to ensure that the loop current is remaining within the expected range (4-20mA).	Monday 25th Feb 2024, 4:01:38 pm	6 days to take action
Instrument Lost Power	Recommend investigating the loop wiring, wire connections, and power supply for possible power starvation and unnecessary powerup issues. Recommend investigating the controller's output limits to ensure that the loop current is remaining within the expected range (4-20mA).	Monday 26th Feb 2024, 4:01:39 pm	6 days to take action

Fig. 9. Nuevos problemas en las últimas 24 horas

Análisis y Evaluación de la

Herramienta de Monitoreo Tecnológico

La aplicación de monitoreo lee de manera continua las variables y alertas provenientes de los dispositivos, realizando análisis detallados basados en estos datos a lo largo del tiempo. El

muestreo de la información desde los posicionadores de las válvulas de control se configuró con un intervalo de 15 minutos, con la posibilidad de ajustar este tiempo de muestreo en caso de ser necesario. Los análisis dentro de la aplicación se procesan diariamente, evaluando las tendencias a lo largo de días y semanas, ejecutándose un análisis completo cada 24 horas. Esta iniciativa ha permitido evaluar el cumplimiento de los criterios de desempeño previamente establecidos para la herramienta tecnológica de monitoreo instalada. Los principales indicadores de rendimiento de la herramienta, que se detallan a continuación, destacan su capacidad para optimizar la gestión de los activos y el mantenimiento:

- Generación de reportes e informes detallados sobre intervenciones y/o fallas de los equipos.
- Capacidad para almacenar, visualizar y clasificar alarmas de manera eficiente.
- Identificación de eventos y alarmas en tiempo real.
- Detección de fallas o anomalías en los equipos de manera proactiva.
- Almacenamiento y consolidación de la cantidad de eventos detectados.
- Monitoreo constante de la salud operacional de las válvulas de control.
- Configuración personalizada de alarmas adaptadas a las necesidades específicas del proceso.
- Disponibilidad completa de toda la información y datos recopilados, accesibles de forma centralizada.
- Visualización de alarmas estadísticas basadas en promedios y desviaciones.
- KPI's asociados directamente a la salud y desempeño de los equipos.
- Generación de acciones de mantenimiento recomendadas basadas en las alertas o fallas detectadas.

Esta herramienta no solo proporciona un monitoreo exhaustivo, sino que también posibilita

la toma de decisiones informadas, lo que optimiza la eficiencia operativa y la confiabilidad de los activos.



Beneficios

Los beneficios obtenidos con la implementación de la herramienta tecnológica se detallan a continuación:

- a. **Reducción de paradas no planificadas** mediante la identificación temprana de modos de falla asociados a las válvulas de control.
- b. **Centralización de la información en tiempo real**, optimizando la planificación del mantenimiento basado en la condición de los equipos.
- c. **Ajuste en la frecuencia de mantenimiento preventivo rutinario**, determinado por los datos analizados a través de la herramienta, permitiendo una programación más precisa.
- d. **Priorización de los equipos críticos**, facilitando la planificación de mantenimiento estratégico basado en información precisa y actualizada.
- e. **Reducción en los tiempos de resolución de problemas**, gracias a las recomendaciones del software que direccionan de manera efectiva las

acciones correctivas necesarias para cada alerta.

- f. **Ahorro en costos de diagnóstico especializado y mantenimiento preventivo**, al optimizar la ejecución de las intervenciones y prolongar la vida útil de los activos.

Próximos pasos

Se tiene previsto continuar con la implementación de la herramienta tecnológica de monitoreo en todas las estaciones de la infraestructura de CENIT donde están instaladas válvulas de control críticas para el sistema de transporte de hidrocarburos. Bajo este enfoque, se busca establecer el monitoreo en línea de los activos desde la nube de CENIT, centralizando la información de diagnóstico y análisis de datos en tiempo real. Esta centralización permitirá una visión integral y optimizada del estado operativo de las válvulas.

Adicionalmente, se tiene como objetivo integrar directamente esta herramienta con el sistema ERP de CENIT, SAP, lo que permitirá generar avisos automáticos vinculados a las alertas del monitoreo, facilitando la verificación y dimensionamiento oportuno de las intervenciones de mantenimiento basadas en la condición de los equipos.

En paralelo, se planea utilizar los datos de diagnóstico recopilados y los históricos de las variables de proceso disponibles en la nube de CENIT para desarrollar modelos de inteligencia artificial orientados a los modos de falla. Esta integración permitirá la creación de análisis predictivos que faciliten la detección temprana de desviaciones, optimizando aún más el ciclo de vida de los activos.

Además, con la base de datos centralizada obtenida del monitoreo en línea, se podrá realizar un seguimiento detallado al ciclo de vida de las válvulas de control, lo cual contribuirá a la planificación de su reposición de manera estratégica y eficiente.

Con esta iniciativa, se fortalecerá la estrategia de sostenimiento de activos, lo que permitirá gestionar los recursos de forma más efectiva, reducir los tiempos de inactividad y extender la vida útil de las válvulas de control. Todo esto está alineado con los objetivos estratégicos de eficiencia operativa y sostenibilidad de la organización.

Autora

Gladys Alexandra Gelvez Sanchez

Ingeniera Mecatrónica, con 20 años de experiencia en diversas industrias manufactureras, específicamente 16 años en el sector de Petróleo y Gas. Me destaco por mi alta calidad humana, ética profesional y un firme compromiso con la sostenibilidad del planeta. Estoy orientada a la innovación y la eficiencia, lo que me ha permitido cumplir con los objetivos de gestión y aseguramiento del desempeño, planificación, coordinación, supervisión y control en múltiples proyectos de automatización y digitalización de procesos industriales. Capaz y apasionada por aportar dinámicamente en la proyección, creación e implementación de proyectos de transformación que generen valor, enfocados en brindar

conocimiento al negocio, optimización de procesos y eficiencia energética, con una visión completa del desarrollo social, económico e industrial del país y el mundo.

REFERENCIAS

- [1] IEC, "IEC 62591: Industrial communication networks – Wireless communication network and communication profiles – WirelessHART™." Switzerland, 2016.
- [2] NAMUR, "Recommendation NE 107: Self-Monitoring and Diagnosis of Field Devices." Germany, 2006.

NOTA

1. Nombre del autor
Gladys Alexandra Gelvez Sanchez
2. Teléfono
 - a. Residencia: N/A
 - b. Oficina: (+57) 601 319 88 00
 - c. Celular: (+57) 3166912970
3. Dirección del autor(es)
 - a. Residencia: Km 4, Vía La Calera-Sopo
 - b. Oficina: Calle 113 # 7-80 Piso 12
 - c. E. mail:
alexandra.gelvez@cenit-transporte.com
 - d. Ciudad: Bogotá
 - e. País: Colombia