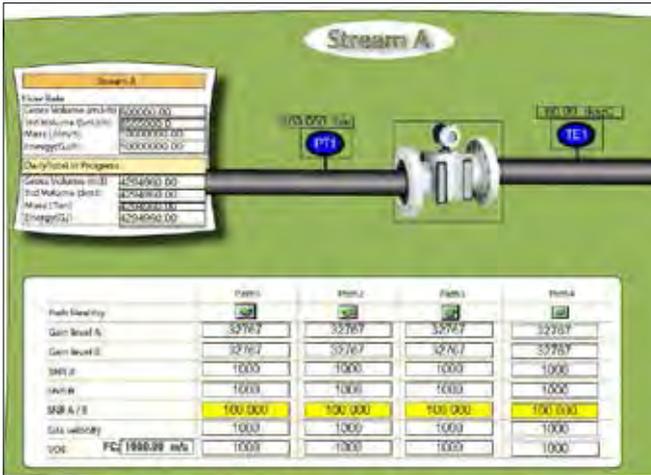


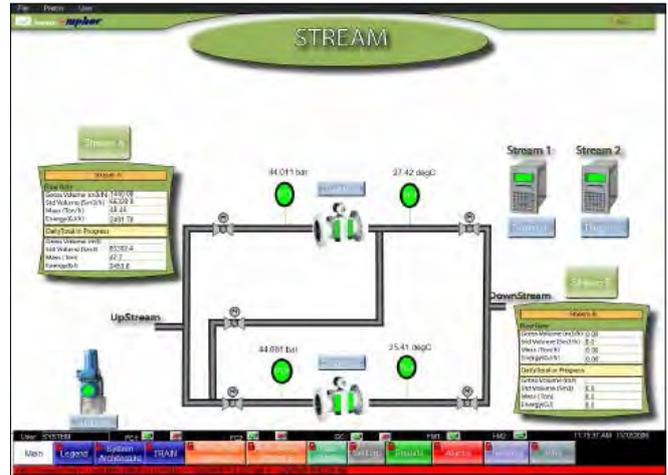


# Medidas de custodia para generación de energía eléctrica

La Compañía de Aguas y Electricidad de Dubai ha encargado una nueva planta de gas para la generación de energía eléctrica en Aweer, donde las turbinas utilizan gas natural extraído del mar. Un aspecto fundamental en el control de la planta es el de las medidas de custodia, que consisten en medir la masa y el valor calorífico del gas que se recibe desde el yacimiento. Un consorcio integrado por Siemens, Mott McDonald, y Process Group subcontractaron las medidas a Emphor Fzo, una empresa especializada en integrar instrumentación y equipos de medida. Emphor Fzo llevaba años buscando un software de DPM (Diagnóstico, Prestaciones y Monitorización) para proyectos de medida que cumpliera las especificaciones de la DEWA (Compañía de Aguas y Electricidad de Dubai). En 2007 tuvieron una reunión con Daniel Geha, director de COPA-DATA en Oriente Medio, y salieron convencidos de que la tecnología zenon® de COPA-DATA era la solución ideal. KD Engineering se ha encargado de ejecutar el proyecto de integración con el apoyo de COPA-DATA en Oriente Medio, lo que es toda una garantía de éxito.



Estado de la medida del flujo.



Arquitectura de un solo tren con configuración en Z.

KD Engineering es una empresa de integración de sistemas de automatización que ofrece soluciones con un alto grado de especialización para medidas de transferencia de custodia en la industria del gas y del petróleo. Las medidas de custodia son una herramienta básica para garantizar la rentabilidad de plataformas en alta mar. Los sistemas de medida no dejan de evolucionar para alcanzar los elevados niveles de precisión, fiabilidad y seguridad que requieren estas plataformas cada vez más sofisticadas y automatizadas, donde además los equipos tienen que ser ligeros y de pequeño tamaño.

## POR QUÉ SON IMPORTANTES LAS MEDIDAS...

Simplemente, porque son una buena forma de ahorrar. Si una plataforma petrolífera en alta mar produce 150.000 bpd (barriles por día) y la extracción de cada barril cuesta 5 dólares, por ejemplo, una subestimación del 0,5% en la medida puede causar pérdidas de 1,3 millones de dólares en un año, suponiendo un precio de 35 dólares por barril de petróleo. Una estación de medida de custodia cuesta sólo alrededor de 1 millón de dólares, por lo que se puede amortizar en poco más de nueve meses. A 50 dólares el barril, que es el precio en el momento de escribir este texto, la pérdida (o el ahorro potencial) ascendería a 2,25 millones de dólares por año. Sin embargo, el motivo principal para realizar medidas en alta mar es la seguridad, ya que es la única forma de conocer con precisión la producción de una plataforma. Es posible trasladar el crudo hasta una terminal en tierra en

un buque de transporte para efectuar las medidas de custodia, pero en la práctica este sistema deja abierta la puerta a posibles discrepancias con otros productores o con el fisco por asuntos como el “conocimiento de embarque”.

## FISCAL, CUSTODIA Y ASIGNACIÓN

En el sector de la medida, los términos “fiscal” y “custodia” son básicamente equivalentes, aunque “fiscal” significa “relativo a la política económica del gobierno” y custodia es “protección o vigilancia”. Ninguno de los dos términos define un nivel de precisión en la medida, aunque en la práctica ambos se interpretan como “la máxima precisión posible”.

## EL PROBLEMA

La medida del flujo de gas no es suficiente para conocer el valor real del gas suministrado. El flujo y la densidad varían en función de la temperatura, pero las medidas de custodia se centran en la masa, no en el volumen. Por otra parte, el valor calorífico del gas depende de la variación química del gas en el momento de su extracción. Por todo ello se necesita una solución llamada “Diagnóstico y rendimiento de medidas y calidad de gas” (DPM), que es la usada en el proyecto para la Compañía de Aguas y Electricidad de Dubai.

## HACIA UNA SOLUCIÓN

La mayor parte de los gobiernos exigen que haya ordenadores de flujo “autónomos” en cada cadena de medida, de manera que

una unidad pueda seguir funcionando aunque se averíe la de al lado. Un ordenador de supervisión puede “hacerse cargo” de la medida junto con otros ordenadores de verificación, y realizar además otras tareas como la programación de flujos y el control automático de muestras de flujo. En la actualidad se suele utilizar sistemas con “doble redundancia”, que no son tan complejos como los antiguos sistemas con “reserva activa”.

Hoy son muchos los que prefieren que la función de supervisión la realice un solo sistema, puesto que los datos de las medidas se conservan en los ordenadores de flujo.

Un ordenador de flujo es un dispositivo electrónico que ejecuta los algoritmos necesarios para convertir los datos recibidos de los flujómetros conectados en volúmenes en condiciones de base. También supervisa cambios en los parámetros que se utilizan para convertir los datos de los flujómetros en información volumétrica y registra incidencias y alarmas relacionadas con el flujómetro (como pérdida de flujo, pérdida de señales eléctricas de los transductores de medida, o cambio de estas señales eléctricas cerca de sus límites superior o inferior). El ordenador de flujo lleva una cuenta del volumen para cada uno de los flujómetros que supervisa y la pone “a cero” con periodicidad horaria, diaria o mensual. Los datos de flujo se transmiten por una interfaz electrónica para que otros ordenadores puedan descargar esta información y efectuar tareas de supervisión, contabilidad o auditoría.

Un cromatógrafo de gases es un instrumento de laboratorio que se utiliza para analizar corrientes de gases o líquidos ligeros y determinar su composición. La composición de una corriente de gas se suele indicar en moles o porcentaje de volumen, mientras que la de una corriente de líquido se expresa por lo general en porcentaje de volumen de líquido.

## LA SOLUCIÓN

zenon aporta funcionalidad y valor a estas aplicaciones, ofreciendo entre otras cosas redundancia en un solo clic, redes abiertas y una enorme biblioteca de controladores para conectarse a diversos instrumentos y dispositivos que forman un sistema de medida. zenon es un sistema SCADA de altas prestaciones, por lo que todas las funciones de visualización están incluidas en la versión básica y se pueden configurar fácilmente para conocer el estado de la planta y ver alarmas e informes detallados.

## ZENON EN ACCIÓN...

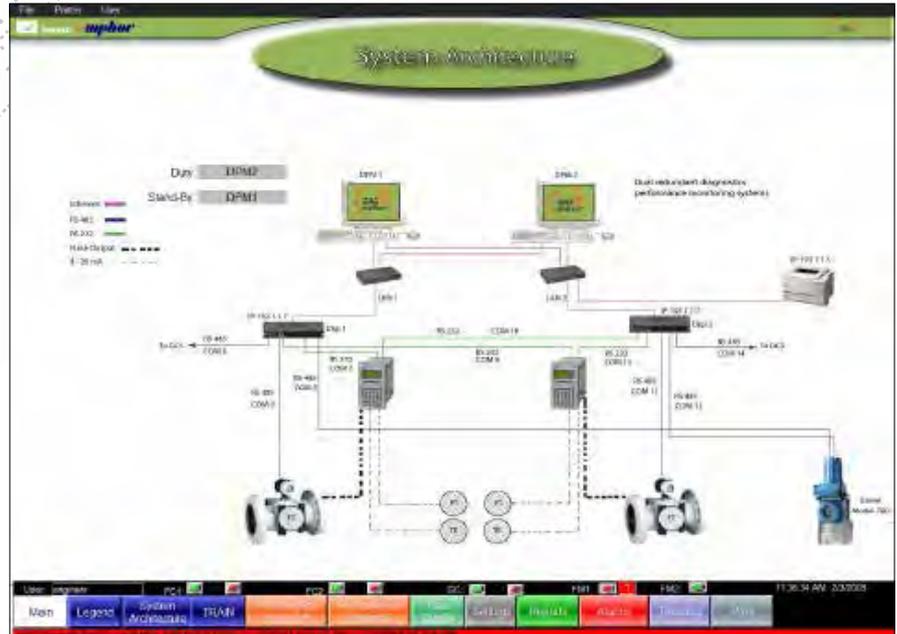
El software DPM SCADA supervisa un sistema de medida de dos líneas (activa y en reserva/sistema maestro) configurado “en Z”. La disposición “en dos líneas” recibe el nombre de “configuración de tren”. El sistema incluye un flujómetro ultrasónico de trayectoria múltiple (USFM) para medir el flujo en cada una de las dos líneas, así como un ordenador de flujo “de verificación” que recibe la medida del USFM y efectúa los siguientes cálculos en cada una de las líneas: corrección para obtener el flujo en condiciones estándar (el volumen de gas varía con la temperatura y la presión), cálculo del flujo total de energía, masa y volumen, y cálculo AGA10\* para verificar el funcionamiento del USFM; también realiza el cálculo ISO 6976\*\* para comprobar el rendimiento del gas. Estos complejos cálculos termodinámicos son posibles gracias al “controlador matemático” concurrente de zenon y al PLC software straton con C++, que permite realizar cálculos termodinámicos en tiempo real.

## ZENON EN SISTEMAS DE MEDIDA; CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES...

Veamos un ejemplo. Cada una de las dos líneas de medida tiene dos flujómetros, dos ordenadores de flujo y un cromatógrafo de gases y sólo necesita una licencia zenon de 512 etiquetas. Los sistemas de cuatro líneas requieren 1.024 etiquetas, que aumentan a 2.048 en el caso de un sistema de cuatro líneas en el que la composición del cromatógrafo se deba transferir a otro DPM. En ocasiones sólo hay una estación con acceso real al cromatógrafo de gases; esta estación actúa como sistema ModBus esclavo para conectar con otras estaciones situadas a varios kilómetros de distancia. Gracias a straton, una estación zenon puede funcionar como dispositivo ModBus esclavo para las otras estaciones aunque se utilice el protocolo ModBus serie. También hay que destacar que la redundancia de los servidores activo/en reserva en zenon se puede configurar fácilmente con un solo clic del ratón.

Una de las características más importantes del software DPM es su capacidad de comunicarse con distintas interfaces DCS, ya que es necesario enviar de forma segura al sistema DCS información como el flujo total y las alarmas; el uso del gateway de proceso de zenon y straton permite conectarse fácilmente a varios canales DCS.

zenon incluye funciones de diagnóstico del sistema, vista general de medidas, totales, informes, análisis de tendencias,



Arquitectura del sistema con zenon en modo de doble redundancia

histórico y resumen de alarmas y calidad de gas, además de supervisión continua de diagnósticos de medidores (remolino, asimetría), recepción y proporción ultrasónica, verificación de la velocidad del sonido y supervisión de rendimiento. zenon también realiza cálculos de gases de acuerdo con normas internacionales como API/AGA 10/ ISO y reglas del cliente. El sistema puede utilizar además los controladores de comunicaciones de zenon con analizadores de protocolo integrados.

### ZENON PRESENTA INFORMACIÓN ESTÁNDAR DE LA INDUSTRIA DEL GAS Y DEL PETRÓLEO PARA...

- ▶ Pantalla gráfica de diagnósticos del sistema con información de todos los dispositivos conectados.
- ▶ Página de pantalla gráfica con una vista general de los datos de medida. Esta página contiene información relevante recibida de los ordenadores de flujo.
- ▶ Páginas de pantalla con los valores totales de la masa, el volumen y la energía recibidos de los ordenadores de flujo.
- ▶ Registro y presentación de páginas de tendencias históricas y en tiempo real.
- ▶ Histórico y resumen de alarmas.
- ▶ Página de calidad del gas, con la composición real

determinada por el cromatógrafo de gases.

Páginas para la supervisión continua de diagnósticos de medidores, recepción y proporción ultrasónica, verificación de la velocidad del sonido y supervisión de rendimiento.

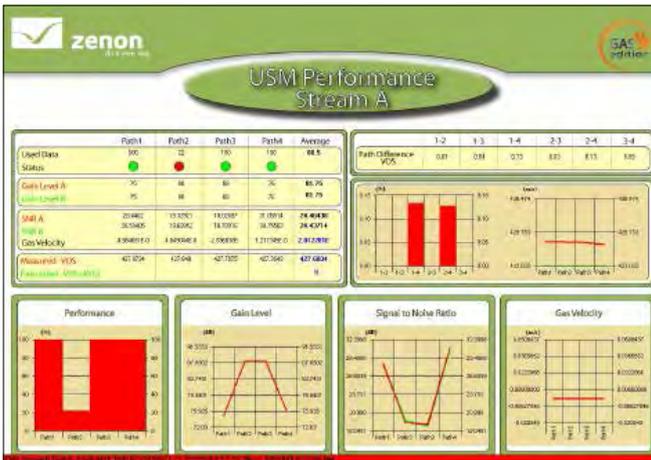
- ▶ Totalización de datos de líneas individuales en el flujo general de la estación y en los flujos totales.

### OTRAS FUNCIONES Y CARACTERÍSTICAS DESARROLLADAS POR KD ENGINEERING...

- ▶ Comprobación de la validez de los ordenadores de flujo.
- ▶ Determinación y presentación gráfica de la "recepción" a partir de la proporción de la velocidad del sonido para cada trayectoria de cada medidor ultrasónico.
- ▶ Obtención de información de diagnóstico, incluyendo información de estado y datos de formas de onda de los medidores ultrasónicos, y presentación de estos datos de diagnósticos en una página de pantalla para los operadores.
- ▶ Presentación de una interfaz para mostrar todos los datos calculados y obtenidos del ordenador de flujo y los medidores ultrasónicos, así como datos calculados por el propio sistema. Diversas páginas gráficas de simulación del proceso, incluidas en una estructura de menú y presentadas al operador.



- ▶ Análisis de tendencias de datos históricos y en tiempo real de todas las señales importantes del sistema, incluyendo la velocidad del sonido para los medidores ultrasónicos y otros parámetros.
- ▶ Gestión de alarmas en tiempo real. Las alarmas se obtienen de señales de entrada, así como de cifras calculadas. Impresión de alarmas en la impresora de la estación y copia de las alarmas en el disco duro (mensajes de alarmas y mensajes de “vuelta a la normalidad”, así como reconocimientos de alarmas que se deban comunicar). Las alarmas se suprimen al cerrar una línea de medida.
- ▶ Validación de la sección transversal (Z) de los medidores maestros y comprobación de los medidores.
- ▶ Envío de la composición del gas a los ordenadores de flujo apropiados, previa verificación del análisis según el cálculo de energía ISO69762 en el ordenador de diagnóstico.
- ▶ Posibilidad de que el operador seleccione manualmente la composición del gas empleado o un valor de teclado en caso de avería del cromatógrafo de gases.
- ▶ Comunicación con el ordenador de flujo OMNI usando el protocolo ModBus serie para obtener valores de transmisores (totales de flujo, alarmas, datos horarios, datos diarios, totales acumulados por línea y totales de estación). El DPM funciona como sistema ModBus maestro (RTU), mientras que el ordenador de flujo funciona como sistema ModBus esclavo (RTU).
- ▶ Comunicación con cada uno de los medidores ultrasónicos para obtener datos de diagnóstico y rendimiento y para presentar todos los datos relacionados.
- ▶ Comunicación con el cromatógrafo de gases para obtener datos de la composición del gas, incluyendo H<sub>2</sub>S. Una vez validados, los datos de la composición del gas se descargan en los ordenadores de flujo apropiados. Los datos del cromatógrafo de gases se reciben del controlador y también se pueden transmitir al DCS central por la conexión serie.
- ▶ Cálculo de la velocidad del sonido a partir de la composición del gas y de la presión y temperatura de cada grupo de contadores (según AGA-10) y detección de diferencias entre el valor calculado y la velocidad del sonido en cada trayectoria de cada uno de los medidores ultrasónicos conectados.



Un flujómetro ultrasónico de trayectoria múltiple (USFM) mide el flujo en cada una de las dos líneas.

## EXPERIENCIA EN DESARROLLO

Habla Karim Saikali, de KD Engineering: "...zenon nos ofrece una excelente plataforma para crear soluciones que no dependen de ninguna plataforma concreta, usando una moderna tecnología de redes con arquitectura distribuida cliente-servidor y redundancia circular avanzada; y, por encima de todo, más de 250 drivers diferentes que permiten la conexión a todo tipo de protocolos estándar en la industria del gas y del petróleo. Hemos trabajado con COPA-DATA para desarrollar un ASCII ModBus especial para esta aplicación, que también tenía que estar configurada con un canal en reserva."

Saikali añade: "Damos a nuestro cliente el mejor soporte técnico y somos muy flexibles con sus demandas. Por eso nos eligió."

## VENTAJAS

Para la aplicación es fundamental contar con datos históricos precisos y que se puedan auditar. Se generan informes diarios y mensuales que se conservan entre 6 meses y 1 año para que los utilicen los operadores y representantes del cliente. Los informes detallados se emplean para la operación diaria (en lugar de usar informes de DCS). En caso de discrepancia, los proveedores pueden comprobar el flujo total del DPM en cualquier momento y para cualquier período. Esta importante información se mantiene en la base de datos de archivos de zenon. Un producto muy importante del software DPM es el flujo total, que se obtiene del ordenador de flujo. Un representante del cliente venía de vez en cuando para comparar los valores del ordenador de flujo con los de DPM. Siempre fueron idénticos.

Al desarrollar una solución basada en zenon, KD Engineering tuvo ocasión de descubrir lo fácil que es de usar y pudo concentrarse en la aplicación, en lugar de perder el tiempo con los detalles del sistema SCADA.

## EL FUTURO

Se trata de un proyecto grande que sigue adelante. KD Engineering se ha dado cuenta de la importancia de zenon en esta aplicación. En el futuro se utilizará straton, el sistema SCADA lógico embebido de zenon, para crear nuevas funciones usando las avanzadas herramientas que ofrece straton. Saikali continúa: "... vamos a usar straton en los tres próximos proyectos. De hecho, sólo una de las estaciones se comunicará con el cromatógrafo de gases y actuará como sistema ModBus esclavo para las otras estaciones con el protocolo ModBus serie, por lo que necesitaremos straton para configurar 3 sistemas ModBus esclavos." El uso de zenon con straton reduce aún más los riesgos para todos los implicados en el proyecto.

KD Engineering augura un buen futuro a las soluciones basadas en zenon y straton. En este proyecto no ha sido necesario hacer uso de todas sus posibilidades, pero disponen de más funciones para aplicaciones de medidas de diagnóstico y rendimiento. Por ejemplo:

- ▶ Controladores de comunicaciones con analizadores de protocolo integrados.
- ▶ Cálculos de gases de acuerdo con normas internacionales como API/AGA 10/ ISO y reglas del cliente.
- ▶ Cálculo de la velocidad del sonido a partir de la composición del gas y de la presión y temperatura de cada grupo de medidores (según AGA-10) y detección de diferencias entre el valor calculado y la velocidad del sonido en cada trayectoria de cada uno de los medidores ultrasónicos conectados.
- ▶ Validación de la sección transversal (Z) de los medidores maestros y comprobación de los medidores.

## RESUMEN

Esta aplicación para la Compañía de Aguas y Electricidad de Dubai demuestra la idoneidad, capacidad y adaptabilidad de zenon (y straton) en este campo del control y automatización de procesos. KD Engineering ha aprovechado las ventajas propias de zenon y ha desarrollado importantes funciones basadas en su propia experiencia hasta conseguir una solución de la máxima calidad. Cuando hubo que hacer frente a requisitos especiales, COPA-DATA ofreció todo su apoyo para crear funciones nuevas y totalmente probadas. Las medidas de custodia son un campo crítico para el control de procesos en la industria del gas y del petróleo, y zenon garantiza su seguridad.

---

<sup>1</sup>AGA 10: Método para calcular la velocidad del sonido en el gas natural y los distintos componentes que forman el gas natural.

<sup>2</sup>ISO 6976: Método para calcular los valores caloríficos superior e inferior, la densidad, la densidad relativa y el índice de Wobbe<sup>3</sup> del gas natural seco.

<sup>3</sup>El índice de Wobbe (WI) es un indicador de la intercambiabilidad de gases combustibles como el gas natural, el gas de petróleo licuado (LPG) y el gas ciudad, y se suele definir en las especificaciones de sistemas de suministro y transporte de gas.

<sup>4</sup>Mol: Unidad del Sistema Internacional para la cantidad de una sustancia, igual a la cantidad que contiene el mismo número de unidades elementales que el número de átomos en 12 gramos de carbono 12.