



Caso práctico

Adaptación inalámbrica para la detección de microfugas

Gracias a algoritmos especializados y muchos años de experiencia en la monitorización de sistemas de suministro de energía, Gomero –junto con los sensores de densidad de Trafag– detecta microfugas en los interruptores de alta tensión. Esto permite a los clientes realizar un mantenimiento óptimo y basado en las necesidades. Los factores clave para el éxito son los algoritmos de Gomero y la fiabilidad, precisión y estabilidad de los sensores de densidad de Trafag. Otro factor decisivo fue la colaboración abierta, eficiente y profesional, así como el excelente apoyo que Gomero recibió de Trafag y Regal. Esta entrevista ofrece una visión de la colaboración entre Gomero, Regal y Trafag con los clientes del mercado posventa.

Adaptación inalámbrica para la detección de microfugas

Detección de microfugas con sensores de densidad Trafag e inteligencia artificial: cómo se capturan los datos de medición de forma inalámbrica desde estaciones remotas y, gracias a algoritmos respaldados por IA, se posibilita el mantenimiento predictivo. En esta entrevista, representantes de Gomero, Regal y Trafag comentan su exitosa colaboración en este desafío técnico.

Gomero ha desarrollado una solución innovadora para monitorizar fugas de gas aislante. ¿Qué hizo que la colaboración con Trafag fuera tan valiosa para su sistema?

Malin (Gomero): «La colaboración con Trafag ha sido valiosa en varios niveles. Fueron recomendados por nuestros clientes, lo que nos dio mucha confianza desde el principio. Trafag también tiene una larga experiencia en el mercado, lo que habla de su fiabilidad. Sus sensores son robustos y mantienen una alta calidad, que es exactamente lo que necesitamos. Hemos validado su rendimiento y siempre ofrecen excelentes resultados.»

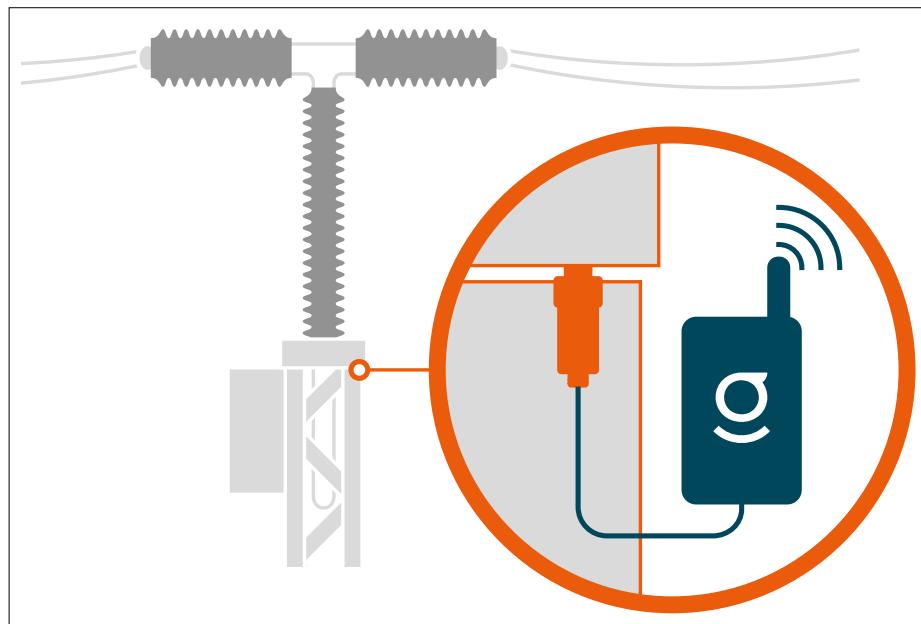
Maximilian (Regal): «Desde 2008, Trafag AG ha sido un proveedor de confianza para Regal Components, fomentando una asociación fuerte y cercana a lo largo de los años. Los sensores fiables y de alta calidad de Trafag desempeñan un papel crucial para Gomero, permitiéndoles recopilar datos precisos para sus soluciones de sistemas innovadores.»

Malin: «Una parte crucial también ha sido el apoyo que recibimos a través de Regal. Han aportado experiencia técnica y nos han ayudado a comprender las necesidades de los clientes y los requisitos de instalación para diferentes fabricantes y modelos. Su compromiso ha

sido inestimable y ha hecho que nuestra solución completa funcione perfectamente para el cliente. Es precisamente este tipo de colaboración, donde todas las partes asumen una responsabilidad compartida, lo que nos permite ofrecer la mejor solución posible.»

Los sensores de densidad de gas, junto con los algoritmos de software impulsados por IA que han desarrollado, forman la base para la detección de microfugas. ¿Podría explicar brevemente cómo funciona esto?

Malin: «Nuestra solución se basa en recopilar datos, filtrar el ruido proveniente de la temperatura y otros factores externos, y utilizar nuestra experiencia de campo para entender qué parámetros afectan las mediciones y cuándo es mejor realizarlas. A través del filtrado y los algoritmos de IA, podemos distinguir fugas reales de variaciones naturales. Se trata de interpretar los valores de medición en su contexto, ya que la densidad del gas se ve afectada por factores como el clima, la radiación solar y la frecuencia de uso de un interruptor. Los valores de los sensores por sí solos no son suficientes; debemos ser capaces de filtrar el ruido natural para identificar microfugas reales. Eso es lo que permite hacer nuestra solución.»



Los sensores de Trafag ofrecen un gran valor cuando se combinan con gateways LoRaWAN: el interruptor de tanque activo reacondicionado permite la monitorización continua y la comunicación inalámbrica a través del gateway de Gomero.

«A través del filtrado y los algoritmos de IA, podemos distinguir fugas reales de variaciones naturales. Se trata de interpretar los valores de medición en su contexto.»

Malin Giselsson, CTO Gomero

Andreas (Trafag): «Un desafío particular que Gomero resolvió con mucho éxito son las pequeñas fluctuaciones durante el día debidas a los cambios de temperatura ambiente. Durante estos cambios de temperatura, el equipo de conmutación no se calienta de manera uniforme; en cambio, ciertas áreas reaccionan más rápido a los cambios de temperatura que otras. La distribución desigual de la temperatura en la cámara de gas, donde la presión es la misma en todo momento, significa que la densidad local del gas puede variar hasta que prevalezcan nuevamente las condiciones térmicas estacionarias.»

¿Cuál fue la razón técnica decisiva para elegir el sensor de densidad de gas de Trafag?

Malin: «Más allá de que los sensores de Trafag son robustos y fiables, fue su solución técnica la que resultó decisiva. Los sensores miden tanto la temperatura como la densidad del

gas, y podemos usar una fórmula a nivel de sistema, adaptada al gas específico, para convertir la densidad en presión. Esto significa que podemos soportar diferentes gases y mezclas sin necesidad de cambiar los sensores en campo. Toda la configuración se realiza de forma centralizada, lo que proporciona gran flexibilidad y hace que la solución sea muy escalable y rentable.»

Maximilian: «Nuestra función principal era ayudar a Gomero a evaluar las opciones disponibles y garantizar la perfecta integración técnica del sensor en su sistema. La solución de Trafag cumplía todos los requisitos técnicos y se podía implementar sin esfuerzo en el sistema de monitorización de Gomero. La combinación de la medición de la densidad y la temperatura, junto con las capacidades de configuración centralizada, la convertían en una opción técnicamente sólida y preparada para el futuro.»

Gomero

Gomero es una empresa tecnológica sueca especializada en sistemas y servicios inteligentes para el sector energético. Gomero desarrolla soluciones para el mantenimiento predictivo de sistemas e infraestructuras energéticas. Se utilizan sensores y análisis de datos para registrar y evaluar condiciones con el fin de hacer que las medidas de mantenimiento sean planificables y eficientes. La tecnología se utiliza en redes eléctricas, entre otros, para prevenir cortes y prolongar la vida útil de los sistemas.

www.gomero.com



Andreas Koch, Jefe de Gestión de Producto Trafag; Johannes Zetterblom, Responsable de Área de Ventas Trafag; Malin Giselsson, CTO Gomero; Pär Gustafsson, DG Regal; Maximilian Grudin, Responsable de Ventas Regal; Jan-Eric Nilsson, CEO Gomero; Jasper Spencer, Jefe de Ventas Internacionales y Desarrollo de Negocios Gomero (de izquierda a derecha)

«Los sensores fiables y de alta calidad de Trafag desempeñan un papel crucial para Gomero, permitiéndoles recopilar datos precisos para sus soluciones de sistemas innovadores.»

Maximilian Grudin, Responsable de Ventas Regal

Johannes (Trafag): «Desde un punto de vista comercial y estratégico, una de las mayores fortalezas de Trafag es combinar una fiabilidad técnica probada con disponibilidad global. Todos los principales OEM confían en nuestros sensores y ofrecen calidad constante en todo el mundo, dando a socios como Gomero la confianza para escalar sus soluciones sin recalificación ni adquisiciones complejas. Esta combinación de tecnología robusta, flexibilidad y cooperación estrecha hizo que la asociación fuera una elección natural.»

¿Por qué son tan importantes los sensores de densidad de gas estables y sin deriva?

Malin: «La estabilidad a lo largo del tiempo es crucial al detectar pequeños cambios. Debemos poder confiar en que un valor desviado realmente se debe a una fuga, no a la propia deriva del sensor. Si queremos reducir las

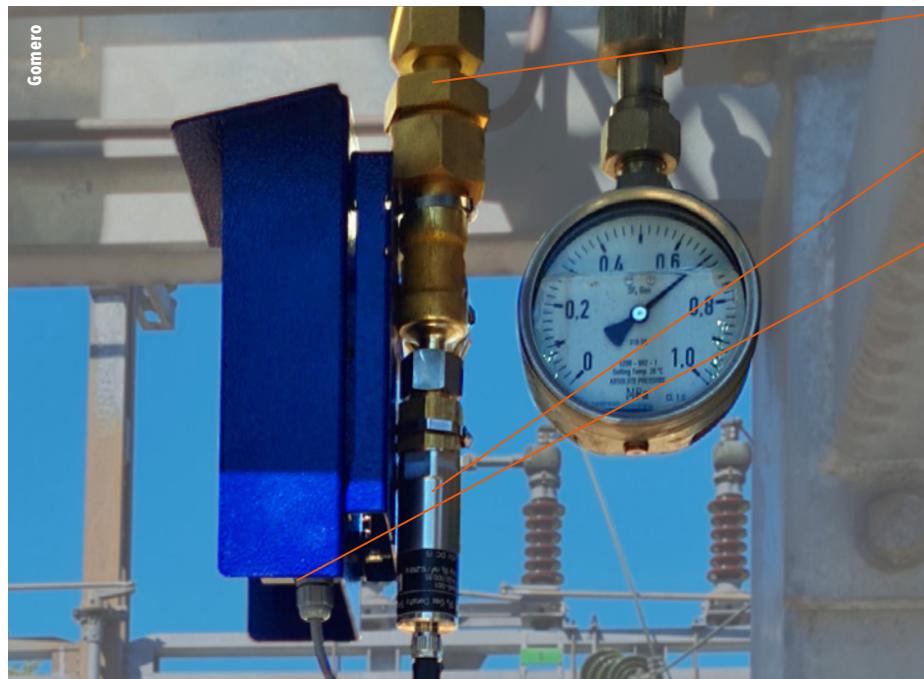
visitas al campo y ofrecer una monitorización rentable, necesitamos sensores que funcionen de manera fiable sin requerir calibraciones recurrentes. De lo contrario, corremos el riesgo de falsas alarmas o fugas no detectadas, y entonces todo el valor de la monitorización remota se pierde.»

Andreas: «Como la infraestructura monitorizada en las redes de alta tensión se opera durante muchos años –a menudo décadas–, los sensores sin deriva son decisivos para la monitorización del estado. Incluso una ligera deriva de un sensor se acumulará con el tiempo hasta un nivel que hace inevitable la recalibración o el reemplazo del sensor. A diferencia de los sensores de presión comunes, los sensores de densidad de Trafag se basan en el principio de medición de diapasón de cuarzo sin deriva, lo que los convierte en la opción ideal para esta aplicación.»

Continuación ./.

Regal

Regal es una filial de Axel Johnson International, que se especializa en el desarrollo, producción e integración de sistemas de soluciones de sensores y accionamientos eléctricos de alta calidad para máquinas y vehículos. Regal es conocida por sus soluciones personalizadas que pueden integrarse de forma flexible en aplicaciones industriales. www.regal.se

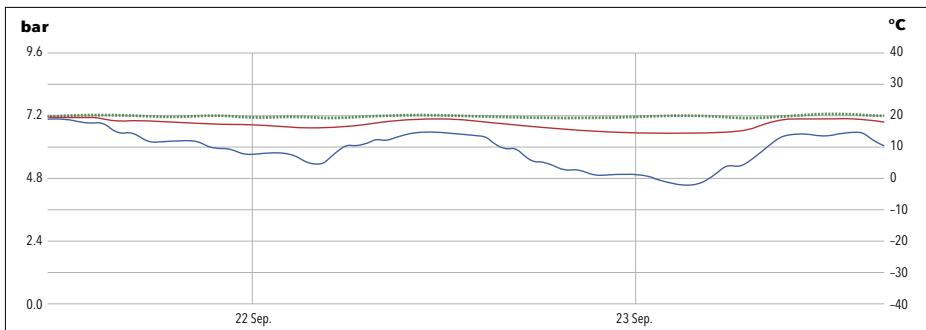


El sistema de monitorización Gomero puede instalarse muy rápidamente, ya que todo el sistema de monitorización de densidad crítica para la seguridad permanece intacto. Todo lo que se requiere es una conexión **A** para el sensor de densidad de Trafag **B** en la cámara de gas y una opción de montaje para el módulo inalámbrico de Gomero **C** al que está conectado el sensor de densidad de Trafag. El sistema puede ampliarse con un impacto mínimo en las operaciones.

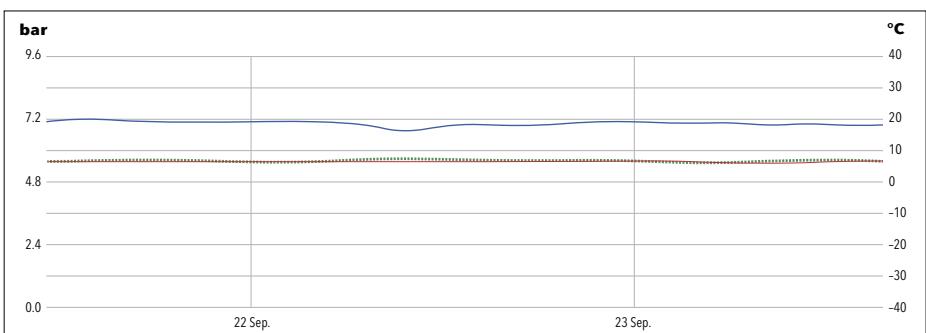
— Temperatura
■■■ Presión a 20°C
— Presión no compensada

Medición diaria

El registro de la medición de densidad junto con la temperatura muestra que la medición de densidad también fluctúa durante el transcurso del día debido a los cambios de temperatura. Incluso en una instalación interior con fluctuaciones de temperatura muy bajas, la señal de densidad no es completamente constante. El software de Gomero suaviza estas fluctuaciones (área verde) utilizando algoritmos especiales que tienen en cuenta tanto la temperatura medida como otros parámetros.



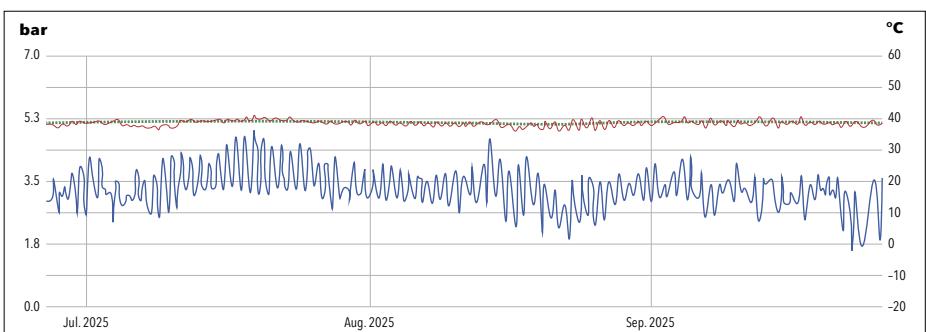
Medición exterior



Medición interior

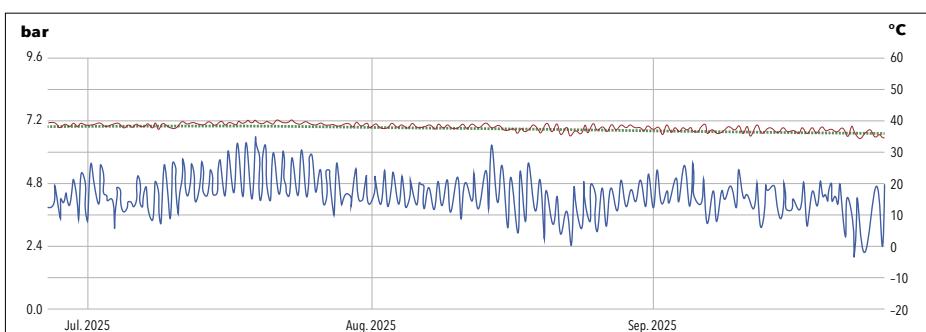
Medición sin microfugas

El gráfico que muestra el curso del año indica que no hay fugas en la cámara. Las fluctuaciones en la señal del sensor asociadas a los cambios de temperatura diarios y estacionales son suavizadas por el software de Gomero, lo que indica que no hay fugas.



Medición con fuga verificada

La fuga detectada en esta cámara es significativamente menor que las variaciones diarias y estacionales causadas por los cambios de temperatura. Detectar estas microfugas requiere no solo algoritmos sofisticados, sino también sensores absolutamente libres de deriva como el sensor de densidad 8775 de Trafag como base indispensable.



«El papel de Trafag es ser la columna vertebral tecnológica estable detrás de este cambio, manteniéndose ágil y respondiendo a las necesidades de nuestros socios.»

Johannes Zetterblom, Responsable de Área de Ventas Trafag

¿Puede su sistema detectar también microfugas de gases alternativos?

Malin: «Como convertimos la densidad del gas en presión a nivel de sistema, podemos adaptar los algoritmos para diferentes gases y mezclas. El SF₆ es el más común, pero en climas más fríos a veces se utilizan mezclas de nitrógeno para mejores propiedades de aislamiento a temperaturas muy bajas. Los sensores de Trafag nos entregan el valor de densidad y usamos la fórmula adecuada para cada gas. De este modo, podemos usar el mismo hardware y algoritmos, haciendo que la solución sea muy flexible.»

Andreas: «Los sensores de densidad de Trafag tienen un rango de medición muy amplio por diseño, y el principio de medición es completamente independiente del gas específico. La señal genérica del sensor puede convertirse en la densidad específica del gas, ya sea como lo hace Gomero en el software de la solución de monitorización o directamente en el sensor de densidad. Además, los sensores con salida digital proporcionan la temperatura del sensor, lo que puede aportar información valiosa sobre las condiciones ambientales.»

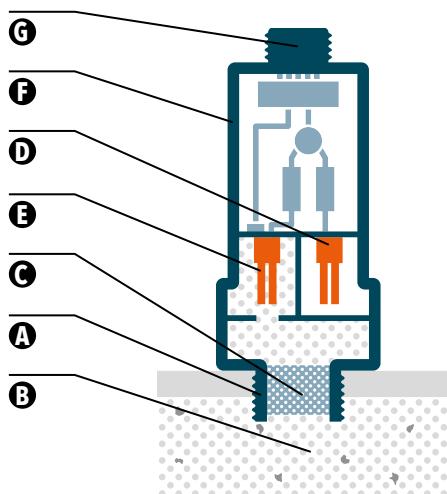
¿Qué ventajas ven sus clientes al implementar su solución y qué pueden esperar los operadores de red de ella en el futuro?

Malin: «Nuestra solución es escalable y fácil de ampliar. Una vez que la tecnología está implementada, es rápido conectar señales y sensores adicionales sin tener que empezar de nuevo para cada nueva aplicación. Los clientes obtienen información más rápida y precisa sobre sus instalaciones, lo que les permite actuar de manera proactiva y planificar mejor el mantenimiento. Al mismo tiempo, disminuye la necesidad de intervenciones físicas en campo. Esto permite un cambio del mantenimiento tradicional y reactivo a una supervisión basada en datos y en necesidades, algo que se vuelve cada vez más importante a medida que aumentan los requisitos de robustez y sostenibilidad en los sistemas energéticos.»

Maximilian: «Por mi experiencia, los operadores de red valoran mucho las soluciones que minimizan los tiempos de inactividad no planificados y reducen la necesidad de trabajo in situ. También aprecian los sistemas que

pueden evolucionar con sus necesidades sin requerir costosos reemplazos de hardware. El enfoque de Gomero, que incorpora la tecnología de sensores de Trafag, genera confianza en que los datos que impulsan sus decisiones son precisos y fiables, un factor crítico para avanzar hacia un mantenimiento predictivo y basado en datos.»

Johannes: «El enfoque de Gomero muestra exactamente lo que en Trafag valoramos en las alianzas sólidas: agilidad, transparencia y un enfoque compartido en beneficio del cliente. Junto con nuestra red global de socios, incluyendo Regal, garantizamos un soporte local rápido y una seguridad de suministro a largo plazo. Para los operadores de red, esto significa datos fiables, menos visitas in situ y una solución sostenible y preparada para el futuro. Esta combinación de tecnología confiable y experiencia local es lo que hace de Trafag el proveedor preferido de muchos OEMs e integradores de sistemas en todo el mundo.»



Principio de funcionamiento del sensor de densidad de gas de Trafag

El sensor de densidad se monta en la cámara de presión llena de gas **B** mediante una conexión a proceso adaptable **A** con un elemento filtrante **C** contra subproductos agresivos. Los sensores de densidad de Trafag funcionan según el principio de comparar la frecuencia de resonancia constante de un oscilador de cuarzo en vacío **D** con la frecuencia de resonancia de un oscilador de cuarzo idéntico rodeado de gas aislante **E**. Los gases de diferentes densidades afectan la frecuencia de resonancia preestablecida del oscilador de cuarzo rodeado por el gas aislante. El tiempo de respuesta para detectar cambios de densidad es inferior a 10 ms.

El cambio en la frecuencia de resonancia es proporcional a la densidad del gas aislante que se mide y es evaluado por la electrónica del sensor **F**. La electrónica de evaluación incluye un sensor de temperatura adicional. La señal de medición se proporciona a través de conexiones eléctricas seleccionables **G**.

«Como la infraestructura monitorizada en las redes de alta tensión opera durante muchos años - a menudo décadas - los sensores sin deriva son decisivos para la monitorización de condiciones.»

Andreas Koch, Jefe de Gestión de Producto Trafag

¿Qué desarrollos espera en general en la monitorización de SF₆ en los próximos años?

Malin: «La monitorización de SF₆ es cada vez más importante, especialmente con requisitos medioambientales más estrictos y la regulación de la UE llamada F-gas. Esto impulsa la necesidad de mejores herramientas para monitorizar y minimizar las emisiones. Con sensores fiables y análisis basados en IA, podemos ofrecer un nivel completamente nuevo de monitorización, incluyendo la detección de microfugas, algo que antes era muy difícil. Al recopilar grandes cantidades de datos y analizarlos en contexto, obtenemos una mejor visión y podemos actuar con mayor precisión. Nuestra solución también es compatible con instalaciones existentes, lo que significa que puede implementarse sin grandes modificaciones. Vemos un claro desarrollo hacia sistemas más inteligentes, donde más datos conducen a una mayor precisión y valor con el tiempo.»

Andreas: «La infraestructura de red en muchos países ha estado en funcionamiento durante muchas décadas. Para extender su vida útil, pero también para minimizar los costos operativos optimizando el mantenimiento y los intervalos de servicio, los operadores de red quieren monitorizar todos los activos más de cerca y con datos en tiempo real. Vemos una demanda significativamente creciente de sensores electrónicos de densidad y monitores híbridos de densidad que permiten precisamente esta monitorización continua. Los sensores electrónicos de densidad son ideales para modernizaciones donde se utilizan los interruptores de seguridad operativa del monitor de densidad original, mientras que los monitores híbridos de densidad suelen ser para nuevas instalaciones y cubren tanto las funciones de seguridad operativa con las salidas de conmutación mecánicas como la monitorización continua para el mantenimiento preventivo.»

Continuación ./.

¿Por qué el sensor de densidad de Trafag no muestra una densidad constante, sino que fluctúa a lo largo del día y la temporada, aunque no haya fugas?

Cuando la cámara de gas de la unidad de conmutación se calienta durante el día, por ejemplo al amanecer, no lo hace de manera uniforme, sino que varía según la radiación solar, la distribución de la masa térmica y los coeficientes de transferencia de calor. Esto significa que prevalecen diferentes temperaturas dentro de la cámara durante la fase transitoria. Sin embargo, como la presión es la misma en toda la cámara, esto conduce a densidades localmente variables. El sensor de densidad de Trafag mide la densidad local en un punto específico. Este valor medido puede diferir de un valor de presión medido con un manómetro, que se convierte en densidad utilizando la temperatura (medida en un punto diferente). Debido a la distribución heterogénea de la densidad en la cámara durante el cambio de temperatura, que también varía en la fase transitoria, 'la densidad' no puede ser determinada por sensores locales en estado no estacionario por razones físicas. En la práctica, esto generalmente no es necesario, ya que la monitorización de densidad crítica para la seguridad suele realizarse mediante un monitor de densidad mecánico, que compara la presión de la cámara con la presión en una cámara de referencia y, por lo tanto, no es sensible a la distribución heterogénea de la densidad en la cámara de la planta. Los sensores de densidad que miden densidades locales se utilizan típicamente para la monitorización continua para detectar tendencias a largo plazo. Por lo tanto, es especialmente importante que los valores sean reproducibles y sin deriva para poder detectar incluso los cambios más pequeños en la cámara bajo las mismas condiciones. La principal ventaja de la medición directa de densidad utilizando el principio de Trafag con un oscilador de cuarzo sobre la medición de presión-temperatura es que, a diferencia de los sensores de presión y temperatura, no tiene deriva.



Monitorización de la densidad de gas aislante: experiencia probada para la industria de redes eléctricas



«Vemos claramente que el mercado se está moviendo hacia soluciones de monitorización más digitales, conectadas y sostenibles.»

Johannes Zetterblom, Responsable de Área de Ventas Trafag

Maximilian: «De cara al futuro, anticipo que la monitorización de SF₆ será más conectada y basada en datos, con una integración más profunda en los sistemas digitales de gestión de activos y un enfoque creciente en el análisis predictivo para prevenir fallos antes de que ocurran. A medida que la industria transiciona hacia alternativas al SF₆ y gases mixtos, la demanda de sensores flexibles capaces de manejar múltiples gases sin cambios de hardware aumentará rápidamente. La tecnología de sensores sin deriva de Trafag, basada en horquillas de cuarzo, combinada con la solución de Gomero, ya responde a esta necesidad, proporcionando a los operadores un enfoque preparado para el futuro desde el principio.»

Johannes: «Vemos claramente que el mercado se está moviendo hacia soluciones de monitorización más digitales, conectadas y sostenibles. El papel de Trafag es ser la columna vertebral tecnológica estable detrás de este cambio, manteniéndose ágil y respondiendo a las necesidades de nuestros socios. Con nuestros sensores híbridos y electrónicos de densidad, apoyamos tanto proyectos de modernización como nuevas instalaciones, asegurando una transición fluida hacia el mantenimiento basado en datos. Trabajar estrechamente con los principales OEMs y proveedores de soluciones como Gomero nos permite adaptarnos rápidamente a nuevos tipos de gases y regulaciones, y ayudar a las empresas de servicios públicos a alcanzar sus objetivos medioambientales y operativos de manera eficiente.»

Datos técnicos

Sensor de Densidad de Gas 8775



Ficha de datos	www.trafag.com/H72519
Principio de medición	Cuarzo oscilante
Rangos de medición	0 ... 60 kg/m ³ 0 ... 30 kg/m ³ 0 ... 15 kg/m ³
Señal de salida	RS485/Modbus (RTU)
Conexiones eléctricas	Conector eléctrico macho M12x1,5 polos, codificación A
Temperatura ambiente	-40°C ... +80°C

Trafag AG - La empresa de sensores de alta tecnología

Trafag es un proveedor líder mundial de sensores e instrumentos de monitorización de alta calidad para presión, temperatura y densidad de gas. Además de una amplia gama de productos estandarizados y configurables, Trafag también desarrolla soluciones personalizadas para clientes OEM. Fundada en 1942, la empresa tiene su sede en Suiza y cuenta con una extensa red de ventas y servicio en más de 40 países en todo el mundo. Esto permite un soporte al cliente personalizado y competente, y garantiza el mejor servicio posible. Potentes departamentos de desarrollo y producción aseguran que los productos Trafag de la más alta calidad y precisión se entreguen de manera rápida y fiable, y que los requisitos de los clientes puedan implementarse con prontitud.



Vea nuestro video corporativo.



Conozca nuestra filosofía empresarial en más detalle.



Por qué la sostenibilidad es importante para nosotros:
Sostenibilidad en Trafag / Iniciativas ESG para un futuro verde.

