

Monitorización de la densidad del gas aislante

Experiencia contrastada en el sector de las redes eléctricas

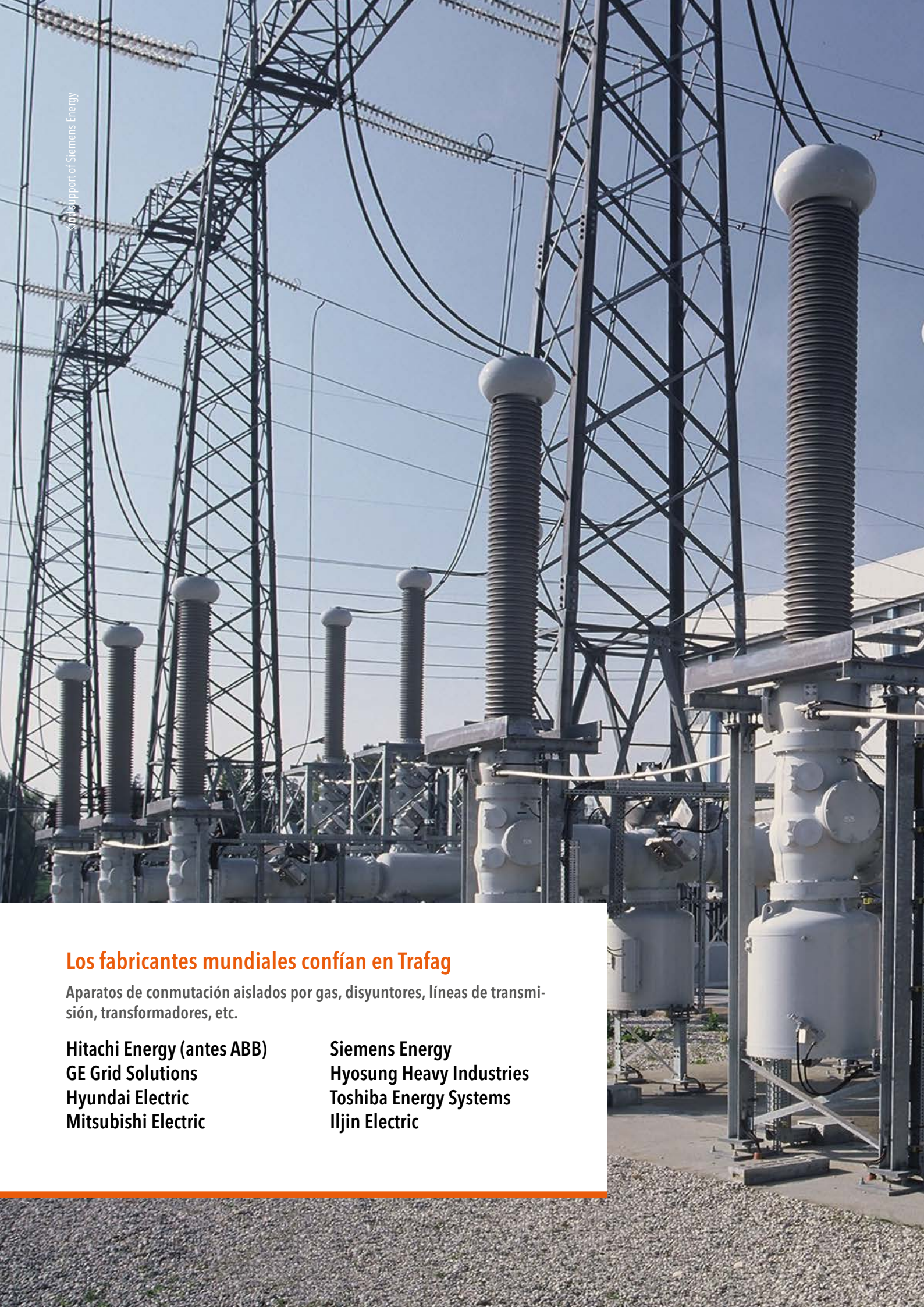


Los fabricantes mundiales confían en Trafag

Aparatos de conmutación aislados por gas, disyuntores, líneas de transmisión, transformadores, etc.

Hitachi Energy (antes ABB)
GE Grid Solutions
Hyundai Electric
Mitsubishi Electric

Siemens Energy
Hyosung Heavy Industries
Toshiba Energy Systems
Ilgjin Electric





Índice

Trafag la empresa de sensores de alta tecnología	5
Normas de calidad y producción específicas	7
Historia de cartera de productos	8
Desafíos e impactos en el control de la densidad del gas	10
Control de la densidad de gases aislantes alternativos en interruptores en SF ₆	13
Principios de funcionamiento	14
Resumen de gama de productos	18
Monitores de densidad de gas	20
Sensores de densidad de gas	24
Monitores de densidad de gas híbridos	26
Válvula de prueba y servicio integrada en los monitores de densidad de gas	28
Accesorios para condiciones exigentes	31



Trafag - la empresa de sensores de alta tecnología

Trafag fue fundada en 1942 y tiene su sede en Suiza. Dispone de una amplia red mundial de ventas y servicio técnico en más de 40 países. Gracias a ello, es posible un asesoramiento individual y profesional al cliente, y se garantiza el mejor servicio técnico. Los departamentos de desarrollo y producción de alto rendimiento consiguen que los productos Trafag se suministren con la máxima calidad y precisión de forma rápida y fiable, adaptándose inmediatamente a los deseos del cliente.

Soluciones de control de la densidad con la máxima precisión

Trafag es sinónimo de instrumentos precisos, robustos y libres de mantenimiento, desarrollados para la monitorización de densidad de gas SF₆ y gases aislantes alternativos en el campo de la aparataje de alta y media tensión. Trafag garantiza unos instrumentos extraordinariamente precisos y muy resistentes a los golpes que operan en el rango de temperaturas más amplio del mercado.

Competente y orientado al cliente

Los tres pilares de la empresa Trafag son la competencia tecnológica, la experiencia en fabricación y la orientación al cliente. Una quinta parte de los empleados de Suiza está dedicada a la investigación y desarrollo, a la tecnología de producción o a la ingeniería de aplicaciones.

Orientado a la aplicación y búsqueda de soluciones

La disponibilidad directa de estos recursos aporta a Trafag la máxima flexibilidad en el desarrollo, producción, registro y puesta en práctica de las necesidades del cliente. Gracias a la ingeniería modular Trafag se encuentra en situación de adaptar los productos estándar según las necesidades del cliente, o desarrollar soluciones OEM especiales.

Próxima al mercado y accesible

Trafag está presente en más de 40 países y como es natural, cuenta con clientes de muy diversos sectores; tecnología de alta tensión, la ingeniería mecánica, la hidráulica, la fabricación de motores, la construcción naval o la tecnología ferroviaria. El buen trato y la colaboración entre nuestro personal técnico y los clientes, nos aporta información con la que crecemos y mejoramos mutuamente.

Flexible y de alto rendimiento

Trafag cuenta con un sistema de integración vertical en todo el proceso productivo, lo que evita el retraso o la variabilidad de la calidad de sus productos. Esto garantiza la producción de series grandes o pequeñas, en un breve plazo de tiempo. Trafag está certificada bajo la ISO 9001 y cuenta con las más modernas instalaciones de producción. En ellas se opera bajo estrictas condiciones de limpieza y los procesos de producción están controlados en todo momento. Todo ello permite satisfacer las exigencias de calidad más elevadas.



La experiencia de Trafag

Asistencia preventiva para la aplicación y la configuración

Los expertos técnicos ayudan a encontrar el producto más adecuado para cada aplicación.

Máximos niveles de calidad en procesos de producción automatizados

Un estándar de automatización bien armonizado complementado con operaciones manuales realizadas por personal altamente cualificado es la base de la calidad y el rendimiento líderes. Los monitores y sensores de densidad Trafag se fabrican bajo unos requisitos de pureza cada vez mayores y después se someten a pruebas exhaustivas. Los aparatos salen de fábrica con un certificado de prueba al que los clientes pueden acceder en cualquier momento.

Asistencia posventa

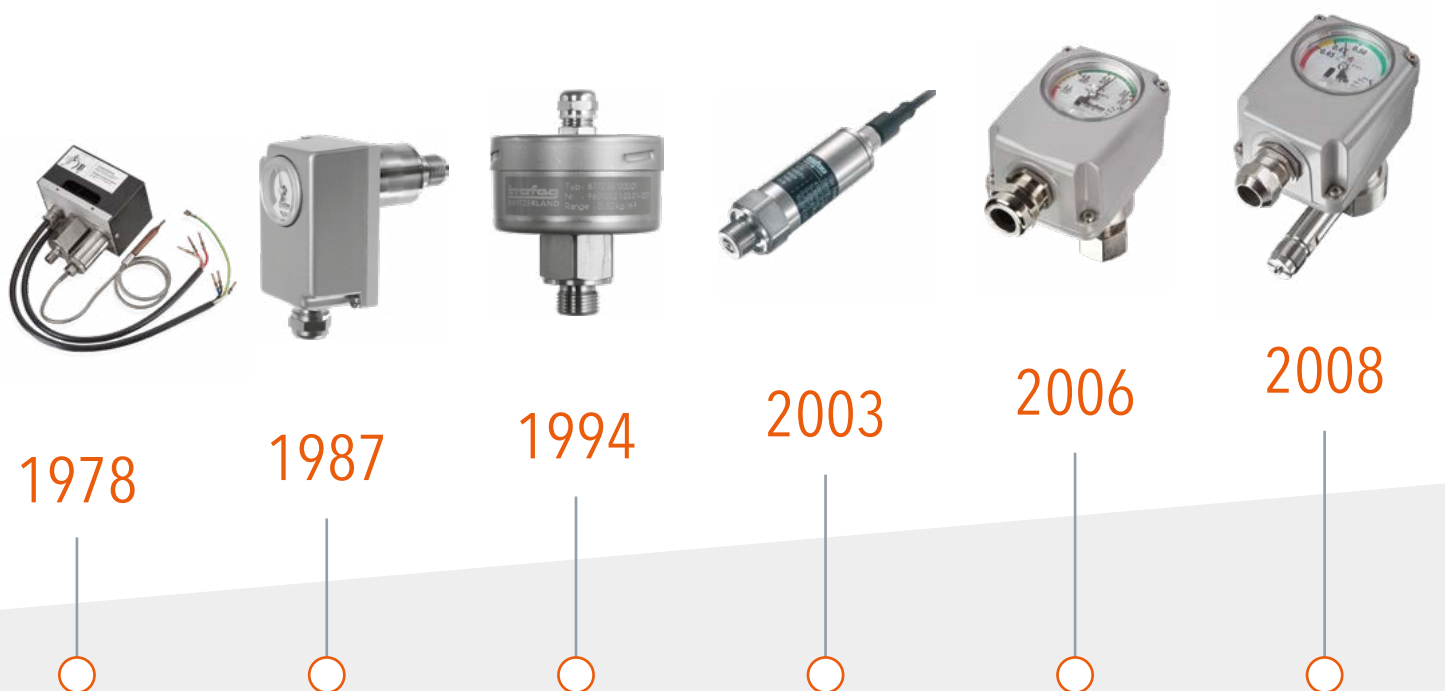
Trafag ofrece un verdadero servicio integral y asesoramiento durante todo el ciclo de vida del producto. Numerosas relaciones comerciales existen desde hace décadas.



Historia de la cartera de productos

Trafag cuenta con más de cuatro décadas de experiencia en la monitorización de la densidad del gas

El desarrollo de un presostato con compensación de temperatura en 1978 marcó el inicio de la era de la oferta de densidad de Trafag. La ingeniosa combinación de un presostato con componentes de termostato permitió la entrada en el mercado de la monitorización de la densidad del gas aislante SF₆ en equipos de conmutación de alta tensión. En 1987, Trafag desarrolló el pionero monitor de densidad de gas con cámara de referencia, un producto con una precisión, resistencia a las vibraciones y durabilidad insuperables hasta la fecha. Un sistema de fuelles metálicos desempeña el papel central en este producto mecánico. En 1994, Trafag cubrió el vacío de la medición continua de la densidad del gas e introdujo el primer sensor de densidad electrónico.

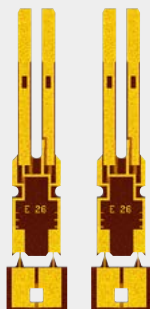


Trafag presenta el primer monitor de densidad con interruptores de seguridad para el mercado internacional.



Invencción del principio de la cámara de referencia que se ha convertido en un estándar industrial e introducción del monitor de densidad tipo 87x0 con hasta 3 microinterruptores.

Invencción del sensor de cuarzo oscilante e introducción del primer sensor de densidad electrónico.



Presentación del sensor de densidad 8774 con salida de bucle de corriente. Más tarde la oferta se amplió con el modelo 8775 con salida digital RS485/Modbus.

Introducción del monitor de densidad tipo 87x6 con hasta 4 microinterruptores. Mientras tanto, la cartera se amplió con el tipo 87x8 para su uso en zonas de clima ártico.

Introducción de la conexión de proceso de 90° (radial) y del dial de indicación de baja presión.



2010



2014



2017



2020



2024

Introducción del monitor de densidad híbrido tipo 878x (salida de bucle de corriente) y 879x (salida RS485/Modbus) que proporciona la monitorización del punto de conmutación y la medición de densidad continua en un solo dispositivo.

Introducción del monitor de densidad tipo 87x7 con hasta 3 microinterruptores.

Introducción de la válvula de prueba del monitor de densidad integrado.

Introducción de la válvula integrada de prueba y rellenado de gas aislante.

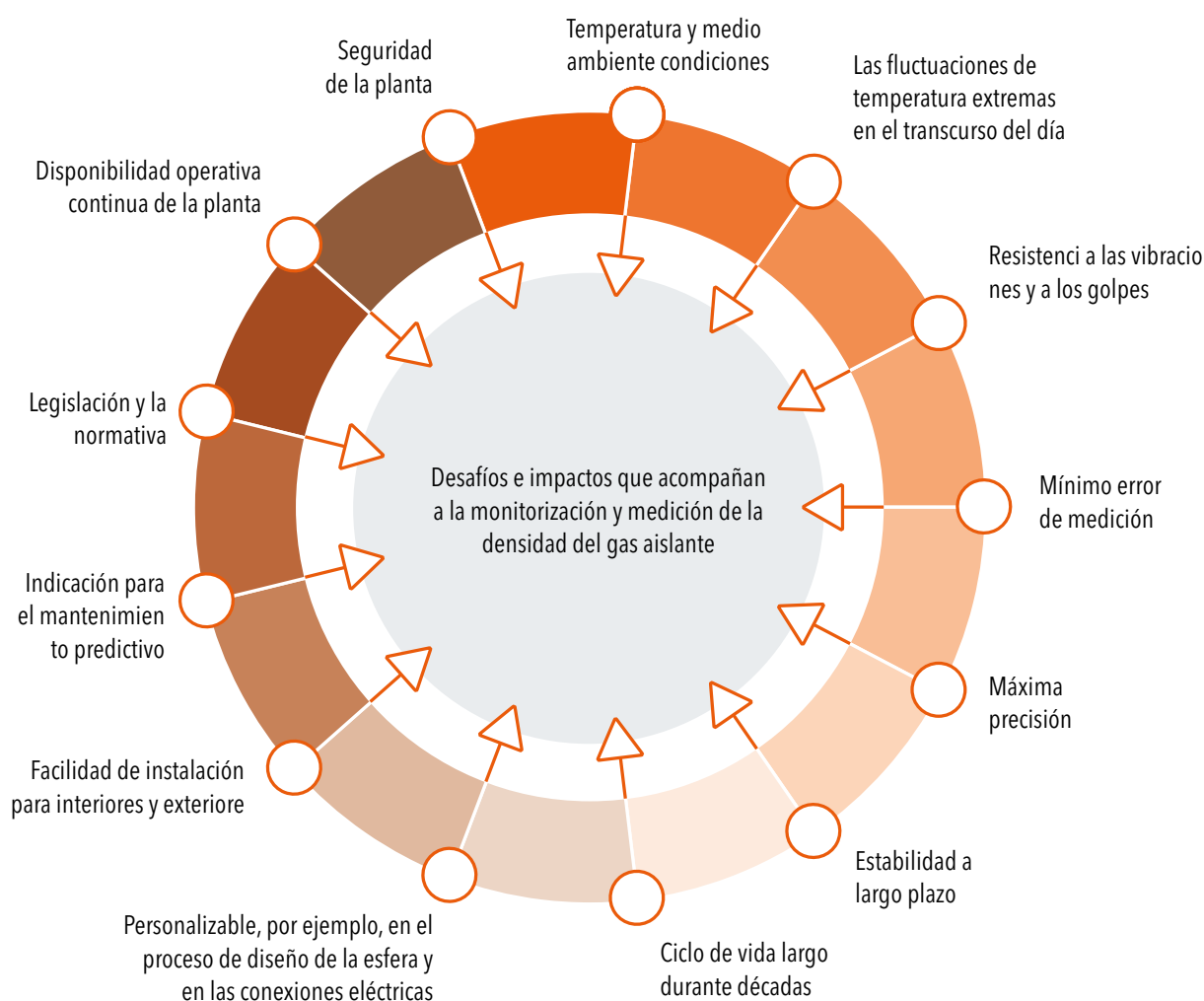
Introducción del densostato 8719, que marca el inicio de una nueva generación de densímetros con gran pantalla y cámara de referencia avanzada para futuros gases aislantes.



Aplicaciones de la red eléctrica de alta tensión para la medición y el control de la densidad del gas

Desafíos e impactos para una máxima seguridad y precisión

La mayoría de las piezas de conducción de corriente de los conmutadores de alta tensión, los disyuntores y las líneas de transmisión se montan en compartimentos a presión llenos de gases aislantes eficaces. El gas hexafluoruro de azufre (SF_6) es el más utilizado. Las mezclas de gases aislantes alternativos, menos perjudiciales para el clima, aumentan constantemente su cuota de mercado. La capacidad de aislamiento de estos gases depende básicamente de la densidad del gas. Ya que la capacidad de resistencia dieléctrica de los sistemas aislados con gas se obtiene mediante la densidad del gas, estos compartimentos se llenan a varios cientos de kPa de presión para evitar los arcos internos y los cortocircuitos incluso a corta distancia.



El control de la densidad del gas es fundamental para la disponibilidad y la seguridad de las instalaciones

La fiabilidad y seguridad de funcionamiento de los equipos de alta tensión sólo está garantizada cuando se mantiene el nivel adecuado de densidad de gas dentro de los compartimentos. Las fugas comprometerían la seguridad de los equipos de conmutación y violar la normativa medioambiental. El SF_6 es un potente gas de efecto invernadero y, por tanto, no debe filtrarse al medio ambiente. Deben cumplirse las estrictas normativas relativas a las emisiones de SF_6 (por ejemplo, el Reglamento 517/2014 sobre gases fluorados) y estipulan una supervisión permanente de las fugas de gas. Esto se hace con monitores de densidad de gas o sensores de gas para activar alarmas o procesos de conmutación relacionados con la seguridad y transmitir el estado a una red de datos. Por lo tanto, la medición continua de la densidad añade varias ventajas a la supervisión de los puntos de activación de las alarmas de seguridad. Los datos en tiempo real permiten analizar la disponibilidad operativa de la planta y aplicar ventanas de inspección o medidas de mantenimiento predictivo.

La mayor resistencia ambiental requerida

Los sistemas con aislamiento de gas suelen instalarse en el exterior. Las temperaturas entre -40°C y $+50^{\circ}\text{C}$ son bastante habituales. En las zonas de clima ártico se imponen al equipo incluso temperaturas de hasta -60°C . Además, las enormes fluctuaciones de temperatura, incluso entre el día y la noche, los golpes y las vibraciones de la planta repercuten en el densímetro y sus accesorios. Sin embargo, se requiere un largo ciclo de vida de los equipos de monitorización de la densidad durante varias décadas.

Cámara de referencia de densidad de gas superior y principio de diapasón de cuarzo

La densidad del gas suele determinarse indirectamente por la presión del gas mediante manómetros o sensores de presión. Como la presión en un volumen herméticamente cerrado varía enormemente con la temperatura, estos dispositivos necesitan una compensación de temperatura, lo que supone una fuente de errores. Trafag ofrece dos tecnologías líderes para la monitorización y medición directas de la densidad del gas aislante que ofrecen las soluciones más fiables del mercado. Los monitores mecánicos determinan la densidad del gas directamente por el principio de la cámara de referencia. Los sensores de densidad de gas emplean la tecnología de diapasón de cuarzo electrónico para medir la densidad directamente. Ambas tecnologías se combinan en los monitores de densidad híbridos de Trafag.

Aplicaciones típicas del control de gases aislantes SF_6 y alternativos

- Aparatos de conmutación aislados por gas (GIS) y estaciones de conmutación
 - Disyuntores (generador, tanque vivo y muerto)
 - Líneas de transmisión aisladas por gas (GIL)
 - Transformadores con aislamiento de gas (GIT)
-





Celdas aisladas por gas (GIS) de 400 kV, Qatar 2009 © Hitachi Energy

Control de la densidad de gases aislantes alternativos en interruptores en SF₆

Los gases aislantes alternativos, o gases alternativos para abreviar, están sustituyendo al hexafluoruro de azufre (SF₆), que se ha utilizado comúnmente en aparataje aislado con gas durante muchos años porque el hexafluoruro de azufre se considera un potente gas de efecto invernadero. La gama de productos Trafag para la monitorización de la densidad del gas en aparataje de alta tensión ofrece una compatibilidad total con los gases aislantes alternativos más respetuosos con el medio ambiente.

Aunque las propiedades físicas del SF₆ lo hacen muy adecuado para su uso en aparataje aislado con gas, también es un potente gas de efecto invernadero con un enorme Potencial de Calentamiento Global (PCG). Por esta razón, el uso de SF₆ ya está masivamente restringido en la actualidad y estará prohibido en gran medida para su uso en aparataje de alta tensión a partir de 2030 aproximadamente con el Reglamento sobre gases fluorados en la UE. El SF₆ está siendo sustituido cada vez más por gases aislantes alternativos más respetuosos con el medio ambiente. Los gases alternativos pueden dividirse en dos grupos principales: Gases aislantes a base de C₄FN y mezclas a base de aire (aire técnico). Los gases de ambos grupos son más ligeros que el SF₆ y tienen una menor capacidad aislante a la misma presión. Por ello, las cámaras de los conmutadores aislados con gas se llenan con mucha más presión para conseguir las mismas propiedades aislantes.

Densímetros para gases aislantes alternativos

El probado principio de medición de la cámara de referencia de los monitores de densidad de gas Trafag se adopta sin cambios para los gases alternativos. Debido a las mayores presiones requeridas para los gases alternativos, todo el sistema de medición se ha cualificado ahora para un rango de medición de hasta 13 bares (presión absoluta). La principal diferencia con los densímetros de gas para SF₆ radica en el llenado de la cámara de referencia. Ésta se llena con una mezcla de gases que representa el gradiente isocórico del gas alternativo, es decir, el gradiente de la línea del mismo volumen específico (= densidad) en el diagrama presión-temperatura. Los puntos de conmutación y la escala de la pantalla se ajustan a los valores efectivos del gas alternativo.

Sensores de densidad de gas para gases aislantes alternativos

Además de ser adecuado para las presiones más elevadas, el sistema de sensores también debe calibrarse para la menor densidad de los gases. El exclusivo principio de medición de los sensores de densidad de gas Trafag, que mide la densidad directamente -sin cálculos desde la presión y la temperatura-, es adecuado para medir la densidad de todo tipo de gases. Sólo deben determinarse los parámetros específicos de la mezcla de gases del sensor una vez por medición. Estos parámetros son necesarios para la linealización precisa de la señal de salida y para la conversión a presión a 20°C, en el caso de los sensores digitales (RS485/Modbus). Estos parámetros se cargan en el chip interno durante la fabricación de los sensores de densidad antes de la calibración.

Principios de funcionamiento

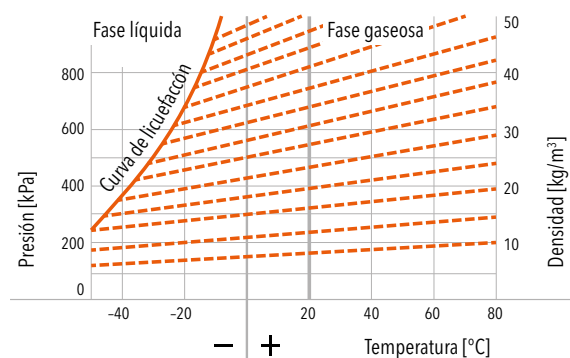
Control de la densidad del gas con comparación del gas de referencia

El principio de comparación de gases de referencia fue inventado por Trafag a mediados de la década de 1980 y fue mejorado continuamente. Hoy en día líder es el estándar en la industria para la monitorización de la densidad del gas aislante con compensación de temperatura en aplicaciones con alta demanda de fiabilidad, precisión, estabilidad y longevidad.

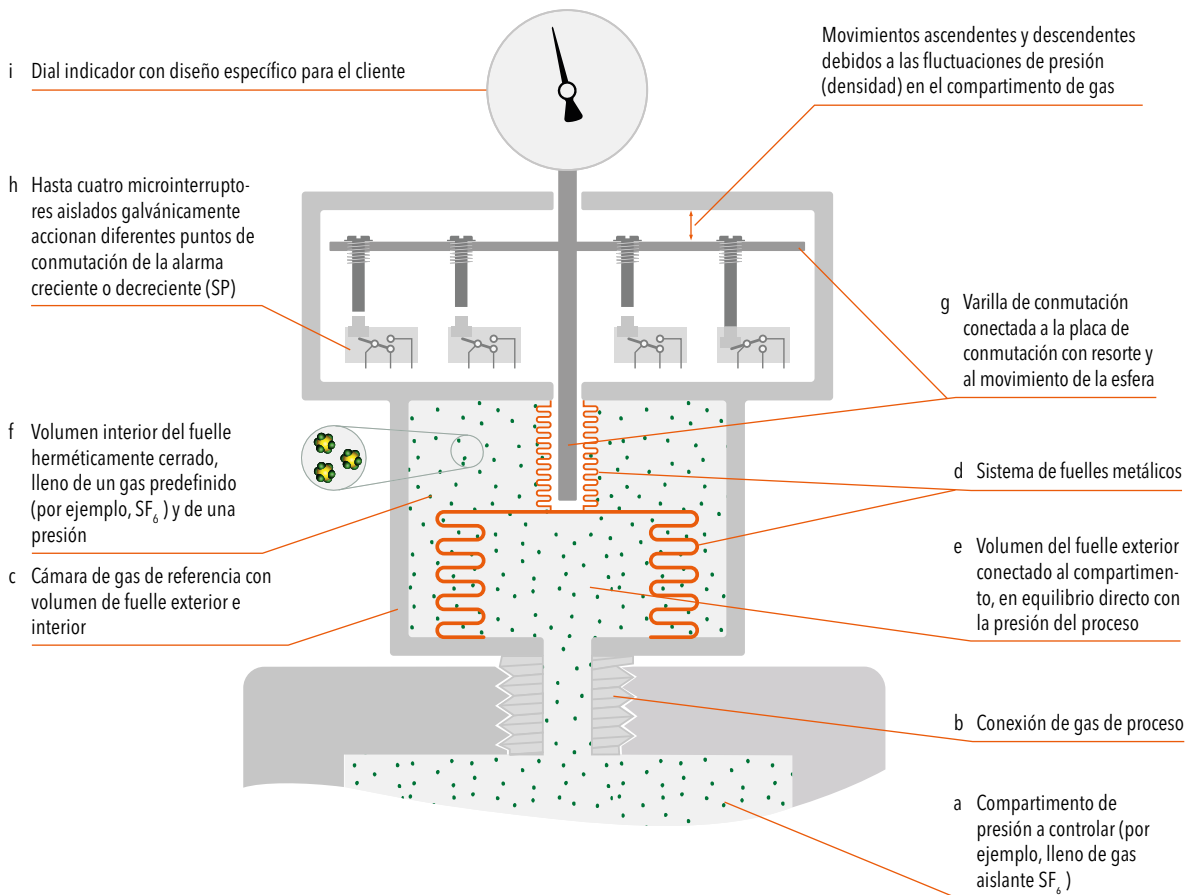
Necesidad de un control de la densidad independiente de la temperatura

La medición de la densidad en compartimentos presurizados y aislados por gas tiene que ver con la física. La presión, la densidad y la temperatura guardan una determinada relación entre sí. Esta relación se define mediante isócoras (proceso de volumen constante) para cada gas específico. El rendimiento de aislamiento de un compartimento aislado con gas se consigue gracias a una densidad definida que da lugar a una determinada presión en un determinada temperatura. En un compartimento cerrado y estanco, la densidad global permanece siempre constante, pero las variaciones de temperatura provocan una variación de la presión del sistema.

Curva de presión de vapor: Líneas de densidad de gas equivalente de SF₆



Líneas ejemplares que representan la densidad constante del gas SF₆ (isócoras): Cambios de presión y temperatura con volumen constante



Principio de control absoluto (compensado por temperatura debido al principio de referencia)

Un monitor de densidad suele montarse directamente en el compartimento de presión del equipo de alta tensión (a) a través de una conexión de proceso personalizable (b). Los densímetros Trafag se basan en una cámara de referencia (c) incorporando un sistema de fuelle metálico (d), que está presurizado con el gas aislante específico del cliente. El sistema de fuelle metálico permite un acoplamiento directo de la temperatura del gas del compartimento de presión y el llenado de gas en la cámara de referencia. Los cambios de temperatura ambiente afectan a la presión (cambio isocórico) en el compartimento de gas en la misma medida que afectan a la presión en la cámara de referencia. Por lo tanto, el efecto de la temperatura sobre la presión del gas aislante se compensa de forma inherente y se indica en una esfera (i) una presión de gas aislante muy precisa a 20°C (igual a la densidad), a cualquier temperatura. No se produce ninguna falsa alarma debido a los cambios de presión inducidos por la temperatura. La cámara de gas de referencia y el compartimento de presión son sistemas herméticos. La presión ambiental no influye en el principio de funcionamiento. Por lo tanto, se trata de un principio de control absoluto.

El sistema de fuelle acciona los microinterruptores

La presión, y más concretamente la densidad del compartimento de gas aislante, se compara a través del volumen del fuelle exterior (e) con la densidad predefinida del volumen del fuelle interior hermético (f) de la cámara de referencia. Si la densidad del compartimento de gas se modifica, el sistema de fuelles acciona mediante una varilla de conmutación y una placa de conmutación con resorte (g) hasta cuatro microinterruptores independientes (h). Cada microinterruptor puede calibrarse en fábrica para aumentar o disminuir la alarma de presión. Esto significa que cuando la densidad desciende por debajo de los ajustes predefinidos del punto de conmutación (SP), los contactos del microinterruptor se cierran o se abren gradualmente. La precisión del punto de conmutación se comprueba en fábrica a -25°C, +20°C y 50°C.

Medidas de apoyo para aplicaciones exteriores exigentes

Si los efectos locales del entorno dificultan el acoplamiento directo de la temperatura entre el compartimento de presión (a) y la cámara de gas de referencia (c), por ejemplo, en una instalación al aire libre con radiación solar diurna o en condiciones meteorológicas extremas o rápidamente cambiantes, las cubiertas térmicas específicamente diseñadas mantienen la igualdad necesaria entre el compartimento de presión y la cámara de gas de referencia..

Ejemplo práctico:

Presión de llenado (densidad) del compartimento de gas aislante: 6,1 bar abs. @ 20°C, puro SF₆

SP1: 5,7 bar abs. @ 20°C, punto de conmutación de alarma decreciente para el rellenado del compartimento

SP2: 5,5 bar abs. @ 20°C, disminuyendo el punto de conmutación de la alarma de bloqueo

SP3: 5,5 bar abs. @ 20°C, punto de conmutación de alarma de bloqueo redundante decreciente

SP4: 6,4 bar abs. @ 20°C, aumentando el punto de conmutación de la alarma alta para la sobrepresión del compartimento

Fuelle interior presurizado en fábrica volumen de la cámara de referencia: 5,7 bar abs. @ 20°C, SF₆, hermético, según SP1

Si la presión del compartimento de gas aislante (a,e) cae debido a una fuga, la presión del volumen del fuelle interior hermético (f) gana impacto hacia la presión del compartimento que cae. La varilla de conmutación con la placa de conmutación (g) se mueve hacia abajo.

Mientras la presión cae por debajo del punto de conmutación 1 (SP1) a 5,7 bar abs. @ 20°C, el primer microinterruptor cambia y provoca la primera alarma. Normalmente, la primera alarma indica que el compartimento de presión debe ser rellenado.

Si la presión cae más, en el ejemplo por debajo de 5,5 bar abs. @ 20°C, entonces suelen cambiar otros dos microinterruptores redundantes (SP2 y SP3). Por defecto, estos puntos de conmutación se utilizan como parada de emergencia; la seguridad de funcionamiento del sistema ya no está garantizada. Un cuarto microinterruptor (SP4) puede utilizarse, por ejemplo, para controlar las condiciones de sobrepresión no deseadas durante las rutinas de rellenado del compartimento de presión. Si la presión supera los 6,4 bar abs. @ 20°C, el microinterruptor cambia y provoca una alarma alta.

La comparación de gases de referencia se despliega en los siguientes dispositivos Trafag:

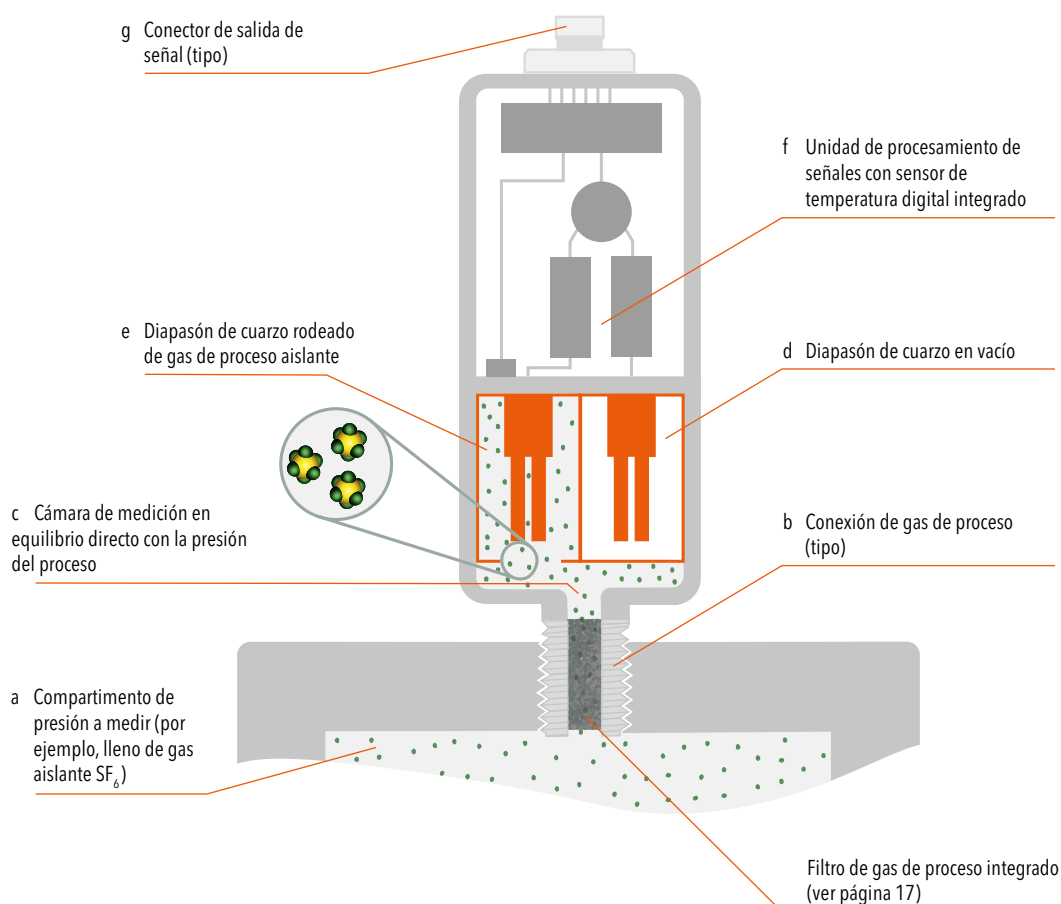
- Monitores de densidad de gas 8719, 87x6 y 87x8 ver página 20, 22, 23
- Monitores de densidad de gas híbridos 878x y 879x ver página 26, 27

Medición electrónica de la densidad absoluta del gas con diapasón de cuarzo

Trafag introdujo la tecnología de medición de densidad con diapasón de cuarzo a mediados de la década de 1990. Es la opción elegida cuando se requiere una medición de densidad y una adquisición de datos continuas y sin desviaciones a largo plazo. La tecnología de diapasón es conocida por su uso como estándar de frecuencia de tiempo en los relojes. La exposición de un diapasón oscilante a gases de diferente densidad provoca un desplazamiento y una amortiguación de su frecuencia de resonancia. Se trata de un principio de medición directa de la densidad.

El sensor de densidad se monta en el compartimento de presión (a) a través de una conexión de proceso personalizable (b). Así, la densidad en el compartimento de gas aislante y en la cámara de medición del sensor (c) está en equilibrio. Los sensores de densidad Trafag utilizan la física comparando la frecuencia de resonancia constante de un oscilador de cuarzo en vacío (d) con la frecuencia de resonancia de un cuarzo idéntico rodeado por el gas de proceso aislante (e). El gas de diferente densidad afecta a la frecuen-

cia de resonancia preestablecida del diapasón de cuarzo rodeado de gas de proceso. El tiempo de respuesta para la detección de los cambios de densidad es inferior a 10 ms. El desplazamiento de la frecuencia de resonancia es proporcional a la densidad del gas de proceso aislante. La unidad de procesamiento digital cuenta con un sensor de temperatura adicional (f). La señal de medición se suministra en conectores de salida seleccionables (g).



La medición electrónica de la densidad del gas con diapasón de cuarzo se utiliza en los siguientes dispositivos Trafag:

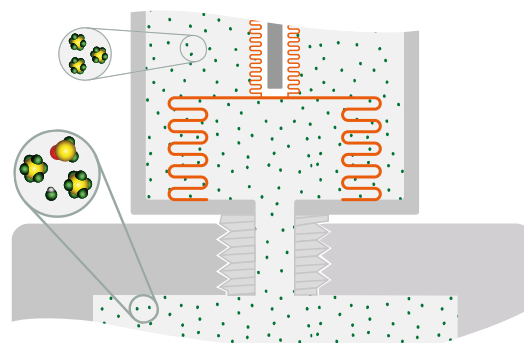
- Sensores de densidad de gas 8774 y 8775 ver página 24, 25
- Monitores de densidad de gas híbridos 878x y 879x ver página 26, 27

Contramedidas contra los subproductos agresivos del SF₆

El SF₆ es inerte durante su uso normal. Cuando se producen descargas eléctricas en los compartimentos de gas llenos de SF₆, la abrasión mecánica y los subproductos tóxicos y agresivos para los materiales pueden aparecer. Los dos principales subproductos que pueden aparecer son el ácido fluorhídrico y el fluoruro de tionilo. Ambas cosas pueden causar daños a largo plazo si se selecciona un material inadecuado. Las partículas de abrasión pueden causar la degradación del elemento sensor. Trafag se ocupa de ello utilizando materiales adecuados y filtros de gas de proceso integrados adicionales.

Contramedidas para dispositivos con comparación de gases de referencia

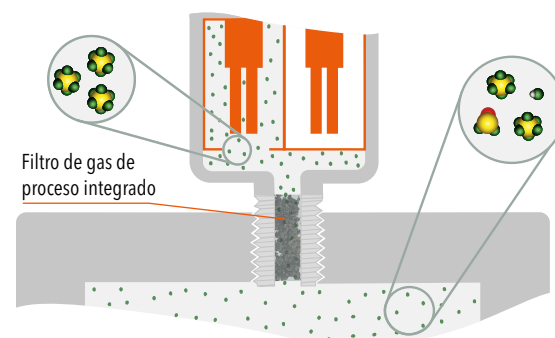
Los materiales para la conexión del gas de proceso, la cámara de gas de referencia y el sistema de fuelles se seleccionan específicamente para soportar el ácido fluorhídrico y el fluoruro de tionilo. Se utilizan aceros inoxidables de alta aleación 1.4404, 1.4435, 1.4571 (AISI316L, AISI316Ti).



La cámara de gas de referencia, el sistema de fuelles y la conexión al proceso son de acero inoxidable.

Contramedidas para dispositivos con tecnología de diapasón de cuarzo

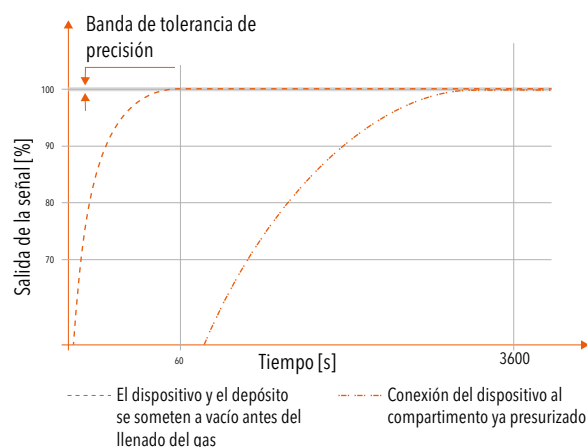
El diapasón de cuarzo requiere medidas avanzadas para repeler la entrada de subproductos agresivos que pueden producirse en los gases aislantes. Los materiales para la conexión del gas de proceso y la cámara de medición se seleccionan específicamente. Se utilizan aceros inoxidables de alta aleación 1.4404 y 1.4435 (AISI316L). Un filtro de gas de proceso adicional integrado protege de las partículas finas de abrasión y absorbe los gases corrosivos.



La cámara de medición y la conexión al proceso son de acero inoxidable. Un filtro de gas de proceso protege de los subproductos agresivos.

Tiempo de respuesta del filtro de gas de proceso integrado en el sensor de densidad

Durante el funcionamiento normal, los cambios de densidad del gas aislante se detectan en menos de 10 ms. El elemento filtrante integrado induce un tiempo de respuesta transitorio tras la instalación y el llenado inicial de gas aislante. Por lo tanto, se minimiza el periodo de tiempo para la ecualización del gas entre el compartimento de proceso.



Hay un retardo en el tiempo de respuesta inicial requerido tras la instalación y el llenado de gas para que la salida de señal del sensor alcance la banda de tolerancia de precisión

Resumen de la gama de productos

Dispositivos de control y medición

La gama de productos de Trafag de dispositivos de medición de la densidad del gas se divide en tres grupos de productos diferentes: El monitor de densidad de gas de funcionamiento mecánico, el sensor de densidad de gas electrónico y el monitor de densidad de gas híbrido, que controla tanto mecánica como electrónicamente. Los tres tipos tienen una cosa en común: son adecuados para el SF₆ y toda la gama de gases aislantes alternativos.

Monitores de densidad de gas

Control de la densidad absoluta del SF₆ y del gas alternativo con comparación del gas de referencia

El monitor de densidad de gas se basa en el principio de comparación de gases de referencia, por lo que no es necesario compensar la temperatura. Funciona de forma electromecánica y, por tanto, es independiente del suministro de energía eléctrica. Como no es necesario recalibrar los puntos de conmutación, funciona sin necesidad de mantenimiento. Los rangos de temperatura de funcionamiento van de -60°C a +80°C.

- Tipo 8719 Nuevo sensor de densidad de gas con dial grande ver página 20
- Tipo 87x6 Tipo bloque con dial pequeña ver página 22
- Tipo 87x8 Tipo bloque para entornos de frío extremo ver página 23

Sensores de densidad de gas

Medición electrónica absoluta del SF₆ y de la densidad del gas alternativo con diapason de cuarzo patentado

El sensor de densidad de gas utiliza un diapason de cuarzo para medir directamente la densidad del gas, una tecnología única patentada por Trafag. Con la entrega de señales de salida continuas (analógicas o digitales) de este sensor de funcionamiento electrónico, Trafag abre nuevos caminos para la industria de distribución de energía. El análisis exhaustivo de la tendencia de la densidad de los compartimentos presurizados se implementa fácilmente.

- Tipo 8774 con salida de bucle de corriente ver página 24
- Tipo 8775 con salida digital RS485/Modbus ver página 25

Monitores híbridos de densidad de gas

Control mecánico combinado y medición electrónica de la densidad del gas SF₆ y del gas alternativo

El monitor de densidad de gas híbrido combina las ventajas del monitor de densidad de gas mecánico y del sensor de densidad de gas electrónico en un aparato compacto todo en uno. Con su salida de medición continua, es ideal para los sistemas de gestión de gases aislantes, pero también cuenta con una indicación local de presión de gas y robustos contactos de alarma de punto de conmutación.

- Tipo 878x con salida de bucle de corriente ver página 26
- Tipo 879x con salida digital RS485/Modbus ver página 27

Nota: La designación x del tipo de monitor (por ejemplo, 87x6) representa la configuración individual de los microinterruptores. Por ejemplo, el tipo de monitor 8736 contiene x = tres (3) microinterruptores.

Con el amable apoyo de Swiss Grid



Monitor de densidad de gas 8719

Monitor de densidad de gas con contactos de conmutación

El corazón del monitor de densidad de gas 8719 es el avanzado sistema de medición de la cámara de referencia. Esto permite la visualización desde el vacío, está totalmente preparado para los futuros gases aislantes alternativos más respetuosos con el medio ambiente y ya no es necesario llenarlo con SF₆ para monitorizar el SF₆. Otras innovaciones son la gran pantalla, que ofrece una legibilidad óptima, el diseño modular de la geometría de conexión, que puede adaptarse con flexibilidad a cualquier posición de instalación, y la tecnología de conexión integrada, que permite un cableado y una instalación eficaces gracias a las conexiones enchufables premontadas.



Ventajas

- Esfera grande para facilitar la lectura
- Salida de conmutación exacta a todas las temperaturas
- Totalmente compensada en temperatura por diseño
- Uso en interiores y exteriores
- Sin mantenimiento

Datos técnicos

Principio de monitorización	Sistema de medición de la presión absoluta con cámara de gas de referencia sellada, sin influencia por fluctuaciones de la presión ambiental, totalmente compensada en temperatura por diseño
Rango de monitorización	0 ... 1300 kPa abs. @ 20°C
Salida de monitorización	Contacto de conmutación sin potencial (SPDT)
Número de puntos de conmutación	1 ... 5 Microinterruptores
Precisión de conmutación @ 20°C	± 10 kPa max.
Temperatura ambiente	-40°C ... +80°C -60°C ... +80°C con opción de capacidad para temperaturas árticas
Tipo de protección	IP65 y IP67
Hoja de datos	www.trafag.com/H72623
Manual de instrucciones	www.trafag.com/H73623

Monitor de densidad de gas sin SF₆

El avanzado sistema de medición de la generación 87x9 se basa en el mismo principio de cámara de referencia que los modelos de la acreditada generación 87x6 (véase la página 22). Se han conservado tanto los procesos de fabricación como los elementos críticos del diseño. Pero la nueva cámara de referencia ya no se rellena con el mismo gas aislante que la apartamenta, sino con una mezcla de nitrógeno y CO₂, que refleja el comportamiento isocórico (volumen constante) del gas del sistema. Al calibrar el sistema de medición, los puntos de conmutación y la escala de la pantalla se ajustan con precisión a los valores del gas aislante efectivo del sistema.

Más fácil de leer gracias a la gran pantalla

La gran pantalla del densímetro de gas 8719 ofrece una excelente legibilidad en todo el rango de medición. El rango de visualización no está escalado linealmente, sino dividido en distintas zonas según su importancia en el funcionamiento y para la lectura: El rango de funcionamiento, que es crucial para la seguridad del sistema, tiene la mayor proporción de la escala, mientras que los rangos de baja presión e intermedios aparecen correspondientemente reducidos.

Rango de funcionamiento

El rango de funcionamiento de la pantalla cubre el rango de densidad del gas en el que funciona el sistema. La escala de lectura ofrece aquí una gran resolución y precisión de lectura. Va desde justo debajo del punto de conmutación de la alarma de baja presión hasta justo encima del punto de conmutación de la alarma de sobrepresión.

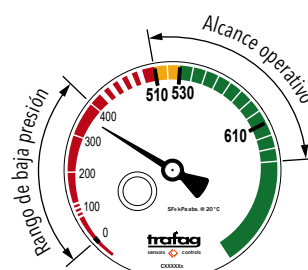
Rango de baja presión

El rango de baja presión abarca desde el vacío hasta una presión absoluta de unos 4 bar. La escala permite una buena legibilidad en aquellos rangos de medición de baja presión que son relevantes para la presión de transporte y almacenamiento -normalmente entre 1,5 y 2 bar de presión absoluta-, así como para la evacuación del compartimento de gas.

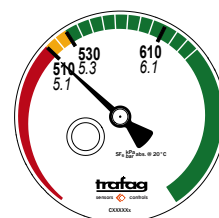
Rango intermedio

El intervalo entre los rangos de funcionamiento y de baja presión no es importante para el mantenimiento o el funcionamiento. Por ello, se ha reducido al mínimo técnicamente necesario en la escala de la pantalla.

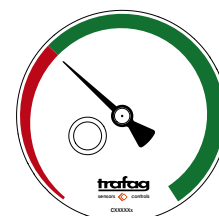
Si el control de la presión no es necesario durante el transporte y el almacenamiento, puede utilizarse la esfera indicadora de rango parcial sin el rango de baja presión. Para una mayor simplificación, la escala de la pantalla puede omitirse por completo, de modo que sólo se distinga entre el rango de funcionamiento marcado en verde y el rango marcado en rojo en el exterior.



Esfera indicadora de gama completa según especificaciones del cliente



Indicador parcial de cuadrante con sectores según especificación del cliente



Esfera indicadora con sectores de dos colores sin marcas



Monitor de densidad de gas 87x6

Control de la densidad con la máxima precisión de los puntos de conmutación en entornos difíciles

El densímetro mecánico y autoactivo 87x6 se basa en el principio de gas de referencia superior que está compensado por la temperatura por su diseño. Por lo tanto, cumple con los estándares de las aplicaciones más exigentes en un amplio rango de temperaturas. Se puede monitorizar toda la gama actual de mezclas de gases aislantes. Este densímetro preciso y sin mantenimiento está equipado con microinterruptores de alto rendimiento y su funcionamiento es fiable durante décadas en aplicaciones interiores y exteriores.



Ventajas

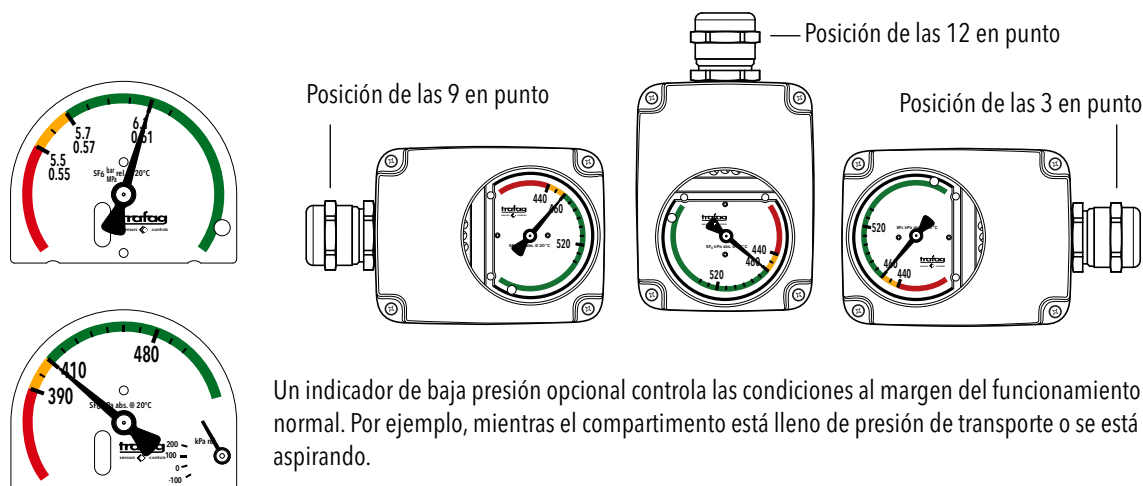
- Para SF₆ y variedad de gases mixtos alternativos
- Potencia de conmutación exacta a todas las temperaturas
- No hay rebote de contacto, gran estabilidad ante los golpes y las vibraciones
- Uso en interiores y exteriores
- Sin mantenimiento

Datos técnicos

Principio de monitorización	Sistema de medición de la presión absoluta con cámara de gas de referencia sellada, sin influencia por fluctuaciones de la presión ambiental, totalmente compensada en temperatura por diseño
Rango de monitorización	0 ... 1250 kPa abs. @ 20°C
Salida de monitorización	Contacto de conmutación sin potencial (SPDT)
Número de puntos de conmutación	1 ... 4 Microinterruptores
Precisión de conmutación @ 20°C	± 8 kPa máx
Temperatura ambiente	-40°C ... +80°C
Tipo de protección	IP65 y IP67

Hoja de datos	www.trafag.com/H72511
Process connections	www.trafag.com/H72502
Manual de instrucciones	www.trafag.com/H73511

Trafag ofrece la máxima flexibilidad en la personalización de la esfera del indicador con una completa variedad de codificaciones de color y unidades de presión, incluida la indicación de doble rango. Esto también incluye la orientación del dial en 90°/180°/270°.



Gas Density Monitor 87x8

Control de la densidad en zonas de clima ártico exigentes

El densímetro de gas 87x8 permite controlar toda la gama de mezclas de gas aislante en zonas de clima ártico exigentes y está equipado con hasta cuatro microinterruptores de alto rendimiento. La cámara de referencia está compensada por la temperatura e induce una señal de conmutación de alarma en caso de licuación del gas aislante debido a temperaturas extremadamente bajas. Este monitor preciso y sin mantenimiento es fiable en su funcionamiento durante décadas.



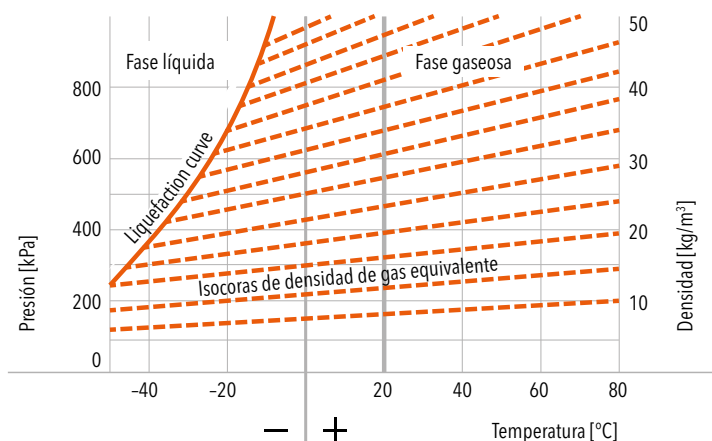
Ventajas

- Salida de conmutación exacta para climas árticos
- Señal de conmutación en caso de licuefacción
- Para SF₆ y variedad de gases mixtos alternativos
- No hay rebote de contacto, gran estabilidad ante los golpes y las vibraciones
- Sin mantenimiento

Datos técnicos

Principio de monitorización	Sistema de medición de la presión absoluta con cámara de gas de referencia sellada, totalmente compensada en temperatura por diseño
Rango de monitorización	0 ... 1250 kPa abs. @ 20°C
Salida de monitorización	Contacto de conmutación sin potencial (SPDT)
Número de puntos de conmutación	1 ... 4 Microinterruptores
Precisión de conmutación @ 20°C	± 8 kPa máx.
Temperatura ambiente	-60°C ... +80°C
Tipo de protección	IP65 y IP67

Hoja de datos	www.trafag.com/H72513
Process connections	www.trafag.com/H72502
Manual de instrucciones	www.trafag.com/H73513



El clima ártico presenta los requisitos más exigentes para la supervisión del compartimento de gas y la densidad. El principal aspecto de seguridad es la alarma cuando el gas aislante puede licuarse.

Las bajas temperaturas pueden provocar la licuefacción del gas de proceso. La licuefacción provoca una rápida caída de presión que puede activar temporalmente un punto de conmutación de la alarma. El monitor de densidad de gas 87x8 mantiene el estado de alarma hasta que se supera de nuevo el nivel de activación de la alarma mientras vuelve a la condición normal.

Sensor de densidad de gas 8774

Medición continua de la densidad con salida de bucle de corriente

El sensor tipo 8774 está diseñado específicamente para la medición de la densidad de gases aislantes. Esta exclusiva tecnología de sensor patentada permite a la industria de distribución de energía realizar análisis de tendencias y adquisición de datos exhaustivos en compartimentos a presión aislados con gas. Mide de forma directa y continua la densidad del gas proporcionando una salida de corriente analógica. El análisis de tendencias ayuda a detectar antes posibles fugas, proporciona datos para medidas de mantenimiento preventivo y, por tanto, facilita el cumplimiento de la normativa sobre gases de efecto invernadero.



Datos técnicos

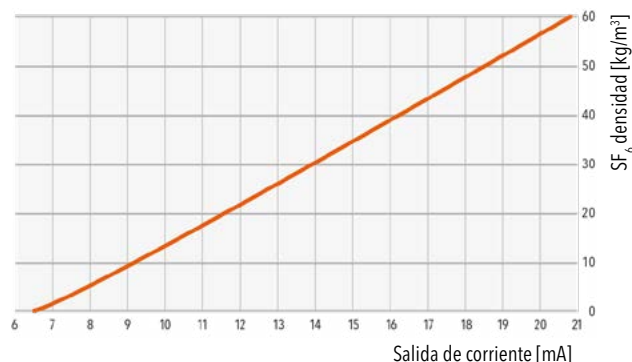
Principio de medición	Sensor de cuarzo oscilante
Rango de medición	0 ... 56.1 kg/m ³ o 0... 60kg/m ³ 0 ... 1100 kPa abs. @ 20°C
Salida del sensor	6,5... 20mA bucle de corriente
Precisión de medición	± 1.0 % F.S. típ
Temperatura ambiente	-40°C ... +80°C
Tipo de protección	IP65 y IP67

Hoja de datos www.trafag.com/H72507
Manual de instrucciones www.trafag.com/H73507

Ventajas

- Medición continua de la densidad del gas SF₆ y del gas alternativo
- Salida del bucle de corriente
- Sin mantenimientor
- Adecuado para aplicaciones interiores y exteriores
- Señal de salida sin deriva a largo plazo

Densidad del gas SF₆: salida del bucle de corriente



La salida del bucle de corriente tiene una resolución de 6,5 ... 20 mA. Trafag proporciona fórmulas de conversión para la densidad del gas y la presión normalizada del gas a 20°C para el SF₆ y los gases aislantes alternativos.

Sensor de densidad de gas 8775

Medición continua de la densidad con salida digital RS485/Modbus

El sensor digital tipo 8775 está diseñado específicamente para la medición de la densidad de los gases aislantes. Está destinado a integrarse en redes de sensores Modbus. Esta tecnología de sensores única y patentada permite a la industria energética realizar un análisis de tendencias y una toma de datos exhaustivos, lo que ayuda a detectar antes las posibles fugas, proporciona datos para las medidas de mantenimiento preventivo facilitando el cumplimiento de la normativa sobre gases de efecto invernadero.



Datos técnicos

Principio de medición	Sensor de cuarzo oscilante
Rango de medición	0 ... 60kg/m ³ 0 ... 1100 kPa abs. @ 20°C
Salida del sensor	Densidad del gas [kg/m ³], presión del gas [kPa abs.] @ 20°C, temperatura del gas [K], presión del gas [kPa abs.] @ variable de temperatura [K]
Precisión de medición	± 1.0 % F.S. típ.
Temperatura ambiente	-40°C ... +80°C
Tipo de protección	IP65 y IP67

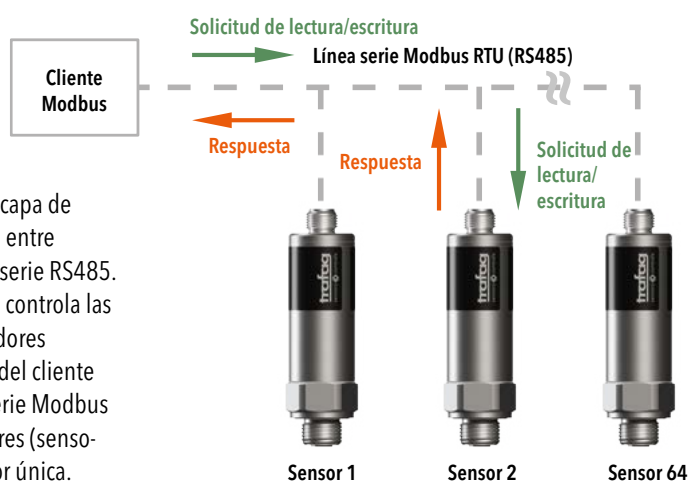
Hoja de datos www.trafag.com/H72519
Manual de instrucciones www.trafag.com/H73519

Ventajas

- Medición continua de la densidad del gas SF₆ y del gas alternativo
- Salida digital RS485/Modbus (RTU)
- Adecuado para aplicaciones interiores y exteriores
- Señal de salida sin deriva a largo plazo
- Sin mantenimiento

Ajuste de la comunicación Modbus

El protocolo Modbus, de libre acceso, es la capa de comunicación para la transmisión de datos entre dispositivos electrónicos a través de líneas serie RS485. Es un protocolo cliente/servidor. Un cliente controla las transacciones de datos con múltiples servidores (sensores) que responden a las peticiones del cliente (lectura o escritura de datos). En una red serie Modbus estándar, hay un cliente y hasta 64 servidores (sensores), cada uno con una dirección de servidor única.



Monitor híbrido de densidad de gas 878x

Control y medición de la densidad combinados con la salida del bucle de corriente

El monitor de densidad de gas híbrido combina la monitorización autoactiva con microinterruptores de alto rendimiento y la medición continua de la densidad de los gases aislantes en un solo dispositivo. Cubre las aplicaciones más exigentes y mantiene la máxima precisión en un rango de temperaturas muy amplio. El análisis de tendencias ayuda a detectar antes las posibles fugas, proporciona datos para las medidas de mantenimiento preventivo y, por tanto, facilita el cumplimiento de la normativa sobre gases de efecto invernadero. Este monitor de densidad híbrido, preciso y sin necesidad de mantenimiento, es fiable en su funcionamiento durante décadas para aplicaciones interiores y exteriores.



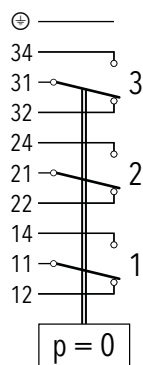
Ventajas

- Para SF₆ y variedad de gases mixtos alternativos
- Salida de conmutación exacta a todas las temperaturas
- Medición continua de la densidad del gas
- Salida de bucle de corriente
- Gran estabilidad frente a golpes y vibraciones
- Sin mantenimiento, uso en interiores y exteriores

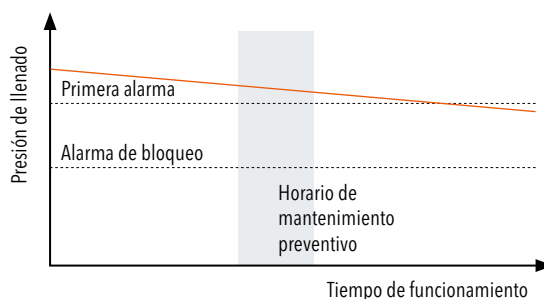
Datos técnicos

Principio de monitorización	Sistema de medición de la presión absoluta con cámara de gas de referencia sellada, totalmente compensada en temperatura por diseño
Principio de medición	Sensor de cuarzo oscilante
Rango de monitorización	0 ... 1250 kPa abs. @ 20°C
Rango de medición	0 ... 56.1 kg/m ³ 0 ... 1250 kPa abs. @ 20°C
Señal de salida	Contacto de conmutación sin potencial (SPDT)
Número de puntos de conmutación	1 ... 3 Microinterruptores
Salida del sensor	Lazo de intensidad 6.5 ... 20 mA
Precisión de conmutación @ 20°C	± 8 kPa máx
Precisión de medición	± 1.0 % FS típ.
Temperatura ambiente	-40°C ... +80°C
Tipo de protección	IP65 y IP67

Hoja de datos	www.trafag.com/H72515
Process connections	www.trafag.com/H72502
Manual de instrucciones	www.trafag.com/H73515



El control de la densidad basado en hasta tres microinterruptores aislados galvánicamente que accionan diferentes señales de alarma



La medición de la densidad se realiza a través de la salida del bucle de corriente de 2 hilos. Proporciona información de tendencia esencial de las posibles pérdidas de gas o del estado de los engranajes y permite determinar las medidas de mantenimiento preventivo.

Monitor híbrido de densidad de gas 879x

Control y medición de densidad con salida digital RS485/Modbus

El densímetro híbrido de gas combina la monitorización autónoma y la medición continua de la densidad de los gases aislantes en un solo dispositivo. La salida digital RS485/Modbus permite la parametrización de los datos de salida de densidad, presión y temperatura del gas. El análisis de tendencias ayuda a detectar antes las posibles fugas, proporciona datos para las medidas de mantenimiento preventivo y, por tanto, facilita el cumplimiento de la normativa sobre gases de efecto invernadero. Este densímetro híbrido, preciso y sin necesidad de mantenimiento, funciona de forma fiable durante décadas en aplicaciones interiores y exteriores.



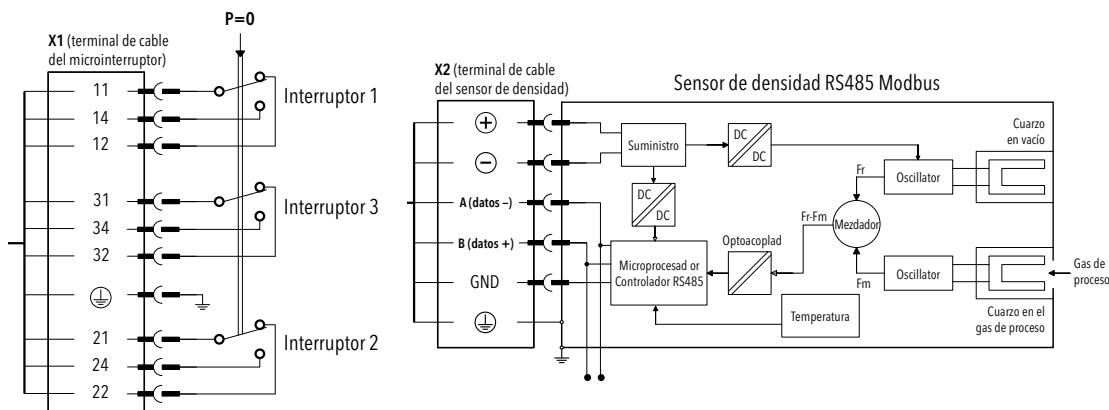
Ventajas

- Para SF₆ y variedad de gases mixtos alternativos
- Salida de conmutación exacta a todas las temperaturas
- Medición continua de la densidad del gas
- Salida digital RS 485/Modbus (RTU)
- Gran estabilidad frente a golpes y vibraciones
- Sin mantenimiento, uso en interiores y exteriores

Datos técnicos

Principio de monitorización	Sistema de medición de la presión absoluta con cámara de gas de referencia sellada, totalmente compensada en temperatura por diseño
Principio de medición	Sensor de cuarzo oscilante
Rango de monitorización	0 ... 1250 kPa abs. @ 20°C
Rango de medición	0 ... 60 kg / m ³ 0 ... 1250 kPa abs. @ 20°C
Señal de salida	Contacto de conmutación sin potencial (SPDT)
Número de puntos de conmutación	1 ... 3 Microinterruptores
Salida del sensor	Densidad del gas [kg/m ³], presión del gas [kPa abs.] @ 20°C, temperatura del gas [K], presión del gas [kPa abs.] @ variable de temperatura [K]
Precisión de conmutación @ 20°C	± 8 kPa máx..
Precisión de medición	± 1.0 % FS típ.
Temperatura ambiente	-40°C ... +80°C
Tipo de protección	IP65 y IP67

Hoja de datos www.trafag.com/H72517
 Process connections www.trafag.com/H72502
 Manual de instrucciones www.trafag.com/H73520



Los microinterruptores de control de la densidad y la señal de datos del sensor están separados por terminales de cable independientes.

Válvula de prueba y servicio integrada en los monitores de densidad de gas

Las válvulas adicionales de prueba y servicio integradas en los monitores de densidad de gas simplifican la inspección de seguridad de los contactos de conmutación y el mantenimiento durante el funcionamiento continuo, y las válvulas de llenado de gran sección permiten llenar o vaciar rápidamente el depósito de gas. Para garantizar una accesibilidad óptima, las conexiones eléctricas y de proceso se ofrecen en varias disposiciones, es decir, con ángulos de 0°, 90°, 180° y 270°.

El acceso directo al compartimento de gas es necesario para el mantenimiento y la inspección de los densímetros en apartamento de alta tensión aislada en gas. Para ello, a menudo se instalan válvulas adicionales entre el sistema y el monitor de densidad de gas. Las principales desventajas de estas válvulas independientes, aparte de los costes, son los puntos de conexión adicionales, que pueden provocar fugas, y el mayor espacio necesario.

Como la importancia del mantenimiento y las pruebas es cada vez mayor y, al mismo tiempo, los operadores de la red esperan una eficacia cada vez mayor, Trafag ofrece válvulas integradas opcionales para los actuales monitores de densidad de gas y monitores de densidad de gas híbridos: Válvulas de prueba para comprobar los puntos de conmutación de los compartimentos del densímetro, así como válvulas de servicio para tomar muestras y rellenar el gas aislante y válvulas de llenado con una gran sección para llenar o vaciar rápidamente todo el gas aislante. La válvula de prueba y la válvula de servicio o de llenado también pueden integrarse en el monitor de densidad de gas de forma combinada.



Procesos de mantenimiento sencillos, seguros y eficaces gracias a las válvulas integradas

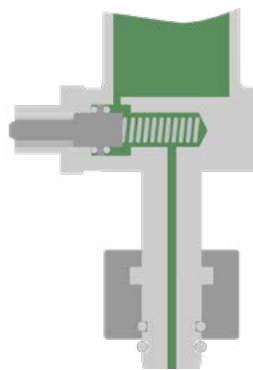
Sin una válvula de prueba, el densímetro tendría que desmontarse del sistema para comprobar los puntos de conmutación. Todo proceso de desmontaje y montaje conlleva el riesgo de que los componentes se mezclen, se conecten incorrectamente o se dañen durante el transporte al equipo de prueba. Todos estos riesgos se eliminan integrando la válvula directamente en el monitor de densidad de gas.

El diseño más compacto de las válvulas integradas no sólo ahorra espacio en la instalación y facilita el acceso, sino que la menor longitud total también reduce la distancia entre la masa del densímetro de gas y el punto de montaje. Un brazo de palanca corto hasta las masas vibratorias es especialmente importante para las operaciones de conmutación que pueden provocar fuertes vibraciones. El diseño compacto de la válvula integrada reduce la carga sobre el monitor de densidad de gas causada por las vibraciones, reduciendo así el riesgo de desgaste, daños y averías como el rebote de los contactos.

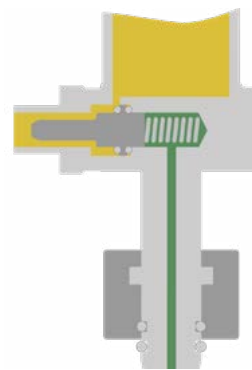
Además del gas aislante SF_6 , en las instalaciones de conmutación de alta tensión se utilizan cada vez más gases alternativos más respetuosos con el medio ambiente, ya que el uso de SF_6 en sistemas nuevos está cada vez más restringido y en los próximos años estará completamente prohibido en toda la UE. Para evitar confusiones, las tapas de las válvulas integradas en los densímetros de gas Trafag están marcadas con los colores habituales: Naranja para el SF_6 , verde para los gases aislantes alternativos C_4FN y azul para las mezclas de aire. Al igual que el propio densímetro, las válvulas también están diseñadas para un gas específico, tanto en términos de resistencia a la presión (los gases aislantes alternativos requieren una presión significativamente mayor que el SF_6 para tener propiedades aislantes equivalentes) como de los materiales de sellado utilizados. Trafag ofrece una solución segura y elegante para el funcionamiento fiable y el mantenimiento eficaz de las instalaciones de conmutación de alta tensión con la integración directa patentada de válvulas en el monitor de densidad de gas para la comprobación de los puntos de conmutación, la toma de muestras, la recarga de gas aislante y para el vaciado y llenado de los compartimentos de gas.

Válvula de prueba integrada

La válvula de prueba integrada permite comprobar los puntos de conmutación del densímetro una vez instalado. Puede conectarse un dispositivo de prueba externo a través de una conexión DN8 normalizada. Para el procedimiento de prueba, la válvula cierra la abertura a la cámara de gas y abre la conexión DN8. Una vez finalizada la prueba de los puntos de conmutación del densímetro y, en su caso, de la señal del sensor de densidad instalado en el densímetro híbrido, la válvula vuelve a la posición normal y se cierra de nuevo la línea a la conexión DN8. Ahora se puede retirar el dispositivo de prueba.



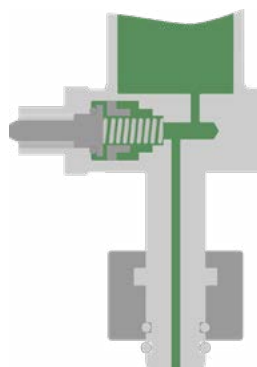
Funcionamiento normal



Modo de prueba del monitor

Válvula de mantenimiento integrada DN8 Válvula de llenado integrada DN20

La válvula de mantenimiento integrada DN8 se utiliza si es necesario tomar muestras del gas aislante para realizar tareas de mantenimiento o si es necesario rellenar el gas del compartimento. Al abrir la válvula, se establece la conexión con el compartimento mientras se mantiene la conexión con el monitor de densidad del gas. Una vez finalizados los trabajos de mantenimiento, la válvula vuelve a su estado de funcionamiento normal y los módulos externos pueden desconectarse. La válvula de llenado DN20 integrada ofrece la misma funcionalidad que la válvula de mantenimiento DN8, pero con una sección transversal de flujo mucho mayor para el llenado inicial y la sustitución de todo el gas aislante del compartimento.



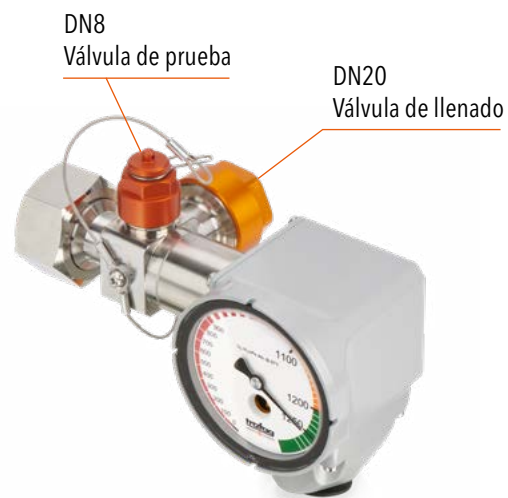
Funcionamiento normal



Prueba de gas de proceso
y modo de rellenado

Variantes combinadas de válvulas de prueba y válvulas de llenado

Además de las variantes de válvulas individuales, Trafag también ofrece la integración combinada de válvula de prueba y válvula de llenado o rellenado, ya que en la mayoría de los sistemas, además del rellenado o el llenado completo y los trabajos de mantenimiento que afectan al gas aislante del sistema, también deben comprobarse los monitores de densidad. Las válvulas combinadas integradas directamente en la conexión del monitor de densidad ahorran incluso puntos de conexión adicionales. Tanto las válvulas individuales como las combinadas pueden pedirse en distintas disposiciones para garantizar una accesibilidad óptima a las conexiones y al propio monitor de densidad, en función de la posición de instalación.





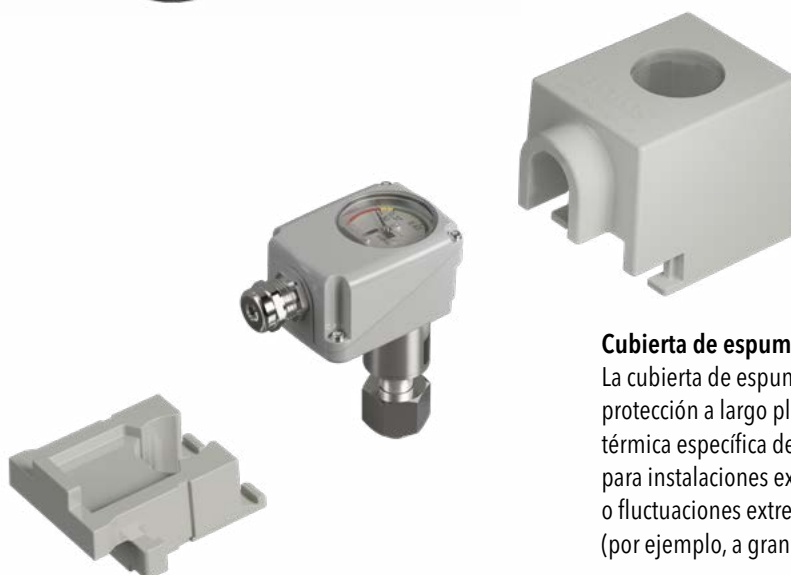
Opciones de protección

Para condiciones ambientales exigentes



Cubierta de protección contra la intemperie con anillo de aislamiento térmico separado

La cubierta de protección contra la intemperie está destinada a la protección a largo plazo de los elementos del densímetro. El anillo de aislamiento de la carcasa de la sonda aumenta la inercia térmica en climas moderadamente cambiantes. La carcasa de la sonda es la parte inferior del monitor donde se encuentran la cámara de gas de referencia y el sensor de cuarzo oscilante..



Cubierta de espuma térmica

La cubierta de espuma térmica está destinada a la protección a largo plazo del elemento y a la inercia térmica específica del densímetro. Se recomienda para instalaciones exteriores con alta radiación solar o fluctuaciones extremas de la temperatura diurna (por ejemplo, a gran altura, en el ártico o en el desierto).

Conexión del proceso de inmersión del compartimento

La inmersión en el compartimento es una instalación de conexión a presión dentro del tanque que tiene como objetivo igualar continuamente el gas de proceso y la temperatura de la sonda de monitorización. Esto permite minimizar aún más el desequilibrio de temperatura entre la cámara de referencia y el tanque de gas. Un accesorio de bayoneta con válvula de cierre integrada permite la instalación mientras el compartimento de proceso está presurizado.



Calidad suiza contrastada

Representados en todo el mundo, globalmente reconocidos

Filiales

Alemania
Austria
EE.UU.
España
Francia
Gran Bretaña
India
Italia
Japón
Polonia (Joint Venture)
República Checa
Suiza (Oficinas Centrales)

Representantes

Albania	Dinamarca	Israel	Portugal
Australia	Ecuador	Letonia	República Argentina
Bélgica	El Salvador	Macedonia	Rumanía
Bolivia	Emiratos Árabes Unidos	Malasia	Serbia
Bosnia	Eslovaquia	México	Singapur
Brasil	Estonia	Montenegro	Sudáfrica
Canadá	Filipinas	Nicaragua	Suecia
Chile	Finlandia	Noruega	Tailandia
China	Grecia	Nueva Zelanda	Taiwán
Chipre	Guatemala	Países Bajos	Turquía
Colombia	Honduras	Panamá	Ucrania
Corea	Hungría	Paraguay	Uruguay
Costa Rica	Indonesia	Paraguay	Vietnam
Croacia	Islandia	Perú	

Sujeto a modificaciones 07/2024 H70558b



Las coordenadas de los representantes se encuentran en www.trafag.com/trafag-worldwide



Descargar folleto
www.trafag.com/H70558