

# 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**

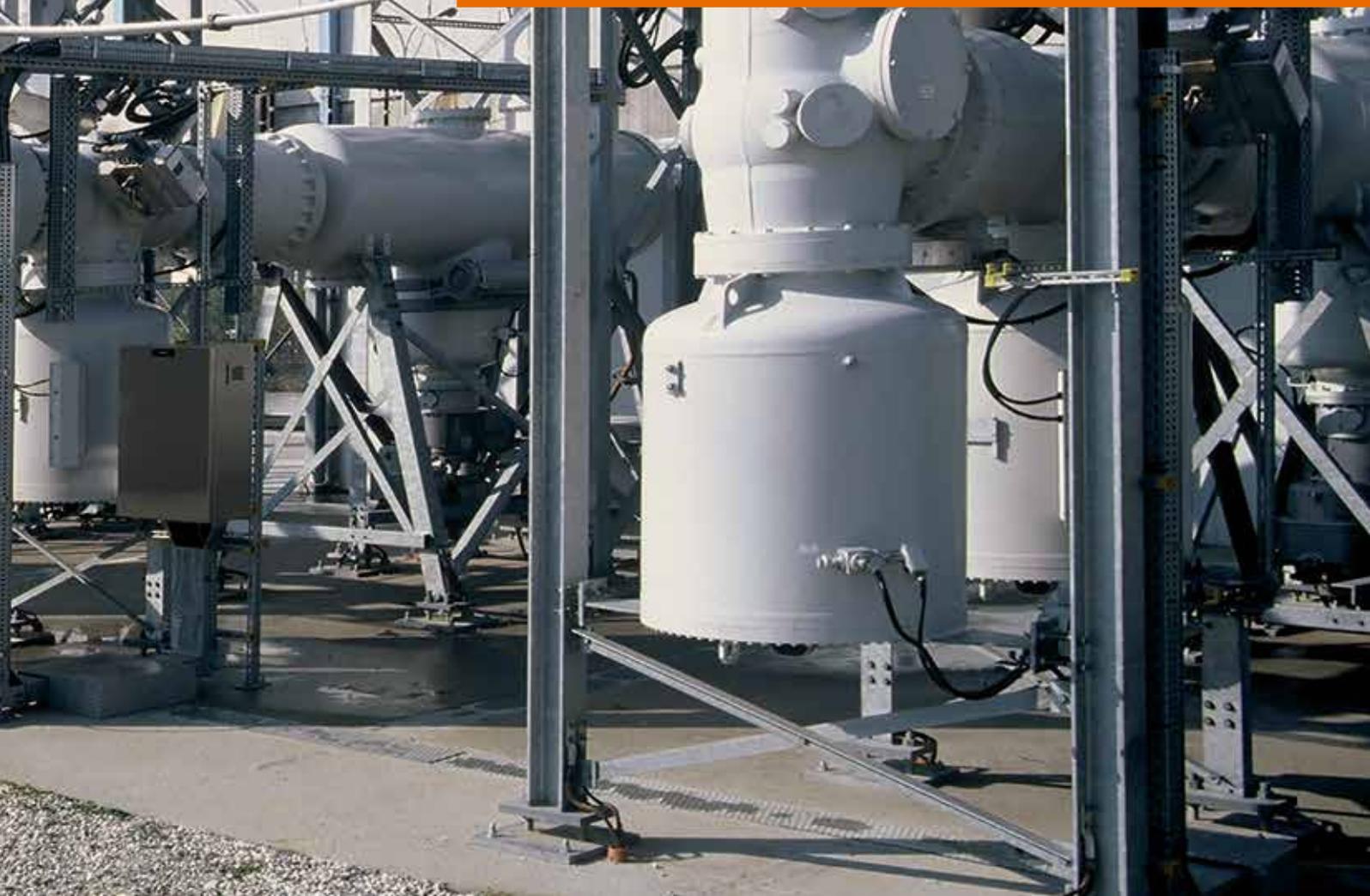
**Hyosung Heavy Industries**

**Toshiba Energy Systems**

**Iljin 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
Resumen de gama de productos	12
Principios de funcionamiento	14
Monitores de densidad de gas	20
Sensores de densidad de gas	22
Monitores de densidad de gas híbridos	24
Accesorios para condiciones exigentes	26





# 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 SF<sub>6</sub> y gases aislantes alternativos en el campo de la aparata 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.



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

# La experiencia de Trafag

## Los más altos estándares de calidad junto con un proceso de producción automatizado

### Asistencia preventiva para la aplicación y la configuración

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

### Proceso de fabricación automatizado

Un modelo de automatización bien armonizado, complementado con operaciones realizadas manualmente por personal altamente cualificado, es la base del liderazgo en calidad y rendimiento. Los densímetros y sensores de Trafag se fabrican bajo unos requisitos de precisión elevados y luego son sometidos a pruebas exhaustivas. Los dispositivos salen de la fábrica con un certificado de prueba al que los clientes pueden acceder en cualquier momento.

### Asistencia posventa

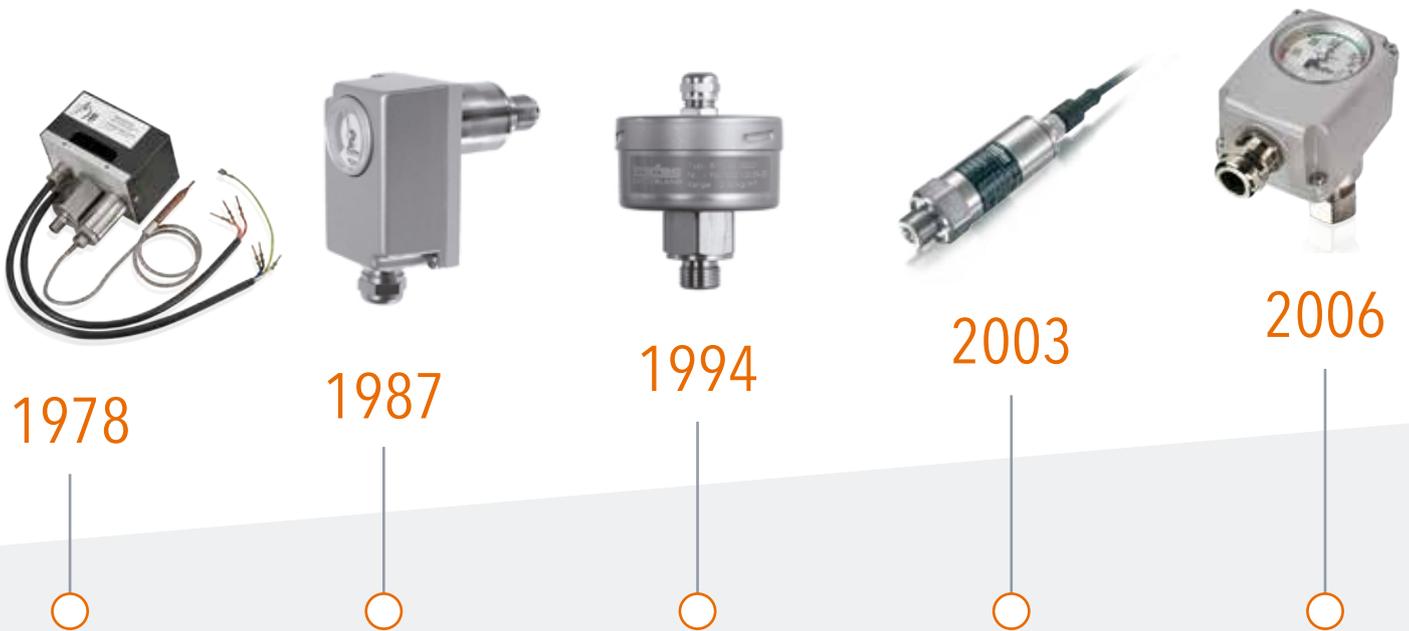
Trafag ofrece un auténtico servicio integral y asesoramiento durante todo el ciclo de vida del producto. Son muchas las relaciones comerciales que existen desde hace décadas.



# 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 SF<sub>6</sub> 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.



1978

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

1987

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.

1994

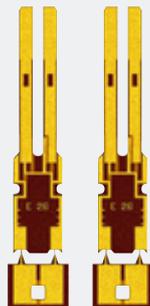
Invencción del sensor de cuarzo oscilante e introducción del primer sensor de densidad electrónico.

2003

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.

2006

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.





2008

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



2010

Introducción del monitor de densidad híbrido tipo 878x (salida de bucle de corriente) y 879x (salida RS484/Modbus) que proporciona la monitorización del punto de conmutación y la medición de densidad continua en un solo dispositivo.



2014

Introducción del monitor de densidad tipo 877 con hasta 3 microinterruptores.



2017

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



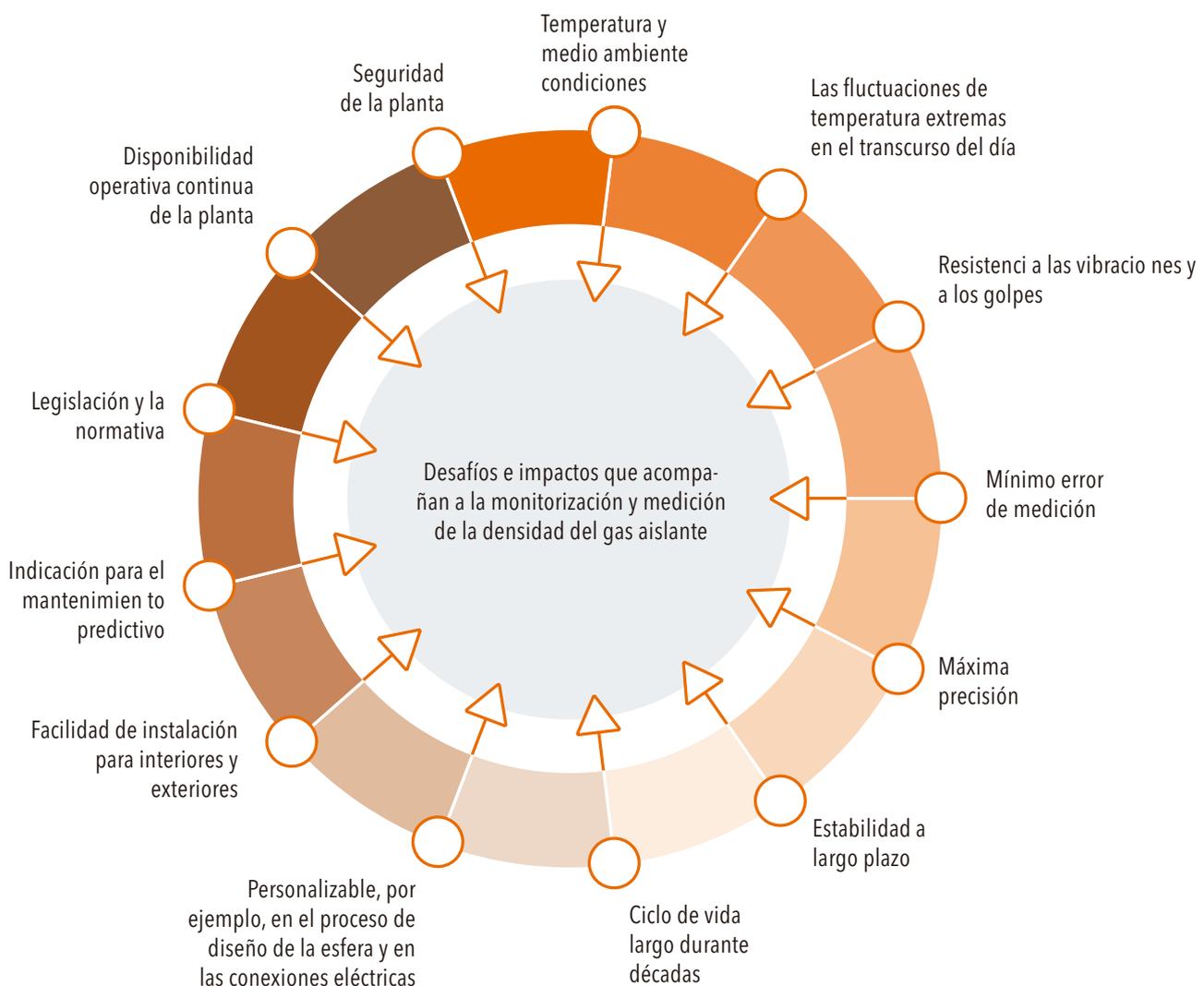
2020

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

# 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<sub>6</sub>) 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<sub>6</sub> 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<sub>6</sub> (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°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<sub>6</sub> 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)



# 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 SF<sub>6</sub> y toda la gama de gases aislantes alternativos.

### Monitores de densidad de gas

#### Control de la densidad absoluta del SF<sub>6</sub> 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 87x6 mecánico, autónomo ver página 20
- Tipo 87x8 para entornos de frío extremo ver página 21



### Sensores de densidad de gas

#### Medición electrónica absoluta del SF<sub>6</sub> y de la densidad del gas alternativo con diapasón de cuarzo patentado

El sensor de densidad de gas utiliza un diapasón 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 o PWM ver página 22
- Tipo 8775 con salida Modbus RS485 ver página 23



### Monitores híbridos de densidad de gas

#### Control mecánico combinado y medición electrónica de la densidad del gas SF<sub>6</sub> y del gas alternativo

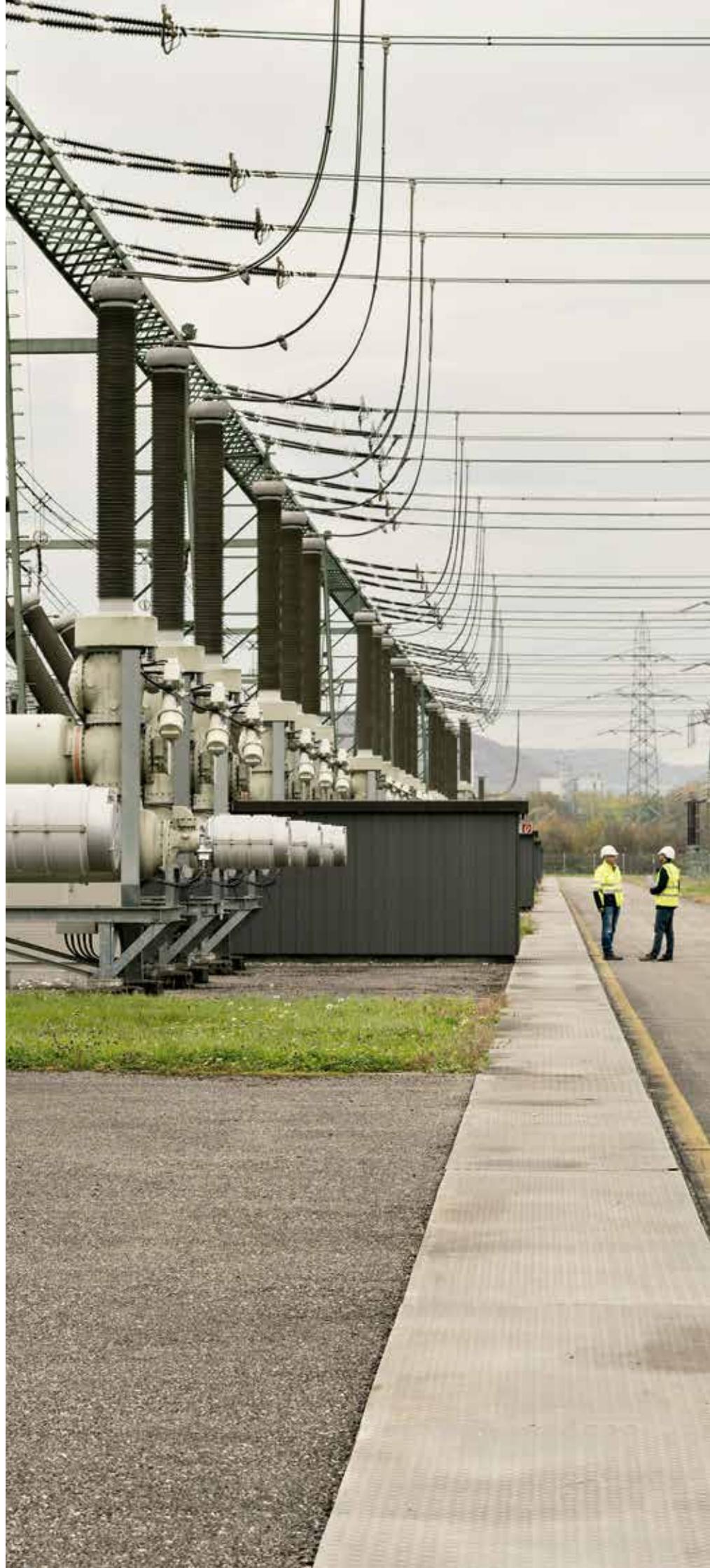
El monitor de densidad de gas híbrido combina las ventajas del monitor de densidad de gas mecánico y del sensor de densidad de gas electrónico en un aparato compacto todo en uno. Con su salida de medición continua, es ideal para los sistemas de gestión de gases aislantes, pero también cuenta con una 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 24
- Tipo 879x con salida Modbus RS485 ver página 25



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 apoyo de Swiss Grid



# Principios de funcionamiento

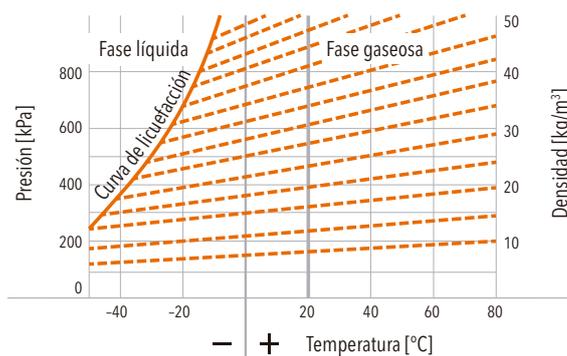
## Control de la densidad del gas con comparación del gas de referencia

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.

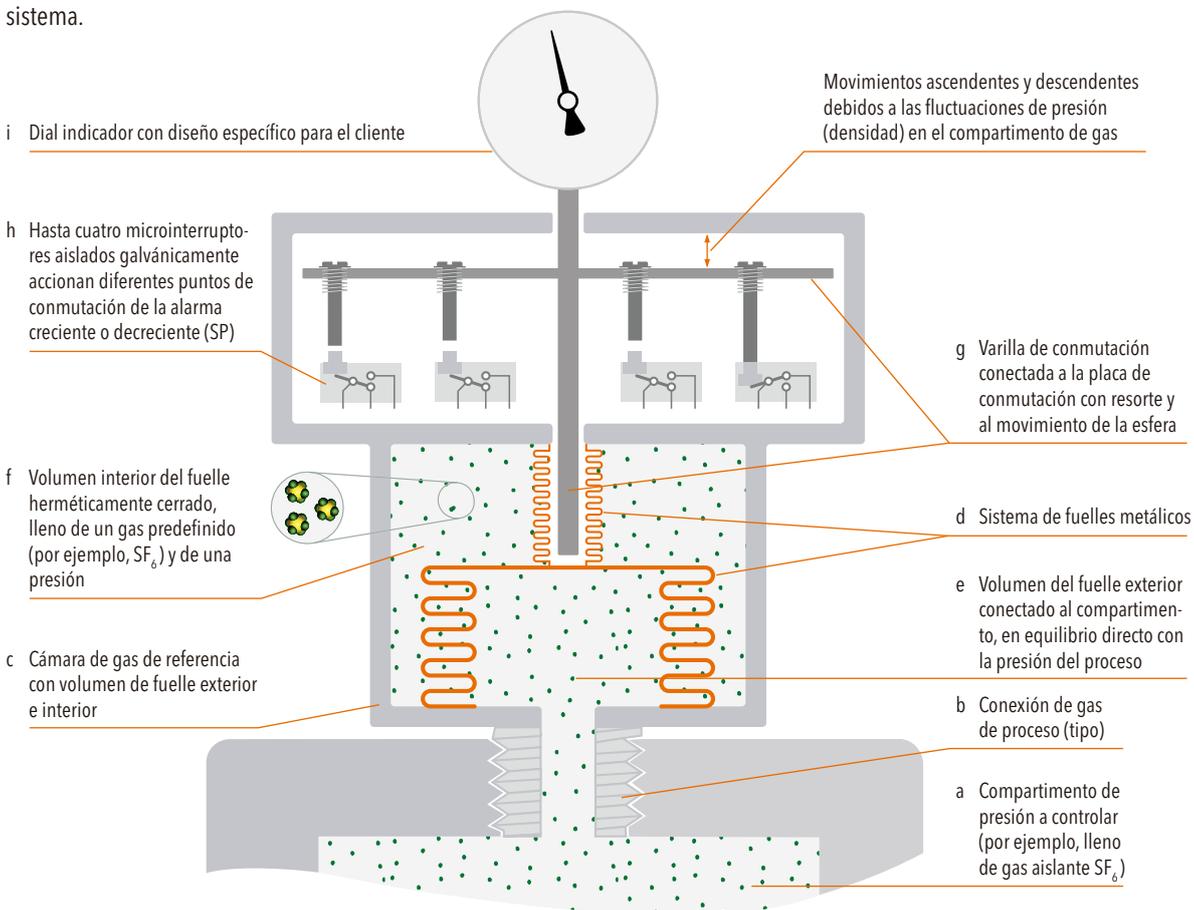
### Necesidad de un control de la densidad independiente de la temperatura

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 determinado temperatura. En un compartimento cerrado y estanco, el 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 SF<sub>6</sub>



Líneas ejemplares que representan la densidad constante del gas SF<sub>6</sub> (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 previsión 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 pre-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 SF<sub>6</sub>

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, SF<sub>6</sub>, 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 87x6y 87x8 ver página 20, 21
- Monitores de densidad de gas híbridos 878x y 879x ver página 24, 25

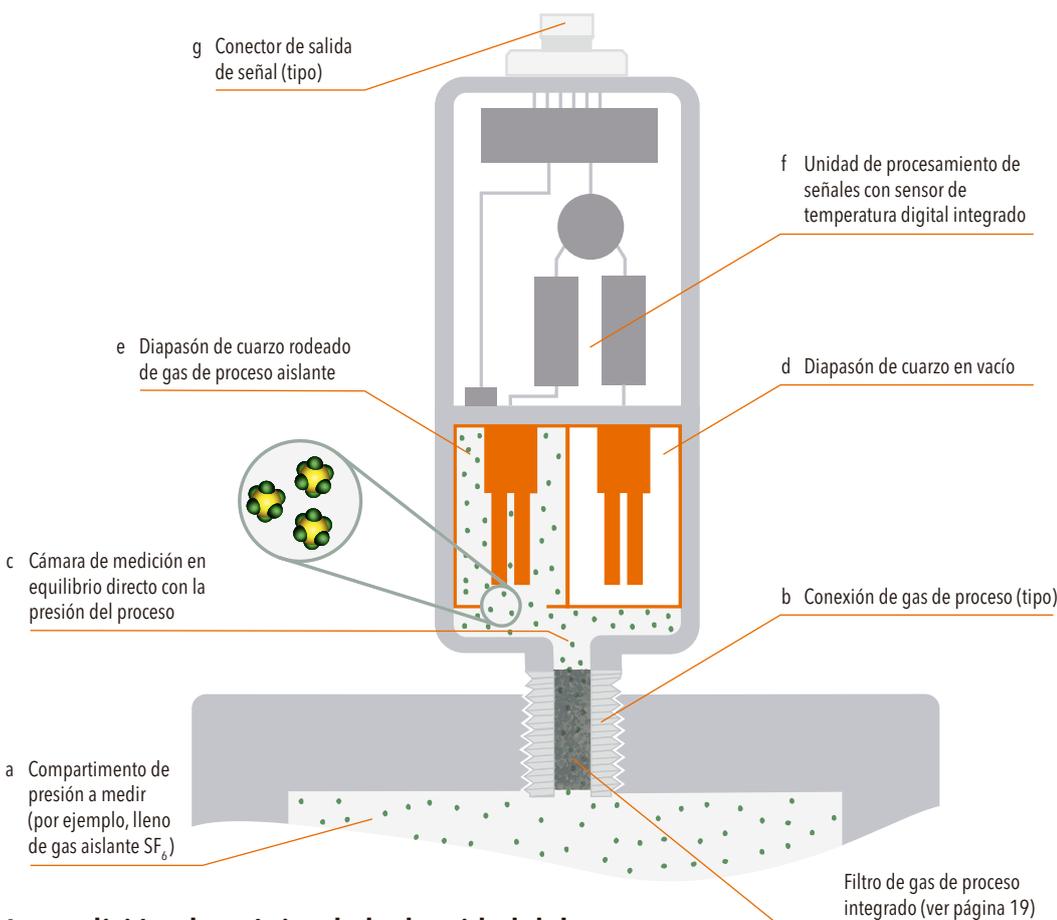
# Principios de funcionamiento

## 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 frecuencia 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 22, 23
- Monitores de densidad de gas híbridos 878x y 879x ver página 24, 25

Con el amable apoyo de TransnetBW GmbH





Con el amable apoyo de Swiss Grid

# Principios de funcionamiento

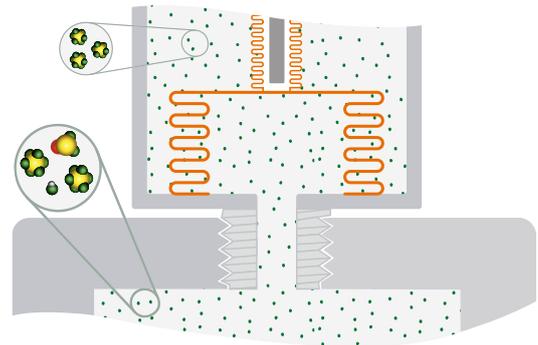
## Contramedidas contra los subproductos agresivos del SF<sub>6</sub>

El SF<sub>6</sub> es inerte durante su uso normal. Cuando se producen descargas eléctricas en los compartimentos de gas llenos de SF<sub>6</sub>, 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

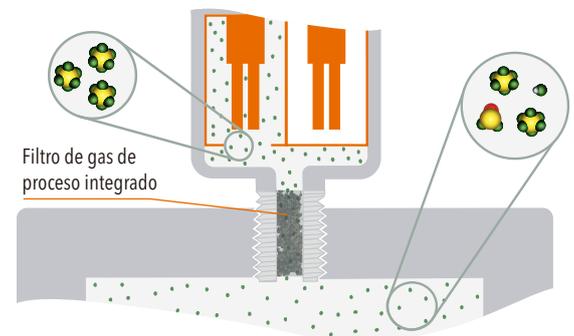
Los materiales para la conexión del gas de proceso, la cámara de gas de referencia y el sistema de fuelles se seleccionan específicamente para soportar el ácido fluorhídrico y el fluoruro de tionilo. Se utilizan aceros inoxidable de alta aleación 1.4404, 1.4435, 1.4571 (AISI316L, AISI316Ti).



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 inoxidable 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.

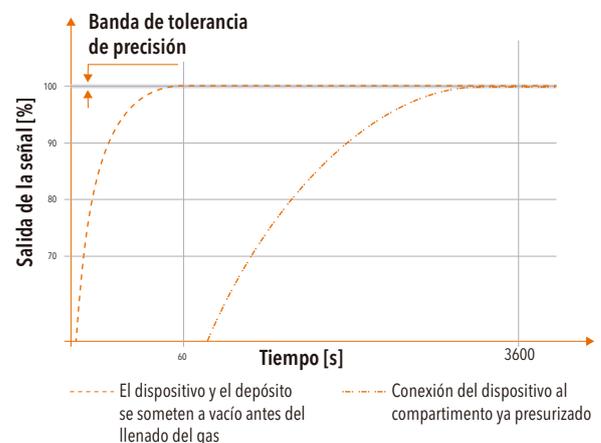


La cámara de medición y la conexión al proceso son de acero inoxidable. Un filtro de gas de proceso protege de los subproductos agresivos.

### 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

# 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

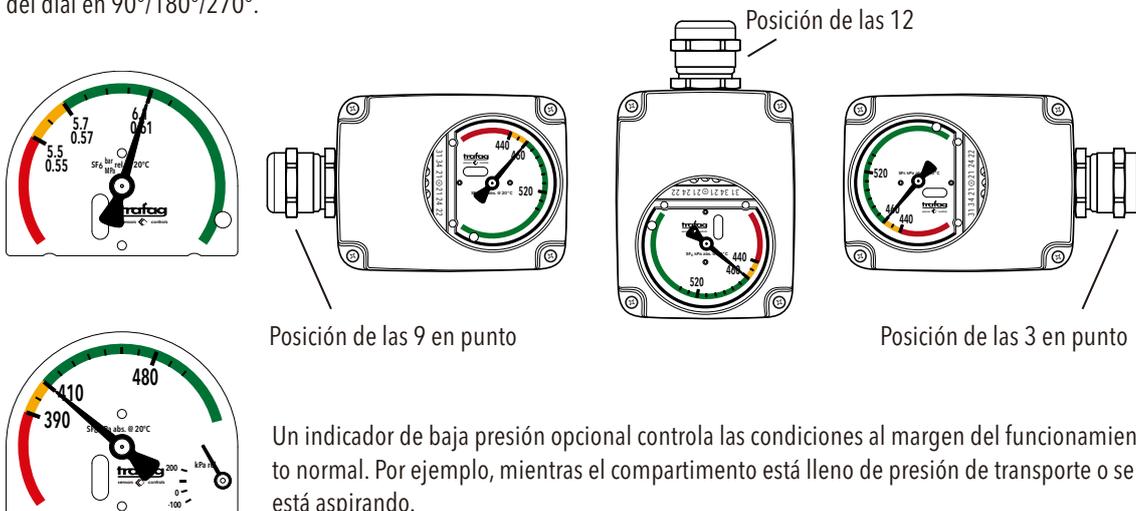
- Para SF<sub>6</sub> y variedad de gases mixtos alternativos
- Potencia de conmutación exacta a todas las temperaturas
- No hay rebote de contacto, gran estabilidad ante los golpes y las vibraciones
- Uso en interiores y exteriores
- Sin mantenimiento

### Datos técnicos

Principio de monitorización	Sistema de medición de la presión absoluta con cámara de gas de referencia sellada, totalmente compensada en temperatura por diseño.
Rango de monitorización	0 ... 1100 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](http://www.trafag.com/H72511)  
 Conexiones al proceso [www.trafag.com/H72502](http://www.trafag.com/H72502)  
 Manual de instrucciones [www.trafag.com/H73511](http://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.



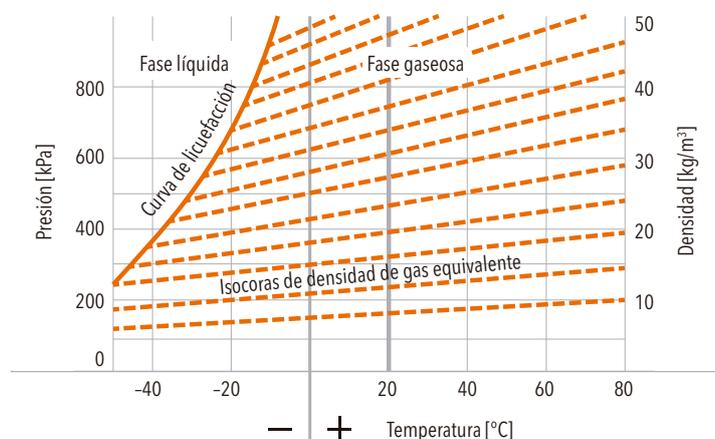
### Ventajas

- Salida de conmutación exacta para climas árticos
- Señal de conmutación en caso de licuefacción
- Para SF<sub>6</sub> 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 ... 1100 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](http://www.trafag.com/H72513)  
Conexiones al proceso [www.trafag.com/H72502](http://www.trafag.com/H72502)  
Manual de instrucciones [www.trafag.com/H73513](http://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 o de modulación de ancho de pulso

El sensor tipo 8774 está diseñado específicamente para la medición de la densidad de los gases aislantes. Esta tecnología de sensor única y patentada permite a la industria de distribución de energía realizar un análisis de tendencias y una adquisición de datos exhaustivos en compartimentos de presión con aislamiento de gas. Mide directamente y de forma continua la densidad del gas proporcionando una señal de salida analógica de corriente o digital de ancho de pulso. 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.



### Datos técnicos

Principio de medición	Sensor de cuarzo oscilante
Rango de medición	0 ... 56.1 kg/m <sup>3</sup> o 0... 60kg/m <sup>3</sup> 0 ... 1100 kPa abs. @ 20°C
Salida del sensor	6,5... 20mA bucle de corriente o digital modulación por ancho de pulso con señal de salida de densidad y temperatura
Precisión de medición	± 1.0 % F.S. típ.
Temperatura ambiente	-40°C ... +80°C
Tipo de protección	IP65 y IP67

### Ventajas

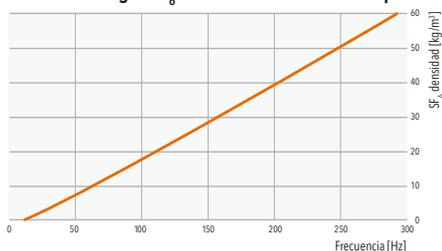
- Medición continua de la densidad del gas SF<sub>6</sub> y del gas alternativo
- Salida del bucle de corriente
- Salida opcional de modulación por ancho de pulso
- Señal de salida sin deriva a largo plazo
- Aplicaciones en exteriores sin protección adicional
- Sin mantenimiento

Hoja de datos [www.trafag.com/H72507](http://www.trafag.com/H72507)

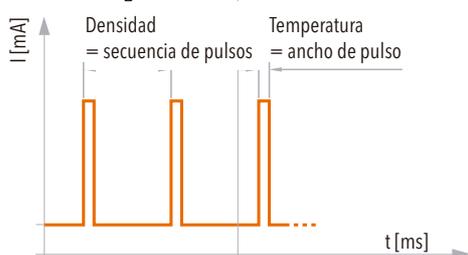
Manual de instrucciones [www.trafag.com/H73507](http://www.trafag.com/H73507)

La modulación digital de ancho de pulso presenta datos de densidad y temperatura. Trafag proporciona fórmulas de conversión para la densidad del gas, la presión normalizada del gas a 20°C para el SF<sub>6</sub> o los gases aislantes alternativos y para la conversión de la anchura del pulso a la temperatura.

Densidad del gas SF<sub>6</sub>: señal de la secuencia de pulsos



Pulsos digitales de corriente



Densidad del gas SF<sub>6</sub>: 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 SF<sub>6</sub> 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 <sup>3</sup> 0... 1100 kPa abs. @ 20°C
Salida del sensor	Densidad del gas [kg/m <sup>3</sup> ], 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

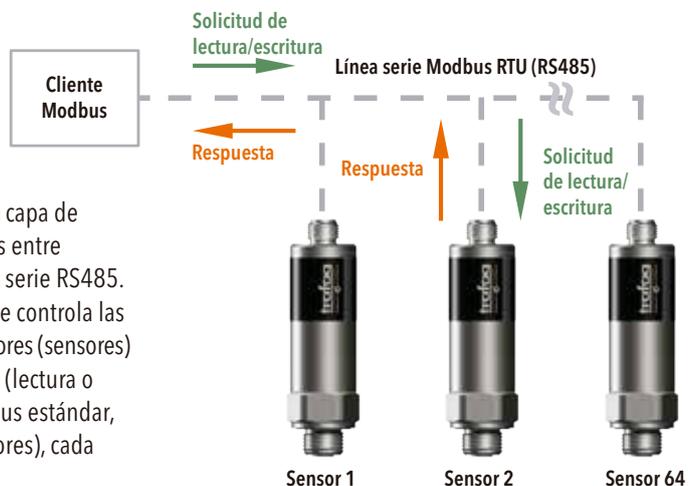
### Ventajas

- Medición continua de la densidad del gas SF<sub>6</sub> y del gas alternativo
- Salida digital RS485/Modbus (RTU)
- Señal de salida sin deriva a largo plazo
- Aplicaciones en exteriores sin protección adicional
- Sin mantenimiento

Hoja de datos [www.trafag.com/H72519](http://www.trafag.com/H72519)  
Manual de instrucciones [www.trafag.com/H73519](http://www.trafag.com/H73519)

### 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.



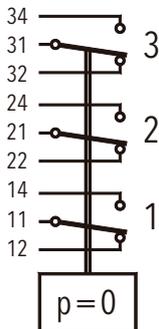
### Ventajas

- Para SF<sub>6</sub> y variedad de gases mixtos alternativos
- Salida de conmutación exacta a todas las temperaturas
- Alta estabilidad ante los golpes y las vibraciones
- Medición continua de la densidad del gas
- Salida de bucle de corriente
- Señal de salida sin deriva a largo plazo
- Uso en interiores y exteriores sin mantenimiento

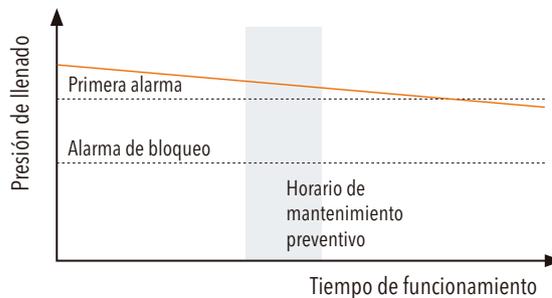
### Datos técnicos

Principio de monitorización	Sistema de medición de la presión absoluta con cámara de gas de referencia sellada, totalmente compensada en temperatura por diseño
Principio de medición	Sensor de cuarzo oscilante
Rango de monitorización	0 ... 1100 kPa abs. @ 20°C
Rango de medición	0 ... 56.1 kg/m <sup>3</sup> 0 ... 1100 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 % F.S. típ.
Temperatura ambiente	-40°C ... +80°C
Tipo de protección	IP65 y IP67

Hoja de datos [www.trafag.com/H72511](http://www.trafag.com/H72511)  
 Conexiones al proceso [www.trafag.com/H72502](http://www.trafag.com/H72502)  
 Manual de instrucciones [www.trafag.com/H73511](http://www.trafag.com/H73511)



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 SF<sub>6</sub> y variedad de gases mixtos alternativos
- Salida de conmutación exacta a todas las temperaturas
- Alta estabilidad ante golpes y vibraciones
- Medición continua de la densidad del gas
- Salida digital RS 485/Modbus (RTU)
- Señal de salida sin deriva a largo plazo
- Uso en interiores y exteriores sin mantenimiento

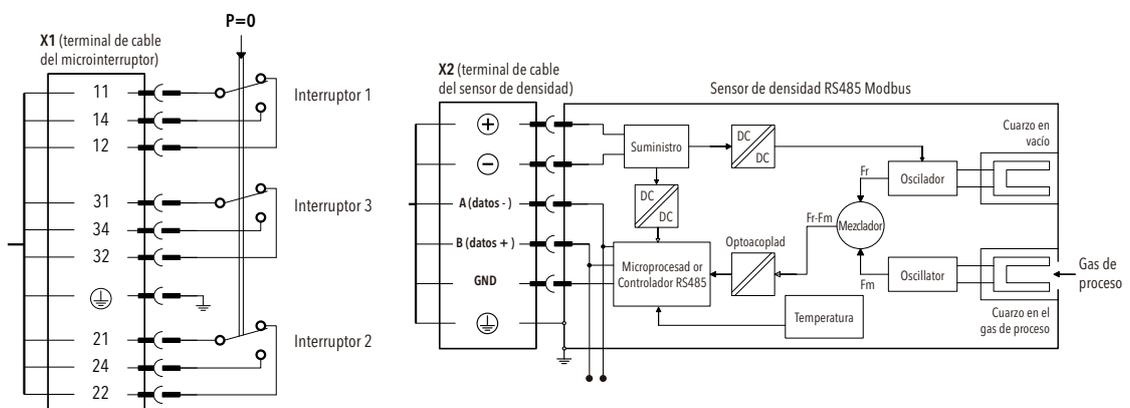
### Datos técnicos

Principio de monitorización	Sistema de medición de la presión absoluta con cámara de gas de referencia sellada, totalmente compensada en temperatura por diseño
Principio de medición	Sensor de cuarzo oscilante
Rango de monitorización	0 ... 1100 kPa abs. @ 20°C
Rango de medición	0 ... 60 kg/m <sup>3</sup> 0 ... 1100 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 <sup>3</sup> ], 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 % F.S. típ.
Temperatura ambiente	-40°C ... +80°C
Tipo de protección	IP65 y IP67

Hoja de datos [www.trafag.com/H72517](http://www.trafag.com/H72517)

Conexiones al proceso [www.trafag.com/H72502](http://www.trafag.com/H72502)

Manual de instrucciones [www.trafag.com/H73520](http://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.

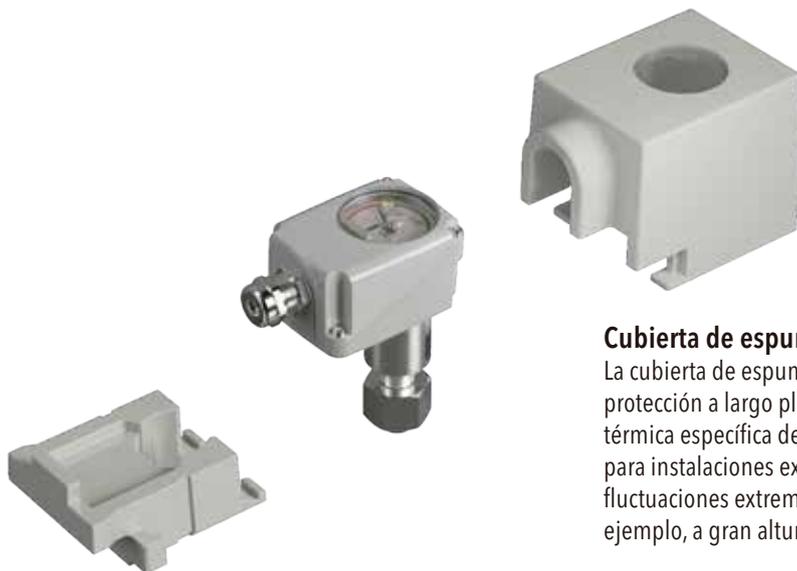
# Opciones de protección

## 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.



# Opciones de válvulas

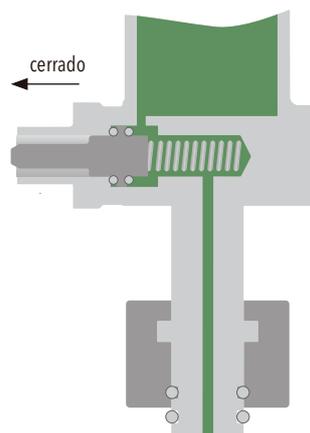
Para un manejo fácil y seguro



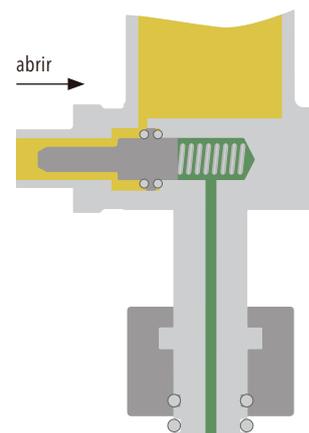
## Válvula de control de densidad integrada

La normativa sobre gases de efecto invernadero exige verificaciones periódicas de los equipos utilizados. La válvula de prueba permite comprobar in situ el punto de microintervención o el sensor sin necesidad de desmontar el monitor del compartimento de presión. El equipo de prueba se conecta a través de un puerto DN8 normalizado durante el funcionamiento normal bajo la presión nominal del sistema.

Funcionamiento normal



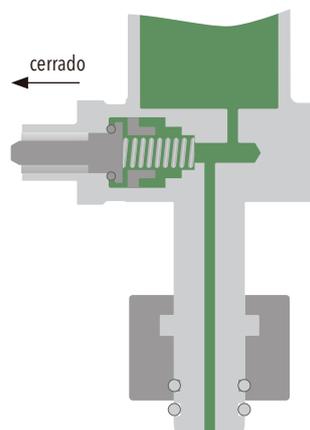
Modo de prueba de monitorización



## Válvula integrada de prueba y rellenado de gas de proceso

La válvula de prueba y rellenado ofrece dos funcionalidades esenciales. En primer lugar, proporciona la capacidad de analizar in situ la calidad del gas del compartimento de presión. Por otro lado, es una válvula de rellenado que permite la reposición directa de gas aislante del compartimento de presión. El equipo de prueba o de rellenado se conecta a través de un puerto DN8 normalizado durante el funcionamiento normal bajo la presión nominal del sistema.

Funcionamiento normal



Modo de prueba y rellenado de gas de proceso

