

O novo padrão Trafag em monitoramento de densidade de gás

A plataforma 87x9 como uma solução unificada para novas misturas de gases isolantes



O novo padrão Trafag em monitoramento de densidade de gás

A plataforma 87x9 como uma solução unificada para novas misturas de gases isolantes

Índice

Resumo executivo.....	3
Câmara de referência livre de SF ₆ para todas as misturas de gases isolantes	4
Comutação de alta precisão para segurança operacional	4
Da comutação de segurança à manutenção preditiva em uma única plataforma.....	5
Estabilidade de longo prazo do sistema de medição.....	6
Grande display de alta resolução para leitura precisa do estado operacional.....	7
Válvulas integradas para manutenção segura e sem remoção	7
Projetado para integração flexível	8
Conclusão	8
Uma plataforma unificada para conceitos de gases isolantes em evolução.....	4

Resumo executivo

Equipamentos isolados a gás estão passando por mudanças técnicas e regulatórias significativas. Novos conceitos de gases isolantes, requisitos mais rigorosos para redução de vazamentos e documentação, além do uso crescente de manutenção baseada em condição, estão aumentando as exigências sobre os sistemas de monitoramento de densidade de gás.

A plataforma Trafag 87x9 foi desenvolvida como uma base técnica unificada para essas exigências. Ela combina o comprovado princípio de monitoramento mecânico de densidade da Trafag com a medição contínua de densidade opcional em uma arquitetura de plataforma escalável.

A plataforma inclui o monitor mecânico de densidade de gás 8719, bem como variantes híbridas que combinam comutação mecânica com medição contínua de densidade. Isso permite comutação determinística para funções relacionadas à segurança e, quando necessário, sinais de densidade analógicos ou digitais para monitoramento de tendências, documentação, supervisão remota e integração de sistemas.

No núcleo da plataforma 87x9 está um sistema de medição baseado em densidade com uma câmara de referência selada. Isso permite a compensação mecânica de temperatura e garante que o comportamento de comutação reflita a real condição dielétrica do compartimento de gás, e não flutuações locais de temperatura ou efeitos transitórios de pressão. O princípio de medição permanece consistente em toda a plataforma, enquanto variantes individuais de dispositivos são selecionadas e calibradas para o tipo de gás definido, proporção da mistura, densidade nominal e faixa de pressão de operação.

O 8719 oferece comutação mecânica determinística baseada no sistema de câmara de referência selada. As variantes híbridas ampliam essa função com um caminho de medição contínua independente. Essa arquitetura de dois caminhos mantém a comutação mecânica sem compromissos, enquanto adiciona dados de densidade para análise de tendências, detecção de vazamentos, documentação regulatória, manutenção baseada em condição e futuras estratégias de manutenção preditiva.

Com até cinco pontos de comutação para monitores mecânicos, até quatro pontos de comutação para variantes híbridas, precisão de comutação de ± 10 kPa a 20 °C e uma faixa de comutação de até 250 kPa, a plataforma 87x9 permite conceitos de monitoramento precisos e diferenciados. Funções de serviço modulares para teste, amostragem, evacuação e enchimento reduzem o esforço de intervenção e o risco de vazamentos, enquanto interfaces mecânicas e elétricas flexíveis simplificam a integração em diferentes projetos de equipamentos isolados a gás.

O resultado é uma plataforma de densidade de gás tecnicamente robusta para SF₆ e misturas alternativas de gases isolantes: determinística onde a segurança exige, escalável onde são necessários dados e estável durante todo o ciclo de vida do equipamento.



Uma plataforma unificada para conceitos de gases isolantes em evolução

Os equipamentos isolados a gás estão migrando para gases isolantes alternativos que operam em densidades mais baixas, mas pressões significativamente mais altas do que o SF₆. Para atender a esses novos requisitos, a plataforma 87x9 introduz um sistema de medição de câmara de referência aprimorado, baseado nos 40 anos de experiência da Trafag e mais de 35 anos de tecnologia comprovada de câmara de referência. O princípio central permanece inalterado, pois continua a oferecer resistência incomparável à vibração, estabilidade de longo prazo e a melhor precisão de ponto de comutação em toda a faixa de temperatura.

O que mudou foi a capacidade do próprio sistema de referência. A câmara de referência avançada do 8719 foi projetada para suportar pressões absolutas de até 13 bar, permitindo comutação precisa baseada em densidade tanto para SF₆ quanto para modernas misturas alternativas de gases. Esses gases exigem pressões de operação substancialmente mais altas para alcançar desempenho de isolamento equivalente, e o novo sistema de medição foi projetado especificamente para acomodar essas condições sem comprometer a precisão ou a confiabilidade.

Cada variante do dispositivo é calibrada para seu tipo de gás pretendido, proporção da mistura, densidade nominal e comportamento termodinâmico. Isso garante que o princípio de medição permaneça consistente enquanto a variante se adapta às propriedades específicas do gás. O resultado é uma plataforma unificada que mantém a integridade técnica para SF₆ e gases alternativos, reduz a complexidade do sistema e fornece monitoramento de densidade estável e confiável mesmo com a evolução dos conceitos de isolamento.



O coração do monitor de densidade de gás 8719 é a câmara de referência avançada. Ela é projetada para pressões de até 13 bar.

Câmara de referência livre de SF₆ para todas as misturas de gases isolantes

Uma vantagem fundamental da geração 87x9 é que sua câmara de referência é sempre livre de SF₆, mesmo quando o dispositivo é utilizado em sistemas que ainda operam com SF₆. Isso simplifica o manuseio no fim da vida útil, pois a câmara de referência contém apenas gases que podem ser descartados sem procedimentos especiais. Esse é um benefício cada vez mais relevante à medida que as regulamentações para descarte de SF₆ se tornam mais rigorosas.

O próprio sistema de medição mantém o comprovado princípio da câmara de referência da geração 87x6, preservando os mesmos elementos críticos de design e processos de fabricação. Em vez de ser preenchida com o gás do sistema, a nova câmara de referência utiliza uma mistura definida de N₂/CO₂ selecionada para reproduzir o comportamento isocórico do gás isolante pretendido. Durante a calibração, os pontos de comutação e a escala do display são ajustados precisamente às propriedades da mistura de gases específica no compartimento. Isso permite que cada variante do dispositivo reflita as características termodinâmicas do gás alvo, enquanto o princípio de medição subjacente permanece inalterado.

Comutação de alta precisão para segurança operacional

A segurança operacional depende de um comportamento de comutação confiável, claramente definido e reproduzível. A geração 87x9 expande significativamente a faixa de configuração de comutação. Monitores mecânicos podem ser equipados com até cinco pontos de comutação, enquanto variantes híbridas suportam até quatro pontos de comutação.

Essa capacidade de comutação ampliada permite conceitos de monitoramento mais diferenciados, incluindo pré-alarme, alarme principal, intertravamento e funções de sobrepressão. Em comparação com gerações anteriores, isso proporciona maior flexibilidade na definição de margens do sistema e respostas de segurança.

Com precisão de comutação de ± 10 kPa a 20 °C e desempenho estável em toda a faixa de temperatura especificada, a plataforma 87x9 oferece comportamento de comutação repetível sob condições operacionais exigentes. A faixa de comutação estendida de até 250 kPa permite definir estratégias de monitoramento com maior flexibilidade e robustez.

Na operação prática, isso garante limites de alarme estáveis, reduz o risco de alarmes falsos e melhora o controle das margens operacionais. O sistema não apenas detecta limites definidos; ele mantém o comportamento de comutação necessário de forma confiável em condições reais.

Da comutação de segurança à manutenção preditiva em uma única plataforma

O monitoramento de densidade de gás expandiu-se além de sua função original como alarme discreto. Equipamentos modernos isolados a gás devem demonstrar operação estável, documentar o manuseio do gás e fornecer evidências rastreáveis de que os compartimentos de gás permanecem dentro dos limites definidos durante toda a sua vida útil. Ao mesmo tempo, as estratégias de manutenção estão migrando de intervalos fixos para abordagens baseadas em condição e preditivas, que dependem de dados confiáveis de densidade a longo prazo. Vazamentos lentos, tendências anormais de densidade e desvios do comportamento esperado devem ser detectados muito antes de atingirem os limites de alarme.

A plataforma 87x9 aborda essa questão por meio de uma arquitetura mecânica comum com profundidade de monitoramento escalável. O 8719 oferece comutação mecânica determinística baseada no sistema de câmara de referência selada. As variantes híbridas ampliam essa base com um caminho de medição adicional e independente para saída analógica ou digital. Isso permite fornecer informações contínuas de densidade sem alterar o comportamento de comutação mecânica subjacente.

O caminho de medição contínua não substitui o sistema de comutação mecânica. Ele o complementa. A comutação mecânica continua responsável pelos limites definidos relacionados à segurança, enquanto a medição contínua fornece o sinal de densidade necessário para monitoramento, diagnóstico e integração de sistemas.

Todas as variantes compartilham a mesma arquitetura mecânica central. Isso garante interfaces consistentes, comportamento funcional previsível e integração simplificada em diferentes aplicações. Assim, a profundidade de monitoramento pode ser escalada de comutação discreta para saída analógica contínua ou comunicação digital sem alterar o princípio fundamental de proteção baseado em densidade.

Essa arquitetura é particularmente relevante para OEMs e operadores que precisam suportar diferentes conceitos de gases, filosofias de monitoramento e níveis de integração de sistemas dentro de uma estrutura de plataforma coerente.



A gama completa: Monitor de densidade de gás 8719 com até cinco saídas de comutação, monitor de densidade de gás híbrido 8729 com saída analógica adicional e monitor de densidade de gás híbrido 8739 com saída digital adicional (Modbus/RS485).

Estabilidade de longo prazo do sistema de medição

A estabilidade de longo prazo é um requisito fundamental para qualquer sistema de monitoramento baseado em densidade, especialmente em equipamentos isolados a gás projetados para operação de várias décadas.

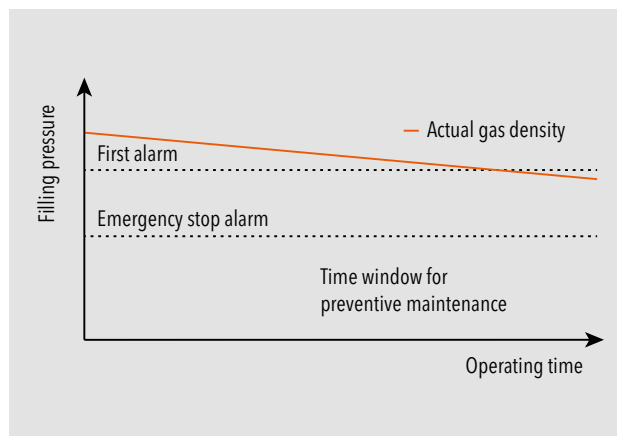
A plataforma 87x9 alcança isso por meio de uma combinação de design mecânico, seleção de materiais e arquitetura de câmara de referência selada da Trafag. A câmara de referência mantém suas condições internas durante toda a vida útil do dispositivo. Por estar isolada do meio do processo, não é exposta à contaminação do lado do processo, entrada de umidade ou efeitos de envelhecimento específicos do gás.

Isso garante que a comparação de densidade permaneça estável mesmo quando as condições do gás de processo, pressões de operação ou requisitos de aplicação mudam ao longo do tempo.

O sistema mecânico de compensação térmica é projetado para resistir à fadiga, fluência e deriva de material. Os componentes operam dentro de limites elásticos estáveis, suportando limiares de comutação estáveis ao longo de longos períodos de ciclos de temperatura e variação de pressão. A geometria do sistema de compensação é projetada para minimizar a sensibilidade a gradientes de temperatura locais, de modo que o comportamento de comutação permaneça vinculado às condições reais de densidade em vez de efeitos térmicos de curto prazo.

Nas variantes híbridas, a capacidade de monitoramento de longo prazo é ampliada por um sensor de diapasão de quartzo operando contra uma referência de vácuo. O sensor fornece um sinal de medição estável baseado em frequência com deriva mínima, oferecendo desempenho praticamente livre de deriva ao longo de décadas de operação. Dependendo da variante, esse sinal é fornecido como uma saída analógica ou como um valor digital Modbus.

Esse caminho de medição contínua é totalmente independente do mecanismo de comutação mecânico. Assim, o comportamento de comutação relacionado à segurança permanece inalterado, enquanto os dados contínuos de densidade ficam disponíveis para análise de tendências, detecção de vazamentos e manutenção baseada em condição. Ao detectar pequenas variações de densidade ao longo de longos períodos, o sensor de quartzo fornece informações complementares além da função de comutação determinística do sistema mecânico.



A medição contínua da densidade do gás revela perdas lentas de densidade muito antes que os limiares de alarme sejam atingidos, criando uma janela de tempo para manutenção preventiva.

Grande display de alta resolução para leitura precisa do estado operacional

A comutação precisa só é eficaz se o estado operacional puder ser interpretado de forma rápida e correta em campo.

Uma vantagem marcante dos monitores de densidade de gás da Trafag baseados em câmara de referência é a exibição inerentemente "ampliada" da faixa operacional. A escala apresenta a região relevante para a segurança, estendendo-se de ligeiramente abaixo do menor limiar de alarme até acima do ponto de alarme de sobrepressão, com resolução visivelmente maior. Isso facilita o reconhecimento de pequenas variações e apoia uma interpretação rápida e segura durante a comissionamento, inspeção e manutenção.



A exibição ideal para cada aplicação: exibição de faixa completa, exibição de faixa parcial, exibição de tendência sem escala.

A região de baixa pressão, que vai do vácuo até aproximadamente 4 bar e é utilizada durante o armazenamento, transporte e comissionamento inicial, permanece totalmente visível, mas aparece de forma mais compacta para não desviar a atenção da condição operacional.

Em comparação com a geração anterior 87x6, o novo visor 87x9 apresenta duas melhorias notáveis. O visor geral é maior e visualmente alinhado com o layout familiar dos manômetros tradicionais, tornando-o intuitivo para leitura em campo. Além disso, a região de baixa pressão não é mais exibida em uma escala separada com seu próprio ponteiro. Em vez disso, ela é integrada em uma única exibição de faixa completa que combina a faixa operacional, a faixa de baixa pressão e a região intermediária entre elas. Essa apresentação unificada proporciona uma visão geral mais clara de todo o espectro de densidade, preservando o foco de alta resolução na condição operacional.

Válvulas integradas para manutenção segura e sem remoção

Em sistemas isolados a gás, cada interface adicional de gás pode aumentar o risco de vazamento, a complexidade do serviço e o esforço de instalação. Válvulas externas, adaptadores de teste temporários e a remoção do dispositivo para verificação introduzem pontos de vedação adicionais e aumentam o risco de intervenção.

Com o aumento das exigências para testes funcionais e documentação dos monitores de densidade, as operações de serviço estão se tornando uma parte regular do ciclo de vida do equipamento, em vez de intervenções ocasionais.

A plataforma 87x9 resolve isso ao integrar funções de serviço diretamente no dispositivo. Dependendo da aplicação, válvulas de teste, amostragem de gás, evacuação e enchimento podem ser configuradas como parte do monitor. As opções de válvulas são modulares e podem ser configuradas ou omitidas conforme os requisitos da aplicação. Seu posicionamento é flexível, permitindo a instalação específica mesmo em situações de montagem apertadas ou complexas.



Válvulas integradas permitem testes, serviços e enchimento in situ.

A verificação rotineira pode ser realizada sem desmontar ou remover o monitor do compartimento de gás. Isso reduz os pontos de vedação, minimiza o manuseio do gás e apoia procedimentos de serviço repetíveis. O design compacto também reduz o espaço de instalação e encurta o braço de alavanca mecânico entre a massa do dispositivo e o ponto de fixação, o que é particularmente importante durante operações de comutação que geram fortes vibrações. Um braço de alavanca mais curto reduz a carga mecânica, minimizando o desgaste, prevenindo o ressalto de contato e melhorando a estabilidade funcional a longo prazo.

Ao longo da vida útil da instalação, isso melhora a eficiência da manutenção, simplifica os testes regulatórios e reduz o risco associado às intervenções de serviço.

Projetado para integração flexível

As condições de instalação em equipamentos isolados a gás são frequentemente limitadas por espaço, layout mecânico, acessibilidade e requisitos de cabeamento. A plataforma 87x9 foi projetada para se adaptar a essas restrições sem alterar o conceito de monitoramento.

Conexões de gás configuráveis e interfaces elétricas ajustáveis permitem que o dispositivo seja integrado a uma ampla variedade de configurações de sistema. Isso apoia a implementação consistente em diferentes projetos de equipamentos, reduzindo a necessidade de adaptações específicas para cada aplicação.

O uso de um invólucro de conector separado permite que o cabeamento seja preparado independentemente da instalação do dispositivo. Como o cabeamento é frequentemente uma das etapas mais demoradas durante a montagem, a pré-montagem e o teste da fiação podem melhorar os fluxos de trabalho de instalação, reduzir o esforço no local e apoiar processos de produção padronizados.

Essa flexibilidade ajuda a reduzir a variabilidade da instalação e apoia uma integração confiável mesmo em layouts compactos ou complexos.



Ótima acessibilidade para cada posição de instalação: Design modular nas versões axial (esquerda) e radial (direita), com ligações nas posições angulares 0°, 90°, 180° e 270°.



O invólucro do conector pré-montado permite cabeamento simples.

Conclusão

O monitoramento da densidade do gás tornou-se uma função estratégica em equipamentos modernos isolados a gás. Ele deve garantir a segurança operacional, permanecer estável diante da evolução dos conceitos de gases isolantes, atender aos requisitos regulatórios e, cada vez mais, fornecer os dados necessários para manutenção baseada em condição e preditiva.

A plataforma Trafag 87x9 atende a esses requisitos por meio de uma arquitetura técnica unificada. Ela combina um princípio de medição comprovado baseado em densidade, variantes de dispositivos específicas para cada gás, estabilidade de câmara de referência a longo prazo, comutação mecânica precisa, capacidade de medição híbrida, funções de serviço modulares e integração flexível.

A comutação mecânica continua a fornecer proteção determinística com alta estabilidade a longo prazo. As variantes híbridas adicionam visibilidade contínua da densidade para monitoramento de tendências, documentação, diagnósticos remotos e estratégias de manutenção futuras.

Como ambos os caminhos de medição operam de forma independente em uma única plataforma, os operadores podem manter os conceitos de segurança estabelecidos enquanto adicionam as capacidades de dados necessárias para a próxima geração de equipamentos isolados a gás.

A plataforma 87x9 é, portanto, o novo padrão técnico da Trafag para monitoramento de densidade de gás: precisa, estável, escalável e pronta para aplicações com SF₆ e gases isolantes alternativos.

Baixe o folheto do produto

Escaneie o código QR
para obter sua cópia



Principais características de desempenho da plataforma 87x9

Pontos de comutação	Até cinco para monitores mecânicos; até quatro para variantes híbridas
Precisão de comutação	± 10 kPa a 20 °C
Faixa de comutação	Até 250 kPa
Princípio de medição	Monitor: Sistema baseado em densidade com câmara de referência selada Sensor: Sistema baseado em densidade com oscilador de quartzo
Compatibilidade de gás	Calibrado para misturas definidas de SF ₆ ou gases alternativos
Medição híbrida	Caminho de medição contínua de densidade independente
Opções de saída	Sinais de densidade analógicos ou digitais, dependendo da variante
Funções de serviço	Válvulas opcionais para teste, amostragem de gás, evacuação e enchimento
Integração	Conexões de gás flexíveis, interfaces elétricas ajustáveis e válvulas de invólucro de conector separadas

Sobre nós

A Trafag, com sede na Suíça, foi fundada em 1942 e possui uma ampla rede de vendas e serviços em mais de 40 países ao redor do mundo. A Trafag desenvolve, fabrica e distribui instrumentos de medição precisos, robustos e livres de manutenção para monitoramento de SF₆ e gases isolantes alternativos em equipamentos de média e alta tensão. A Trafag garante instrumentos extremamente precisos, altamente resistentes a choques, com a maior faixa de temperatura disponível no mercado. Além disso, a Trafag possui um amplo portfólio de produtos para monitoramento de pressão e temperatura. Com a capacidade de desenvolver e fabricar todos os principais componentes internamente, a Trafag é capaz de produzir em massa, bem como pequenas séries de curta duração. O rigoroso gerenciamento de qualidade conforme a ISO 9001, instalações de produção de última geração sob condições de sala limpa e processos de produção rigorosamente monitorados garantem que os produtos Trafag atendam aos mais altos padrões de qualidade.

Entre em contato conosco:

Trafag AG
 Industriestrasse 11
 8608 Bubikon
 Suíça
 Telefone +41 44 922 32 32
trafag@trafag.com

