

A importância de detecção de gases para prevenção de danos à segurança, meio ambiente e saúde: fontes de interferência em sinais 4 a 20 Ma

José Roberto da Guimarães da Silva*
Thiago de Azevedo Rocha**
Adilson da Silva Ferreira***

Resumo

O desconhecimento do fato de que um sensor dedicado a um gás pode dar indicação de outro gás leva profissionais a terem surpresas desagradáveis e até mesmo à tomada de decisões enganosas. O exemplo mais comum é o do monóxido de carbono (CO) e o do hidrogênio (H₂), que têm o mesmo princípio eletroquímico; como também o álcool etílico, que sensibiliza um sensor de CO. Então quando um detector de CO estiver em ambiente com esses outros, dará indicação e até mesmo provocará alarme, mas os valores de leitura serão incorretos. Os fabricantes de sensores e detectores devem informar as interferências mais comuns de seus produtos. A detecção de gás é uma ciência, que merece ser conduzida com a plena aplicação do conceito da palavra prevenção (antecipar a ação; agir antes). Daí a importância da pesquisa, do entendimento, do investimento em tecnologia, do diálogo, da análise e argumentação, para a prevenção de vazamento de gás.

Palavras-chave: Gases. Prevenção de acidentes. Segurança. Meio ambiente.

Detecção de gases

A epopeia humana de suprir produtos e serviços, para um número cada vez maior de pessoas, atendendo a necessidade de energia, saúde, educação, alimentação, lazer etc., nas últimas décadas provocou uma corrida à descoberta de novas tecnologias. Dentre elas a sintetização e polimerização se destacam, possibilitando a produção de grande variedade de produtos, em quantidades que permitam o atendimento das exigências de consumo, com um menor custo ambiental. Para isso houve a ampliação do papel participativo da indústria química e petroquímica, com a descoberta e processamento de grandes volumes de substâncias químicas, como gases e vapores.

Porém, assim como o fogo, o que constrói, se fora de controle, também destrói; e nem sempre foi pacífica a convivência com gases e vapores tóxicos e inflamáveis. A experiência humana está repleta de acontecimentos indesejáveis, provenientes de vazamentos que geraram nuvens tóxicas e/ou explosivas.

É evidente que um vazamento de gás é sempre indesejável, desde o projeto de uma instalação; mas, através do uso x tempo, fatores como fadiga, pressão, vazão, corrosão, vibração, falha

operacional etc., determinam que, em algum momento, o gás, até então contido, buscará um caminho alternativo, em local inapropriado, para se expandir, podendo causar enormes tragédias, como em:

- 1974 - Flixborough, Reino Unido: explosão de uma fábrica de produtos químicos: 23 mortos, 104 feridos;
- 1978 - Manfredonia, Itália: vazamento de Amônia de uma fábrica de produtos químicos – 10 mil retirados;
- 1984 - Bhopal, Índia: vazamento de pesticida de fábrica. 2500 mortos, milhares de feridos, 200 mil retirados;
- 1988 - Mar do Norte: explosão da plataforma Piper Alfa, mais de 100 mortos;
- 1996 - Osasco, Brasil: explosão de um Shopping Center, mais de 40 mortos e 200 feridos.

Os custos relacionados ao atendimento e remoção das vítimas, bem como das indenizações, eventualmente inviabilizam a perenidade da empresa.

Tais tragédias poderiam ter sido evitadas caso as instalações dispusessem de detectores de vazamentos, capazes de alertar as mínimas variáveis de mistura atmosférica, indicativas da presença de gases e vapores que lá não deveriam estar. Em alguns desses casos a planta era dotada de detectores de gases. Então; não teriam funcionado?

Os sensores são elementos passivos, que perceberão as nuvens de gases que chegam até eles; então, dizer que um sensor cobre x m² é incorrer em erro técnico grave; ou ele está instalado no caminho da nuvem ou ele não a detectará.

Determinando cientificamente quantidade e localização de detectores

Até poucos anos atrás, a detecção de gases era aplicada de forma empírica, baseada na experiência de operadores, para determinação dos pontos e localização de sensores.

* Técnico em Eletrônica pelo IF Fluminense, Campus Macaé
** Técnico em Eletrônica pelo IF Fluminense, Campus Macaé
*** Técnico em Eletrônica pelo IF Fluminense, Campus Macaé

Experiência é experiência; não se deve contestar. Porém anos de experiência não contempla a ocorrência de fato inédito, que se somará à experiência para consideração futura.

Uma equipe multidisciplinar, de análise de risco, resultará em melhor identificação dos prováveis pontos de vazamentos, onde constarão: as válvulas, flanges, pressóstatos, manômetros etc.

Em termos ideais, para garantir que os menores vazamentos sejam percebidos, deverá ser atribuído um sensor para cada ponto de vazamento identificado. Isso torna a instalação segura, mas exige um investimento descomunal. Em contra partida, algumas empresas entregam a proteção de uma instalação valiosa, inteiramente ao fornecedor do equipamento, que, por motivos comerciais, indica, sem qualquer critério, o menor número de sensores, para, simplesmente, apresentar o menor orçamento e “fechar o negócio”. Nesse caso fica a questão: “Quem será responsabilizado, em caso de vazamento não detectado, que cause sérios danos de ordem moral e material?”

Quando se pensa em instalação de iluminação do ambiente, leva-se em consideração inicial o tipo de ocupação. A seguir o número de pessoas que ali estarão trabalhando e as necessidades, em lux, já normalizadas, para execução da tarefa objeto, o pé direito, a cor das paredes, das máquinas e equipamentos. Desse levantamento surge um projeto que indicará a quantidade de lâmpadas, a altura, distribuição e orientação, para que o ambiente esteja adequadamente iluminado com o menor consumo de energia possível, o que se consegue com o número exato de pontos de iluminação requeridos. Como complemento do projeto dimensionam-se, também, os fios, disjuntores e outros acessórios.

Um sistema de detecção de gases é, em última análise, um circuito elétrico onde, na extremidade, vai um sensor; como no de iluminação vai a lâmpada. É uma instalação digna de merecer um projeto adequado, elaborado por profissional capacitado, que leve em consideração grandezas como: densidade relativa do gás, pressão de vapor, nível de toxidez ou limite inferior de inflamabilidade (L.I.I.), ventos predominantes e não predominantes; velocidade dos ventos, obstruções que possam gerar turbilhonamento ou zonas de baixa pressão; equipamentos que interferem, substancialmente, na temperatura das massas de ar, pressão do vaso que contém o gás, probabilidade de rompimento, pressão e volume de gás que escapará etc.

Com a evolução dos computadores, que passaram a ser cada vez mais veloz e com capacidade de armazenar muitos dados, foi possível o surgimento de programas capazes de dividir, virtualmente, um ambiente em maquete eletrônica, em elementos finitos, gerando uma malha de 300 a 500 mil

pontos, e em cada pequeno bloco aplicar o cálculo de mecânica dos fluídos. Depois integra todos os resultados, determinando como o deslocamento da massa de ar transporta e dilui as nuvens de gás.

Realizando-se a superposição das hipóteses de vazamentos e respeitando os princípios de limite inflamabilidade ou toxidez e de detectabilidade, determina-se os pontos coincidentes das nuvens, que serão os locais onde serão instalados os detectores, otimizando o posicionamento de cada um, que detectará o maior número de hipóteses de vazamentos, tornando a instalação realmente segura, com o menor investimento realmente necessário.

Maquete eletrônica com simulação de vazamento em um ponto

Os resultados do estudo de dispersão podem orientar quais os detectores são mais adequados para cada caso.

Selecionando os detectores

Na hora de selecionar o detector a ser instalado, dê importância aos aspectos que realmente identificam a qualidade do produto, como:

- Estabilidade em zero: os detectores de gás operam com grandezas elétricas de intensidades muito pequenas; milivolt, ou mili ou micro ou nano ampere. Isso faz com que pequenas variações de tensão, ou induções eletromagnéticas provoquem flutuações de corrente que são enviadas ao controlador, podendo ser interpretadas como presença de gás, provocando alarmes espúrios, com prejuízos de paradas inoportunas. Um bom detector de gás deve prever que o sinal advindo do eletrodo da célula sensora deve ser prioritário, reconhecendo como inapropriados o aumento de corrente que deles não provenha. Assim mantém uma estabilidade quando inexistente, no ambiente, a presença do gás detectável.

- Tempo de resposta – T90: é o parâmetro que identifica a velocidade com que o detector percebe o gás e envia o sinal à central de controle. Bons detectores possuem certificado de performance, onde o T90 aparece identificado; peça-o ao fornecedor, pois nem sempre o que está no catálogo é o que o detector faz, e o menor tempo de resposta faz com que as pessoas saiam antes da área contaminada e/ou que medidas de controle sejam acionadas mais rapidamente.

- Repetibilidade: um detector é calibrado com um

gás padrão. Qual a garantia de que ele realizará a leitura corretamente, depois que é colocado em modo normal de operação? Um bom produto é ensaiado repetidamente, devendo apresentar desvio menor que 5%; o que significa que em cem ensaios 95 apresentarão resultado dentro dos padrões de calibração. Isso também é mencionado no certificado de performance.

Outros aspectos importantes, a serem considerados, depois dos já apresentados:

- **Linearidade:** Se ao calibrar-se um sensor com uma mistura de gás que corresponda a 25% de sua escala, e isso promover um aumento de corrente da ordem de 4 mA, é de se esperar que a leitura de 50% seja de 8 mA, a de 75% seja de 12 mA e a de 100% seja de 16 mA. Porém isso não acontece naturalmente, exigindo muito investimento em pesquisa tecnológica. Bons detectores possuem índice variável de linearidade média menor que 5%.

- **Temperatura de operação:** Pesquise os extremos de temperatura alcançadas, nos ambientes que serão monitorados, e compare com as informações dos produtos.

- **Umidade relativa:** É comum a necessidade de se detectar gases em ambiente onde a umidade relativa é alta. Os detectores de boa qualidade suportam acima de 90%.

- **Imunidade eletromagnética:** Detectores de gás são equipamentos eletrônicos que funcionam com baixa energia e, comumente, estão em operação em ambientes onde também trabalham equipamentos elétricos de alta potência, como: motores, inversores, transformadores etc. Para que o detector não apresente leitura e/ou alarme espúrio, proveniente de cargas elétricas induzidas, preciso é que seja dotado de proteção conveniente, em conformidade com as normas nacionais ou internacionais vigentes (EM 50270:1999 e interligadas).

- **Detecção de gases:** em ambiente offshore, é necessário que o detector tenha invólucro que resista a alta agressividade da salinidade, sempre presente. O aço inoxidável 316 é o material mais recomendável.

- **Certificado de conformidade:** quando na área, onde for instalado ou usado um sistema de detecção de gases, houver o risco de formação de atmosfera potencialmente explosiva, ou seja, uma área classificada, todo o conjunto ou todas as partes que o compõem devem, obrigatoriamente, ostentar um certificado de conformidade, de que foi

testado e aprovado para operar em ambiente com o risco de atmosfera potencialmente explosiva, de acordo com a legislação vigente. Tal certificação é compulsória e a comercialização de produtos sem ela constitui-se crime.

Cuidado!

Às vezes as propagandas colocam em evidência aspectos acessórios dos detectores, em detrimento dos aspectos primordiais acima descritos, que mascaram a qualidade inferior do elemento sensor, mas essas “perfumarias”, muitas vezes, acabam iludindo os responsáveis pela seleção; por exemplo: podem oferecer protocolo de comunicação especial, de “prática operacionalidade”; facilidade que é útil, apenas, a cada 3, 4 ou 6 meses, por ocasião da revisão ou calibração; nada acrescenta à eficácia de detecção. Enquanto isso a empresa sofre, com o risco das graves consequências de vazamento, com um detector de baixa performance. Os acessórios devem compor o pacote de opções, quando sua aplicação contribui para a melhoria da performance do detector, quando instalado em condições ambientais adversas.

Importante!

O objetivo de um projeto de detecção de gases é, efetivamente, proteger a instalação e as pessoas, dos graves riscos de um vazamento, e não dar a falsa ideia de segurança, pelas facilidades que propicia ao pessoal de manutenção. É mais prudente e seguro adaptar a empresa para receber o protocolo requerido por um detector de alta performance, do que optar por um detector inferior, simplesmente porque seu protocolo é compatível com algum já existente, ou porque dá a impressão de simplicidade na hora da manutenção.

Enfim, quem investe em empresas dos segmentos de química, petroquímica, petróleo, siderurgia, alumínio, alimentação etc. que apresentam o maior risco de gases, e tantos outros, o faz para receber dividendos dos bons lucros do desenvolvimento perene da atividade empresarial; não o faz para receber indenização de seguro. Portanto, deve-se ter responsabilidade para com o patrimônio, as instalações de produção, e, principalmente, para com as marcas e seu futuro posicionamento de mercado, com todos promissores dividendos, portanto não é uma decisão inteligente comprar detectores de baixa performance, pelo fato de serem mais baratos, para, simplesmente, fazer economia.

Calibração

Todo detector de gás carece de uma calibração inicial e periódica. Esse é um procedimento de manutenção, que tem por objetivo restaurar as condições ideais de detecção, do equipamento quando novo.

Em geral se faz a calibração em dois pontos da escala de amplitude de leitura, sendo a primeira em zero, que significa estabelecer que a energia elétrica reinante na célula, naquele momento corresponde à inexistência do gás de referência, na atmosfera. O segundo ponto é determinar como referência, para comparação, uma corrente proveniente de uma concentração de gás conhecida, aplicando-se uma mistura de gás padrão calibração, certificada. Quando ocorre um vazamento, a nuvem se apresenta ao detector, provocando uma instabilidade de energia, cujo valor será comparado ao de referência e realizado um rápido cálculo, para informação do valor da concentração da nuvem oriunda do vazamento.

Como as grandezas elétricas presentes nas células são ínfimas, variantes como temperaturas extremas, umidade relativa e pressão podem alterar os valores de calibração, conduzindo a erros de leitura, em caso de vazamento. Além disso, a oxidação e ocorrências de saturação também contribuem para que o detector se “descale”. Isso, aliado ao desgaste natural dos eletrodos, determina que detectores devem ser submetidos ao procedimento de calibração, periodicamente, ou sempre que detectar um grande vazamento de gás, ou houver dúvida de seu estado normal de funcionamento, até que não mais aceite esse procedimento e deva ser substituída a célula sensora.

Grandezas elétricas com que trabalham algumas células sensoras

Oxigênio – O₂ 0,42 mA
Inflamável 70 mA
CO 0,07 µA/ppm
H₂S 1,45 µA/ppm

Os detectores portáteis

Quando nos referimos a sistemas de detecção, a imagem mais comum que se faz é a de um ambiente grande, onde sensores estão ligados a cabos especiais, que conduzem alimentação e sinais, interligados a um painel controlador, que por sua vez está conectado a uma fonte de energia e alarmes estrategicamente distribuídos. Mas tudo isso pode estar miniaturizado e presente em um

invólucro de pequenas dimensões, constituindo-se os tão conhecidos e usados equipamentos portáteis, que devem obedecer aos mais rigorosos critérios e normas de fabricação e uso, pois sua característica de fácil portabilidade torna-o mais vulnerável às alterações ambientais, a acidentes, a exposição a campos eletromagnéticos etc. Além disso, os portáteis são utilizados para liberação de trabalho, em ambientes com risco potencial. É com base em sua leitura que se autoriza a entrada em espaços confinados, solda em áreas classificadas etc. É sabido que muitos usuários firmam Permissões de Trabalho (PT's), com base em informações erradas, de equipamento descalibrado; ou imprópria, por não as interpretar corretamente.

Erros interpretativos mais comuns

Os detectores de gás, como o nome diz, se destinam a detectar, apresentar a presença de gases, na atmosfera; não são analisadores. Isso significa que um detector não identifica que gás está contaminando o ambiente. São dotados de sensores dedicados a cada tipo ou família de gás, e essa incompreensão tem levado a erros de graves consequências, principalmente entre usuários de detectores portáteis.

Em primeiro lugar é necessário, de forma preventiva, conhecer todos os contaminantes, que poderão estar presentes no ambiente; suas características (se tóxico, inflamável, asfixiante; sua densidade, Limite Inferior de Inflamabilidade (L.I.I.), ponto de fulgor, temperatura de autoignição etc.), e riscos; seja pela consulta literária e/ou análise laboratorial.

Tem-se que saber em qual grandeza o detector trabalha, para cada gás. Comumente são utilizadas:

percentagem de volume (v/v), para teor de oxigênio; percentagem do Limite Inferior de Inflamabilidade (L.I.I.), para gases inflamáveis, também conhecido como Limite Inferior de Explosividade (L.I.E.) ou L.E.L. da expressão em inglês “Low Exposure Limit”.

Por sua vez, os gases tóxicos são detectados em partes por milhão (ppm), ou partes por bilhão (ppb). Um por cento em v/v corresponde a dez mil ppm, o que é muita quantidade, na atmosfera, de qualquer gás tóxico, sem que o teor de O₂ seja considerado deficiente para a presença humana. Isso deixa implícito que um detector de oxigênio é totalmente ineficaz em atmosferas sujeitas a baixas concentrações de gases tóxicos, mas é eficiente para a segurança em locais sujeitos à contaminação de gases simplesmente asfixiantes; e o erro mais comum, entre usuários de detectores portáteis é

tentar proteger alguém em local confinado sujeito a gás tóxico, com detector de O₂, mais conhecidos como oxímetro.

Entre esses usos inadequados, um dos mais corriqueiros é o uso do oxímetro em limpeza de caixas-d'água, com o risco de desprendimento de gás cloro (CL₂). A concentração imediatamente perigosa à vida e à saúde, do CL₂, é 20 ppm = 0,002% v/v, enquanto a menor variação de um oxímetro digital é 0,1% v/v, que corresponde a 1.000 ppm; o que nos conduz a ilação de que todos os presentes em um ambiente com tal concentração morrem, apesar do nível de oxigênio estar totalmente normal. Esse raciocínio deve ser levado em conta sempre, quando não tivermos um detector, dedicado ao gás que temos no ambiente, e precisamos submeter pessoas a ele. A única segurança se dará com o uso de roupa especial e respirador com adução de ar.

Outro erro comum se dá no uso de detectores portáteis para gases inflamáveis, conhecidos como explosímetros. E não é apenas um, mas são vários os erros, que podem ocorrer separadamente ou em conjunto, sendo os mais comuns:

Usar o explosímetro como medidor de volume: Um detector de explosividade tem sua escala variando de 0 a 100% do L.I.I., com calibração em um determinado gás inflamável, mais comumente o metano (CH₄), que tem seu L.I.I. igual a 5% v/v. Então quando um equipamento desses mostra, no visor, 50%, significa que há, na atmosfera, 2,5% de CH₄ v/v. A prática de aproximar o detector da fonte de contaminação, para “ver o quanto tem de gás” é inadequada, pois ao chegar ao 100% significa que só falta a centelha, para que a atmosfera entre em ignição e ocorra uma explosão, enquanto que 100% v/v de inflamável significa 0% de O₂, condição impossível de haver explosão, mas asfixiante. Numa condição dessas o detector, geralmente, perde a calibração, e pode ocorrer, também, a queima instantânea do sensor, como se queima uma lâmpada incandescente.

Não perceber a indicação de falso zero: Esse é um erro mais comum no uso de detector de explosividade com mostrador analógico, mas os digitais não estão livres dele. Um sensor catalítico, para gases inflamáveis, é composto por uma câmara, que no interior possui uma resistência aquecida, entre 450oC e 500oC, recoberta por um elemento catalisador. Quando gases ou vapores inflamáveis adentram essa câmara, passando pela janela sinterizada, é processada a queima, que causa um desequilíbrio elétrico num sistema denominado Ponte de Wheatstone, que é medido e analisado pelo programa do detector e apresentado no visor. Isso significa que para um

sensor de inflamáveis poder cumprir sua função é necessário que haja, na mistura, que na câmara penetra, ao menos 10% v/v de O₂; caso contrário o sensor não realiza a queima, dando como ausência de inflamável. Isso ocorre, comumente em vasos que contiveram inflamáveis, sofreram processo de limpeza, normalmente a vapor, e aguardam o início dos reparos; geralmente solda. Quando do início dos trabalhos, um técnico realiza a medição, o instrumento indica zero e é autorizado o trabalho. A atividade promove a oxigenação do ambiente e quando da aplicação do calor, ocorre a explosão. Para evitar essa ocorrência, tão comum, é indicado que se use um instrumento que detecte, simultaneamente, inflamáveis e oxigênio. Se o sensor de inflamáveis indica zero e o de O₂ baixo nível, é preciso ventilar o local para, novamente, realizar a medição. Alguns instrumentos criam uma dependência entre os sensores e quando há menos que 10% v/v de O₂ ele exhibe, na tela, a mensagem: “Baixo O₂ - leitura de inflamável incorreta”.

Usar o detector de inflamáveis para medir um gás inflamável diferente do gás com que foi calibrado, sem realizar o cálculo de correlação, para interpretar o valor informado no visor: Cada inflamável possui um L.I.I. Então, quando se calibra um instrumento com um determinado gás, a leitura, no visor, é direta para aquele gás. Ao se efetuar uma medição, de outro gás, deve-se ter a informação do L.I.I. dele e após a leitura efetuar o cálculo, para corrigir o valor. Por exemplo: a maioria dos detectores é calibrada com gás Metano - CH₄, que tem o L.I.I. = 5% v/v.

Se for preciso medir n-Hexano, que tem L.I.I. = 1,2% v/v, é preciso dividir 5 por 1,2 e multiplicar pelo valor que o detector apresenta no visor. Então se a leitura for 10% o valor corrigido será 41,6% do L.I.I. do n-Hexano; situação de maior perigo do que a demonstrada no visor. Se o visor apresentar a leitura de 25%, o valor corrigido será 104,1; indicando que a concentração encontra-se superior ao L.I.I. do n-Hexano, dentro da faixa de explosividade, faltando, apenas, uma pequena fonte de calor, para que ocorra uma explosão.

Distribuidores responsáveis costumam entregar, junto com os aparelhos vendidos, tabelas das curvas de correlação. Alguns equipamentos, de moderna geração, trazem, em seu programa, a possibilidade de selecionar alguns inflamáveis mais comuns, para leitura direta.

Referências

DETECTORES. Disponível em: <<http://www.confor.com.br/detectores.htm>>. Acesso em: dez. 2010.

DRAEGER. Disponível em: <http://www.draeger.com/BR/pt/customer_groups/marine_services/gas_detection/index.jsp?cid=global&hash=0>. Acesso em: dez, 2010.

GASES. Wikipédia. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page_Gases>. Acesso em: dez. 2010.

GASES. Disponível em: <http://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&q=gases&aq=f&aqi=g10&aql=&oq=&gs_rfai=>>. Acesso em: dez. 2010.