

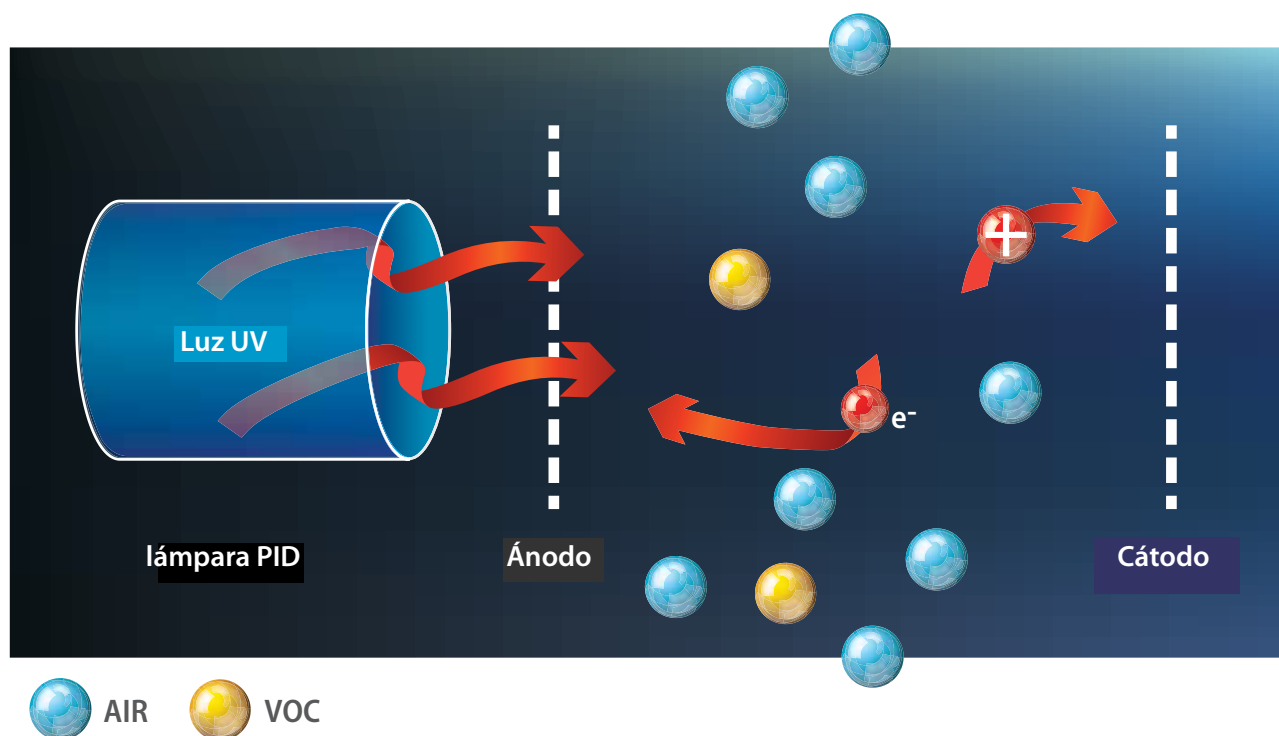
Detectores de fotoionización (PIDs)

Teoría, usos y aplicaciones

Funcionamiento y tecnología de la fotoionización

Los PIDs pueden detectar y monitorear de manera efectiva una gran cantidad de sustancias peligrosas, gracias a lo cual proporcionan el nivel máximo de beneficios y seguridad a los usuarios. Pese a que existen muchos métodos de detección de gases peligrosos, los detectores de fotoionización ofrecen una combinación inigualable de velocidad de respuesta, fácil uso y mantenimiento, tamaño reducido y capacidad de detección de sustancias a bajas concentraciones –incluyendo la mayoría de los compuestos orgánicos volátiles (COV).

La detección que realizan los PIDs descansa en el fenómeno de ionización. Cuando una muestra de gas absorbe energía de una lámpara PID, el gas se estimula y su contenido molecular se altera. El compuesto pierde un electrón (e^-) y se convierte en un ion con carga positiva. Una vez que ocurre este proceso, se dice que la sustancia está ionizada. A continuación vemos una ilustración de la fotoionización.



La mayoría de las sustancias pueden ser ionizadas, algunas más fácilmente que otras. La capacidad de una sustancia de ionizarse se mide a través del potencial de ionización (PI), utilizando una escala de energía en electronvoltios (eV). Por lo general, esta escala va de un valor de 7 a aproximadamente 16. Las sustancias con un valor de PI de 7 eV son muy fáciles de ionizar, mientras que las sustancias con un valor entre 12 y 16 eV son extremadamente difíciles de ionizar. Los valores de PI de algunas sustancias comunes son:

Sustancia	PI
BENCENO	9.25
HEXANO	10.13
TOLUENO	8.82
ESTIRENO	8.47
METILETILCETONA (MEK)	9.51
XILENO	8.56
FOSFANO	9.87

Cuando los gases que se monitorean se ionizan con un instrumento PID, se produce una corriente y se muestra la concentración del compuesto en unidades de partes por millón (ppm). Los PIDs utilizan una lámpara de luz ultravioleta (UV) para ionizar el compuesto que se quiere monitorear. La lámpara –por lo general del tamaño de un foco de linterna estándar– emite suficiente energía ultravioleta para ionizar el compuesto. Una lámpara de 10.6 eV radia suficiente energía para ionizar cualquier compuesto con un PI de menos de 10.6 eV, incluyendo todos los compuestos que se pueden ionizar con una lámpara de 9.8 eV. Aunque hay algunos compuestos que requieren una lámpara de 11.7 eV, las lámparas disponibles con esa energía son inestables, lo cual resulta en una vida útil muy corta. Debido a ello, muchos clientes buscan métodos alternativos de detección para estos compuestos.



- Alcohol propílico 10.22 eV
- Fosfina 9.87 eV
- Cloruro de vinilo 9.99 eV
- Tolueno 8.82 eV
- Benceno 9.25 eV
- Estireno 8.47 eV
- Acetato de vinilo 9.19 eV

TIPOS DE SUSTANCIA QUE LOS PIDS PUEDEN DETECTAR

Los PIDs miden compuestos orgánicos como benceno, tolueno y xileno, y también algunos inorgánicos, como amoníaco y ácido sulfhídrico. Como regla general, se puede utilizar un PID si los compuestos medidos o detectados contienen un átomo de carbono (C). Sin embargo, hay excepciones, como el metano (CH₄) y el monóxido de carbono (CO), que no pueden ser detectados con un PID. A continuación se enlistan algunas sustancias comunes que puede detectar y monitorear un PID:

- Benceno
- Tolueno
- Cloruro de vinilo
- Hexano
- Isobutileno
- Combustible para motores jet
- Estireno
- Alcohol alílico
- Mercaptanos
- Tricloroetileno
- Percloroetileno
- Óxido de propileno
- Fosfina

SUSTANCIAS QUE LOS PIDS NO PUEDEN DETECTAR

Los PIDs no pueden utilizarse para detectar las siguientes sustancias comunes:

- Oxígeno
- Nitrógeno
- Dióxido de carbono
- Dióxido de azufre
- Monóxido de carbono
- Metano
- Fluoruro de hidrógeno
- Cloruro de hidrógeno
- Flúor
- Hexafluoruro de azufre
- Ozono

FACTORES DE RESPUESTA

El mejor método para calibrar un PID para diferentes compuestos es mediante el uso de un estándar del gas de interés. Sin embargo, no siempre es práctico, pues requiere que se almacene y mantenga disponible una colección de gases que pueden ser peligrosos. Con el fin de resolver este problema, se utilizan factores de respuesta. Un factor de respuesta es una medida de la sensibilidad que tiene un PID ante un gas específico. Mediante los factores de respuesta, los usuarios pueden llevar a cabo la medición de una gran cantidad de compuestos con tan solo un gas de calibración: isobutileno. Es común usar isobutileno debido a que su punto de ionización está cerca de ser el punto medio de los PIs de la mayoría de los COV, además de que no es inflamable ni tóxico a las bajas concentraciones que se requieren para calibrar. Para obtener el valor correcto del compuesto de interés, los usuarios simplemente deben multiplicar la lectura proporcionada por el instrumento (calibrado para isobutileno) por el factor de respuesta pertinente.

Contamos con manuales de uso para la lista de factores de respuesta de la mayoría de los PIDs. Algunos PIDs cuentan con un software en donde están programados los factores de respuesta de algunos gases comunes.

Esto permite que todos los cálculos de factores de respuesta se realicen de manera automática. Si se sabe qué compuesto se quiere monitorear, el instrumento puede configurarse de manera que proporcione una lectura directa del compuesto deseado.

VALOR LÍMITE UMBRAL (TLV) Y LÍMITE DE EXPOSICIÓN PERMITIBLE (PEL)

Los valores de alarma alta y baja están establecidos, por lo general, para isobutileno. Si los usuarios requieren monitorear un gas distinto, pueden determinar los TLVs para el gas de interés y modificar el nivel de alarma del instrumento según sea conveniente. Los manuales del instrumento deben contener la información necesaria para asegurar que se sigan las instrucciones de manera correcta. Los valores químicos límite se pueden encontrar revisando las normas ACGIH, NIOSH y OSHA, o bien, las regulaciones locales.

INDICADOR VS. ANALIZADOR

Un concepto equivocado común sobre los PIDs es que son analizadores. Muchas personas esperan que un PID les proporcione una medida exacta del vapor presente en el sitio de un derrame, pero ese no es el caso. Los PIDs son herramientas extremadamente sensibles y efectivas, pero no son analizadores y no pueden determinar, por ejemplo, si un líquido derramado es benceno o combustible para motores jet. Un PID puede detectar si una cierta sustancia está presente en un lugar y alertarte sobre situaciones potencialmente peligrosas, pero se necesitan tomar acciones adicionales para identificar de manera adecuada la composición exacta de la sustancia y en qué cantidad está presente. A continuación se proporciona una lista de un procedimiento típico para identificar la concentración de una sustancia en el sitio de un derrame:

1. Configura el PID para isobutileno.
2. Detecta y registra una lectura.
3. Identifica, mediante una hoja o ficha de seguridad (MSDS), la sustancia específica.

Si la hoja de seguridad o MSDS indica que la sustancia es cloruro de vinilo, establece el factor de respuesta del PID para cloruro de vinilo. De esta manera podrás obtener una lectura directa de cualquier nivel presente de esta sustancia.

APLICACIONES DE LOS PIDS EN HIGIENE INDUSTRIAL

Debido a su capacidad de detectar múltiples gases potencialmente riesgosos a concentraciones pequeñas, los PIDs son ideales para usarse como herramientas de revisión. Pese a que los PIDs no identifican qué compuestos específicos están presentes, son muy utilizados para identificar tipos de compuestos y sus fuentes. Los ataques químicos potenciales pueden utilizar compuestos industriales; las personas que proporcionan la primera respuesta ante emergencias pueden utilizar los PIDs para determinar de manera confiable si existe un compuesto químico en una escena y, de estar presente, medir su concentración utilizando algún factor de referencia.

ESPACIOS CONFINADOS

La actividad industrial genera muchos gases tóxicos y vapores, ya sea como productos principales o subproductos. El uso de un PID para la valoración y monitoreo continuo de un espacio confinado permite que el análisis sea más exhaustivo y exista mayor protección que cuando se utiliza el instrumento con una configuración estándar de 4 gases.

Tres métodos utilizando factores de respuesta con PIDs	
MÉTODO	EJEMPLO
Método #1: Factores de respuesta preprogramados	
Por lo general, los detectores PID están calibrados con 100 ppm de isobutileno. Otros gases, cientos de ellos, cuentan con valores de corrección conocidos como factores de respuesta. En los instrumentos PID hay una gran cantidad de factores de respuesta preprogramados. Después de que el usuario selecciona del menú del instrumento el gas que desea medir, las unidades calcularán de manera automática la lectura corregida de la concentración del gas de interés. La lectura directa ahora mide la concentración del gas seleccionado.	El instrumento está calibrado para leer en equivalentes de isobutileno a 100 ppm y una lámpara de 10.6 eV. El gas que se quiere medir es etilbenceno; su factor de respuesta es 0.51. Selecciona el factor de respuesta preprogramado; la lectura del instrumento ahora es de 51 ppm, aproximadamente, al exponerse al mismo gas, pues proporciona directamente los valores de la concentración de etilbenceno.
Método #2: Factores de respuesta personalizados	
Por lo general, los detectores PID están calibrados con 100 ppm de isobutileno. Si el usuario no encuentra el gas que desea en la lista preprogramada del menú del instrumento, puede programar un gas personalizado y su factor de respuesta. Si el usuario no sabe el factor de respuesta del gas, puede llamar a MSA y solicitar que se calcule un factor de respuesta personalizado que sea específico para la aplicación que requiera.	El gas que se quiere medir es tetrahidrofurano. El factor de respuesta para el tetrahidrofurano es 1.6 cuando se usa una lámpara de 10.6 eV. Añade el tetrahidrofurano como un gas personalizado con un factor de respuesta (RF) 1.6 y selecciona este RF para usarlo. Ahora el instrumento proporciona directamente los valores de concentración del tetrahidrofurano.
Método #3: Factores de respuesta calculados manualmente	
Por lo general, los detectores PID están calibrados con 100 ppm de isobutileno. Si el usuario decide utilizar directamente las lecturas detectadas para isobutileno con otro gas y no desea utilizar los factores de respuesta preprogramados o personalizados, puede calcular manualmente la lectura directa del gas deseado. Si el usuario sabe el factor de respuesta del gas deseado, puede multiplicar la lectura de isobutileno por el factor de respuesta conocido. El resultado de esta operación puede ser grabado externamente en el instrumento.	El instrumento está calibrado con isobutileno para leer en equivalentes de isobutileno a 10 ppm y una lámpara de 10.6 eV. El gas que se quiere medir es ciclohexanona, el cual tiene un factor de corrección de 0.82. Multiplica 10 por 0.82 para obtener la concentración corregida de ciclohexanona: 8.2.

DETECCIÓN DE FUGAS

Con frecuencia, la concentración de una fuga es muy baja como para que pueda ser detectada por el olfato de un humano. A menudo se utilizan PIDs para localizar fugas pequeñas gracias a que pueden detectar compuestos a niveles de menos de 1 ppm.

Los PIDs se pueden utilizar para detectar las fuentes de la fuga: las concentraciones de los gases son mayores tanto más cercana está la fuente de la fuga. Cuando se detecta una sustancia y se busca identificar la fuente de la fuga, los usuarios –vistiendo un equipo de protección personal adecuado– deben moverse hacia donde aumenten las concentraciones de la sustancia detectada.

SUPERVISIÓN DEL PERÍMETRO

En los lugares en donde hay materiales peligrosos se deben marcar líneas perimetrales que limiten las áreas peligrosas. Los PIDs se pueden utilizar para determinar dónde colocar estas líneas perimetrales o, en caso de que las condiciones medioambientales cambien, hacia dónde moverlas. Por ejemplo, si la lectura de concentración de tolueno en la Línea Perimetral A, a las 10:50 am, es 5 ppm, pero a las 11:05 am incrementa a 10 ppm debido a un cambio en la dirección del viento, los trabajadores deben extender la línea perimetral.

DELIMITACIÓN DE DERRAMES

Dado que es común que se utilicen agua y espuma en los lugares donde hay materiales peligrosos, es muy probable que en el suelo haya una gran variedad de líquidos, además de cualquier otro material que se derrame accidentalmente. Un PID es un instrumento eficaz para localizar cualquier sustancia

peligrosa al tiempo que ignora la espuma y el agua, pues no responde a estas últimas.

DESCONTAMINACIÓN

Los derrames de materiales peligrosos pueden contaminar cuerpos de agua y el suelo, significando una preocupación ambiental potencial durante largo tiempo. Los PIDs son muy útiles para analizar muestras de suelos y determinar si se necesita descontaminar el área, además de aplicar las normas ambientales pertinentes.



INVESTIGACIÓN DE DELITO DE INCENDIO

Los PIDs suelen utilizarse para detectar la presencia de sustancias aceleradoras de fuego en lugares donde ocurrió un incendio.

Cuando se detecta alguna lectura de un PID concerniente a una sustancia así, se puede enviar una muestra de esa área específica a un laboratorio para su análisis. Para esta aplicación es recomendable que el PID se configure con el factor de respuesta del isobutileno, para obtener indicaciones de uso general.

MONITOREO DEL TLV DE COMBUSTIBLE DIESEL

Los químicos marinos acatan el límite TLV de combustible diesel determinado por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH). La presencia de combustible diesel en el lugar de trabajo y tubo de escape asociado ha sido, desde hace tiempo, relacionado con carcinógenos, mientras que algunos contaminantes están asociados con enfermedades pulmonares. El TLV del diesel gaseoso es 15 ppm; la toma de muestras para detectar vapores de diesel y el registro de las lecturas son aspectos importantes de las inspecciones. Estas últimas se realizan en tanques de combustible, espacios de carga y cuartos de máquinas.

CONCLUSIÓN

Los PIDs son herramientas extremadamente valiosas para la seguridad industrial y nacional, el fortalecimiento de las leyes, el servicio contra incendios y las aplicaciones en zonas con materiales peligrosos. Su sensibilidad, junto con su capacidad de detección a bajas concentraciones y habilidad de detectar muchos compuestos distintos, hace que los PIDs sean herramientas perfectas para ayudar a realizar estos trabajos difíciles de manera más eficiente.

Nota: Este boletín contiene únicamente una descripción general de los productos mostrados. Aunque se describen los usos y la capacidad de desempeño, bajo ninguna circunstancia deberán de usar el producto individuos no entrenados o calificados para ello, y tampoco sin que se hayan leído y entendido completamente las instrucciones del producto, incluida cualquier advertencia. Las instrucciones contienen la información completa y detallada acerca del uso y el cuidado correcto de estos productos.

