



Detectores de Fotoionización (PID)

[Teoría, usos y aplicaciones para el personal de primeros auxilios, agentes de la policía y profesionales de los servicios de materiales peligrosos y contra incendios]

Detectores de Fotoionización (PID)

Durante muchos años, los departamentos de bomberos, agentes de la policía, equipos encargados de lidiar con materiales peligrosos y cada vez más el personal de primeros auxilios, han estado preocupados en cómo detectar e identificar compuestos peligrosos en situaciones de emergencia. Para hacerlo, se han usado varias técnicas y tecnología, como:

- Sensores catalíticos
- Sensores electromecánicos
- Cromatografía de gases
- Ionización de llamas
- Fotoionización
- Espectrometría de movilidad de iones
- Onda acústica superficial
- Detectores de cambio de color

Aunque cada una de las tecnologías anteriores tiene sus ventajas, los detectores de fotoionización ofrecen la combinación ideal de rápida respuesta, fácil uso y mantenimiento, tamaño y capacidad para detectar bajos niveles (en el rango de partes por millón, ppm) de muchos compuestos peligrosos, así como que son económicos. Los PID son capaces de detectar y monitorear eficazmente varios cientos, sino miles, de sustancias peligrosas con beneficios máximos para los usuarios.

¿Qué significa la "ionización"?

Cuando el gas muestreado absorbe la energía de la lámpara del PID, se "excita" y se altera su contenido molecular. El compuesto pierde un electrón (e-) y se convierte en un ión cargado positivamente. Una vez que esto sucede, la sustancia se considera "ionizada". Y esto es lo que ocurre dentro del PID.

La fotoionización funciona como se muestra en el diagrama de la Figura 1.

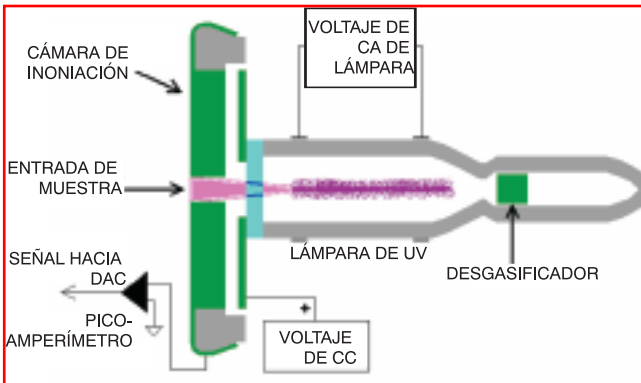


Figura 1: Diagrama de bloques de cómo funciona la fotoionización.

Teoría de funcionamiento

Los PID dependen de la ionización como base para la detección. La mayoría de las sustancias pueden ionizarse, pero unas lo logran más fácilmente que otras. Esa capacidad de una sustancia para ionizarse se mide en una escala de energía de electrón-voltios (eV). Esta escala por lo general oscila entre un valor de 7 y 16 aproximadamente. Las sustancias con un valor nominal del 7 son muy fáciles de ionizar. Las sustancias con un valor nominal de eV entre 12 y 16 son extremadamente difíciles de ionizar. Los valores nominales de eV de algunas sustancias comunes incluyen:

Sustancia	eV	Sustancia	eV
Benceno	9.24	Metilo Etilo Cetona (MEK)	9.53
Hexano	10.18	Dióxido de cloro	10.36
Tolueno	8.82	Fosfamina	9.87
Estireno	8.41	Amoníaco	10.18

Cuando los compuestos químicos que se están monitoreando han sido ionizados dentro del instrumento, se produce una corriente y la concentración del compuesto se muestra en el medidor como partes por millón. Los PID utilizan una lámpara de luz ultravioleta (UV) para ionizar el compuesto que está monitoreándose. La lámpara, por lo regular del tamaño del bulbo de una linterna común, emite suficiente energía ultravioleta para ionizar el compuesto.

Para los PID hay diferentes lámpara disponibles: Éstas son dos ejemplos:

Una lámpara de 9.8 eV emite suficiente energía para ionizar cualquier compuesto cuyo valor nominal de eV es menor de 9.6.



- Tolueno 8.82 eV
- Benceno 9.25 eV
- Propilamina 8.78 eV
- Estireno 8.40 eV
- Acetato de vinilo 9.19 eV

Una lámpara de 10.6 eV emite suficiente energía para ionizar cualquier compuesto que una lámpara de 9.8 eV puede detectar, más cualquier compuesto cuyo valor nominal de eV es menor de 10.6.



- Alcohol propílico 10.22 eV
- Fosfamina 9.96 eV
- Cloruro de vinilo 10.00 eV
- Acetaldehído 10.22 eV

Sustancias que los PID pueden detectar

Los PID miden compuestos orgánicos como: benceno, tolueno y xilano, y, además, ciertos compuestos inorgánicos como: amoníaco y ácido sulfhídrico. Como regla general, si los compuestos que se están midiendo o detectando contienen un átomo de carbono (C), se puede usar un PID. Sin embargo, esto no se cumple siempre, porque el metano (CH₄) y el monóxido de carbono (CO) no pueden detectarse con un PID.

Estas son algunas de las sustancias comunes que un PID puede detectar y monitorear:

- Benceno
- Tolueno
- Cloruro de vinilo
- Hexano
- Amoníaco
- Isobutileno
- Combustible A para la aviación
- Estireno
- Alcohol propílico
- Mercaptanes
- Tricloroetileno
- Percloroetileno
- Óxido de propileno
- Fosfamina

Sustancias que los PID no pueden detectar

Los PID no pueden usarse para medir las siguientes sustancias comunes:

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

Factores de respuesta

La forma óptima de calibrar un PID para diferentes compuestos es usando un gas patrón del gas de interés. Sin

embargo, esto no siempre es práctico porque requiere que se tenga a mano un conjunto de gases diferentes y a veces peligrosos para hacerlo. Para solucionar este problema, se utilizan los factores de respuesta. El factor de respuesta es una medida de la sensibilidad de un PID a un gas particular. Con los factores de respuestas, un usuario puede medir un gran número de compuestos usando un solo gas de calibración, que típicamente es isobutileno. El usuario simplemente multiplica la lectura del instrumento calibrado para isobutileno por el factor de respuesta para obtener el valor correcto del compuesto de interés.

Los manuales de instrucción de la mayoría de los PID indican los factores de respuesta. Algunos PID tienen los factores de respuesta para gases comunes programados en el software de la unidad, de forma que los cálculos de todos éstos se realizan automáticamente. Si el compuesto que se está midiendo en un sitio de control se conoce, el instrumento puede configurarse para que indique una lectura directa de ese compuesto.

Valores límites de umbral (TLV) y los Límites de exposición permisibles (PEL)

Los valores de alarma de concentración de gas baja y alta se fijan para el isobutileno. Si el usuario quiere monitorear un gas diferente, debe determinar los valores TLV para el gas y después cambiar el nivel de las alarmas del instrumento en correspondencia. El manual del instrumento debe utilizarse como referencia para asegurar que se siguen las instrucciones correctas. Los valores de límites químicos pueden encontrarse en ACGIH, NIOSH u OSHA.

Indicador vs. analizador

Un error común sobre los PID es que se cree que son analizadores. Muchos esperan que el PID les diga exactamente el vapor que hay en un sitio de derrame. Esto no es así. Aunque los PID son herramientas extremadamente sensibles y eficaces, no son analizadores

y no pueden determinar, por ejemplo, si el derrame es de benceno, combustible de aviones o yodo. El PID puede detectar que hay algo presente y puede alertar al usuario ante situaciones potencialmente peligrosas, pero se deben dar los pasos necesarios para identificar bien el tipo y la cantidad de sustancia de la que se trata.

A continuación presentamos un ejemplo de procedimiento para identificar la concentración de una sustancia en un sitio donde se produjo un derrame:

1. Fije el PID a isobutileno.
2. Detecte y apunte la lectura.
3. Identifique por medio de una pancarta o las Hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS) el tipo de sustancia en cuestión.

Si la pancarta o MSDS dice que la sustancia es cloruro de vinilo, fije el factor de respuesta del PID para ese compuesto químico para que pueda obtener una lectura directa del nivel real del mismo.

Aplicaciones de los PID

Seguridad de la patria

Los posibles ataques químicos terroristas podrían incluir compuestos químicos industriales, como dióxido de cloro o amoníaco. El personal de primeros auxilios puede usar los PID para determinar con confianza si alguno de esos compuestos químicos está presente o no, y si lo está puede medir con precisión la concentración.

Ninguna tecnología sola es adecuada para que el personal de primeros auxilios se confíe completamente, pero los PID usados con otras herramientas, como los dispositivos de Onda acústica superficial (SAW) o Espectrometría de movilidad de iones (IMS), pueden asegurar que en un incidente de seguridad de la patria se de la respuesta más apropiada.

Detección de fugas

Tres formas en las que los factores de respuesta se usan con los PID

Método	Ejemplo
<p>Método no. 1: Factores de respuesta preprogramados</p> <p>Los detectores PID se calibran por lo general para 100 ppm de isobutileno. Otros cientos de gases tienen sus valores de correlación correspondientes, conocidos como factores de respuesta. En el instrumento del PID hay preprogramado numerosos factores de respuestas correspondientes. Después que el usuario selecciona del menú del instrumento el gas de interés a medir, la unidad calculará automáticamente la lectura de concentración del gas correcta para dicho gas. La lectura directa medirá entonces la concentración del gas seleccionado.</p>	<p>El instrumento es calibrado para leer en equivalentes de isobutileno, para una lectura de 100 ppm con una lámpara de 10.6 eV. El gas buscado es etilbenceno que tiene un factor de respuesta de 0.62. Seleccione el factor de respuesta preprogramado y el instrumento ahora leerá alrededor de 62 ppm cuando sea expuesto al mismo gas para el cual leerá directamente valores de</p>
<p>Método no. 2: Factores de respuesta a la medida</p> <p>Los detectores PID se calibran por lo general para 100 ppm de isobutileno. Si el usuario no encuentra el gas deseado en la lista del menú programado del instrumento, puede programar en la unidad un gas y un factor de respuesta a la medida. Si el usuario no conoce el factor de respuesta correspondiente, puede llamar a MSA y solicitar que se calcule un factor de respuesta a la medida específico para su aplicación.</p>	<p>El gas que se está buscando es tetrahidrofurano. El factor de respuesta para el tetrahidrofurano es 2.1 con una lámpara de 10.6 eV. Cuando se calibre el instrumento con 100 ppm de isobutileno, introduzca 2.1 multiplicado por 100, ó 210, cuando se le pida la concentración del gas de calibración. El instrumento ahora leerá directamente los valores de concentración del tetrahidrofurano.</p>
<p>Método no. 3: Factores de respuestas calculados a mano</p> <p>Los detectores PID se calibran por lo general para 100 ppm de isobutileno. Si el usuario decide tener una lectura directa de isobutileno para un gas diferente y no desea utilizar los factores de respuesta, ya sea preprogramados o a la medida, podría calcular manualmente la lectura directa del gas deseado. Si el usuario conoce el factor de respuesta del gas deseado, puede manualmente multiplicar la lectura del isobutileno por ese factor de respuesta conocido. El resultado de esa ecuación puede registrarse fuera del instrumento.</p>	<p>El instrumento es calibrado con isobutileno para leer en equivalentes de isobutileno, para una lectura de 10 ppm con una lámpara de 10.6 eV. El gas buscado es ciclohexano que tiene un factor de corrección de 0.82. Multiplique 10 por 0.82 para lograr una concentración de ciclohexano ajustada de 8.2.</p>

Muchas veces, el nivel de una fuga es tan pequeño que ninguna persona puede olerlo. Los PID se usan para detectar esas fugas de bajos niveles de concentración. Los PID pueden detectar compuestos a niveles por debajo de 1 ppm.

No sólo pueden usarse para detectar fugas, sino también para ubicar el origen de las mismas. Cerca de la fuente u origen de una fuga se encuentran altas concentraciones de gases. Una vez que el usuario detecta una sustancia, usando los equipos de protección personal adecuados, debe moverse en dirección a las concentraciones más altas para tratar de identificar la fuente de la fuga.

Monitoreo de perímetros

En los sitios donde hay materiales peligrosos, se fijan los perímetros dentro de los cuales está el área peligrosa. Los PID pueden usarse para fijar y cambiar la línea del perímetro si es necesario debido a que las condiciones ambientales cambian. Por ejemplo, la concentración de tolueno es de 5 ppm en la línea de perímetro A a las 10:50 a.m. Pero a las 11:05 a.m., la lectura de la línea A cambia a 10 ppm debido a la dirección del viento. Esto indica al trabajador que atiende los materiales peligrosos que la línea del perímetro necesita extenderse.

Delimitación de derrames

Como en los sitios donde hay sustancias peligrosas con frecuencia se usa agua y espuma, en el piso podría haber una variedad de líquidos además del material que inadvertidamente fue derramado. El PID es eficaz localizando la sustancia peligrosa, mientras "ignora" la espuma y el agua, porque no responde a estas dos sustancias.

Saneamiento

Muchas veces, los derrames de materiales peligrosos pueden contaminar las masas de agua y suelo, lo que constituye preocupaciones ambientales a largo plazo. Los PID son

extremadamente útiles tomando muestras del suelo para determinar si es necesario el saneamiento que debe hacerse según los reglamentos ambientales aplicables.

Investigación de incendios provocados

Los PID se usan frecuentemente para detectar la presencia de acelerantes en un lugar después que ha ocurrido un incendio. Ellos pueden detectar niveles bajos de sustancias usadas para acelerar incendios. Una vez que se detecta una lectura en el PID, se puede enviar una muestra del área específica al laboratorio para ser analizada. En esta aplicación, se recomienda fijar el PID al factor de respuesta del isobutileno para indicaciones de propósito general.

Monitoreo del TLV de combustibles diesel

Los químicos de los cuerpos de la marina ahora trabajan cumpliendo con los límites de los valores umbrales (TVL) para el combustible diesel, que han sido determinados por ACGIH (Congreso de Estados Unidos para Higienistas Industriales del Gobierno). La presencia de combustible diesel y sus gases de escape asociados en un puesto de trabajo ha sido vinculada desde hace mucho tiempo como un carcinógeno y como una fuente de contaminación de partículas asociadas a enfermedades pulmonares. El nuevo TLV para vapores diesel es 15 ppm. Este valor es muy conservativo y se espera que todos los químicos de los cuerpos de la marina cumplan con este nuevo TLV. El muestreo de los vapores de combustible diesel y el registro de los resultados son aspectos importantes de sus inspecciones. Los muestreos se realizan en los tanques de combustibles, espacios de carga y cuartos de motores.

Determinación del nivel de equipos de protección personal (PPE) requeridos

Una de las preguntas más fundamentales que el personal se hace en un incidente potencial de material peligroso es: ¿qué tipo de PPE debe usarse? ¿Es el sitio realmente peligroso? ¿Se necesita usar indumentaria de Nivel A o equipos respiratorios autónomos (SCBA) durante todo el incidente? Un PID puede ayudar a determinar los niveles de PPE apropiados.

Descontaminación

Después que el incidente se ha acabado, los PID pueden usarse para determinar si el personal de respuesta a materiales peligrosos necesita ser descontaminado. Esto se hace revisando su indumentaria en busca de contaminación. Esto puede ayudar a los equipos que se ocupan de los materiales peligrosos a decidir si pueden volver a utilizar alguna indumentaria en vez de botarla, lo que significa ahorros potenciales para dichos equipos.

Conclusión

Los PID son herramientas extremadamente valiosas para la seguridad de la patria, agentes de la policía, servicios contraincendios y de respuesta a incidentes de materiales peligrosos. La sensibilidad, la detección de bajos niveles de concentración de gases, así como su capacidad para detectar muchos compuestos diferentes, hacen que los PID se usen en muchas y diferentes aplicaciones. Dicho de una manera simple, los PID pueden facilitar los trabajos difíciles del personal de primeros auxilios, agentes de la policía y los profesionales del servicio contraincendios y encargados de materiales peligrosos.

Nota: Este boletín contiene solamente la descripción general de los productos mostrados. Aunque en él se describen los usos y las capacidades de rendimiento de los productos, bajo ninguna circunstancia deberán usarse por individuos que no estén adiestrados ni calificados, ni antes de leer y comprender completa y detalladamente las instrucciones del producto, incluidas las garantías y precauciones dadas. Sólo estas instrucciones contienen la información completa y detallada referente al uso y cuidado correctos de estos productos.
ID 0803-1ISP/Enero de 2004
©MSA 2004 Impreso en EE. UU.



Oficina Central Corporativa:
PO. Box 426, Pittsburgh
PA 15230, EE.UU.
Correo electrónico:
info@MSAnet.com
www.MSAnet.com
www.MSAfire.com

Centro del Servicio al Cliente en EE. UU.:
Teléfono: 1-800-MSA-2222
Fax: 1-800-967-0398

MSA Canada:
Teléfono: 1-800-MSA-2222
Fax: 905-238-4151

MSA México:
Teléfono: 52-55 2122-5770
Fax: 52-55 359 4330

MSA International:
Teléfono: (412) 967-3354
Fax: (412) 967-3451

Tenemos oficinas y representantes en todo el mundo.

Para obtener más información:

