

OPTIMIZACIÓN DE LAS CUBIERTAS DE POLÍMERO DE LOS DETECTORES DE HIDROCARBUROS EN ESTADO GASEOSO

Los sensores que detectan gas pueden mejorar su utilidad, depende del material que se utilice para recubrirlos



Sensor de gases

La quema de combustibles como gasolina, madera, carbón o gas natural da origen a los compuestos orgánicos volátiles (COV) que se encuentran en estado gaseoso a temperatura ambiente. Muchos de estos son nocivos por lo que es importante una medición constante de las concentraciones de estos compuestos, especialmente en sitios de trabajo, y hacer correctivos para evitar que causen perjuicio al ser humano.

El movimiento de los gases durante su expansión es susceptible de ser detectado, para ello existen sensores que son aparatos que convierten cambios químicos o físicos, en señales medibles. Ejemplos son: el termómetro para medir la temperatura, el sensor de movimiento para una alarma de

casa, un sensor de luz, un sensor de presión y sensores de gases. Los sensores de gases pueden ser de onda acústica de superficie (SAW) y otros de onda transversal de superficie (STW).

Los sensores de gases sirven para medir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles rápidamente y a la vez definir cuál COV es y qué cantidad se encuentra presente. También se puede utilizar, para este fin, la cromatografía de gases (técnica de separación de mezclas de productos volátiles o semivolátiles), pero son equipos de gran tamaño (no portátil), costosos y, aunque la detección es precisa, necesitan mucho tiempo para su detección.

Una alternativa es la utilización de sensores de ondas acústicas superficiales cubiertos

por un polímero (molécula de un compuesto químico que se repite varias veces, formando una cadena de plástico) que interactúa con los COVs. El polímero actúa como una esponja y absorbe el COV. El sensor acústico es sensitivo a cambios de peso en su superficie, causado por la absorción de los COVs y se mide un cambio de frecuencia, es decir, el número de oscilaciones en una unidad de tiempo. En este caso la

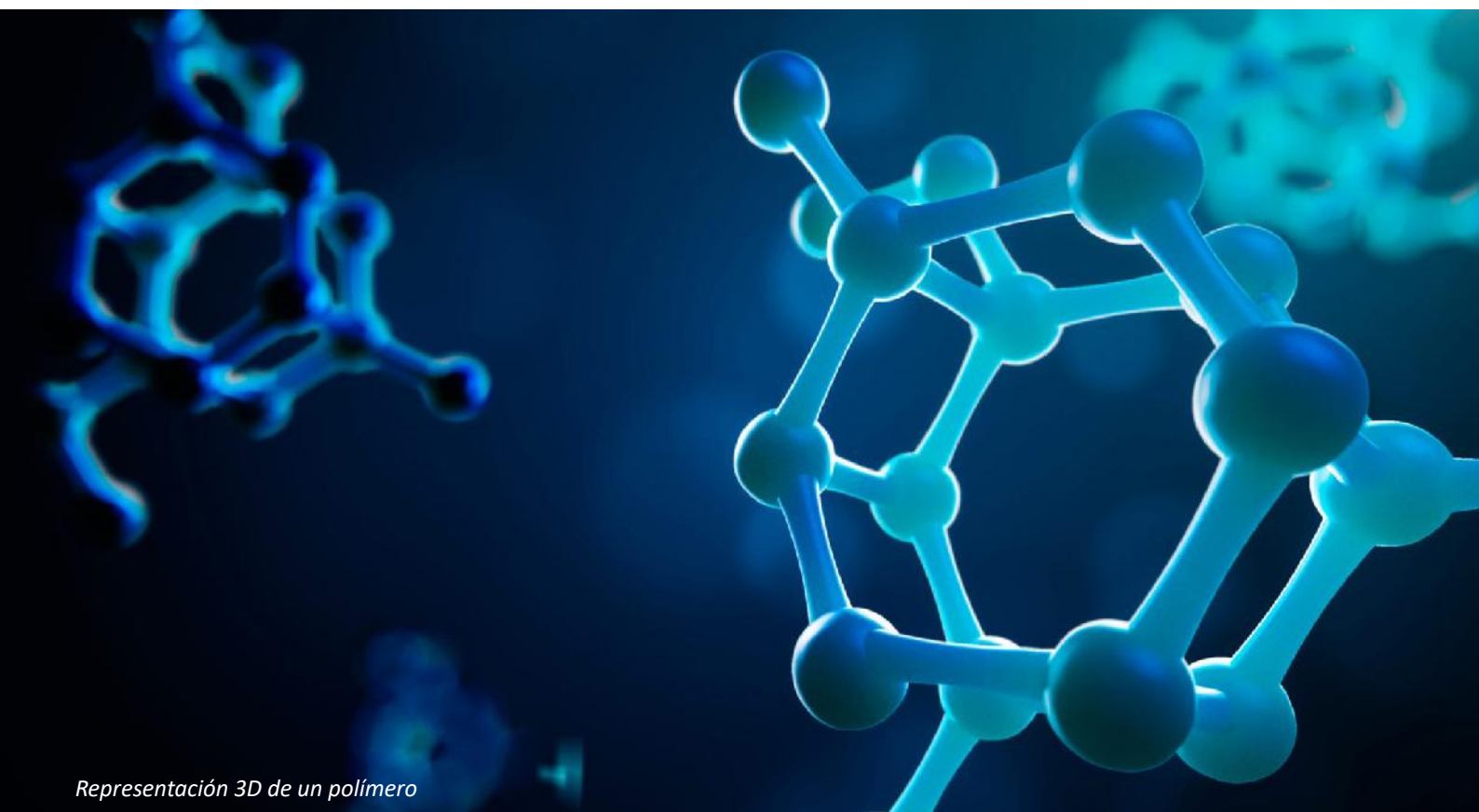
unidad de medida de frecuencia es el Hz (hercio, en honor al físico alemán Heinrich Rudolf Hertz) y el tiempo de detección es menor a 1 segundo. Se puede medir con mucha precisión, porque existe una relación lineal o directa entre la concentración de COV en el polímero y el cambio de frecuencia en el sensor. Cuando el COV ya no está en el aire también se desaparece del polímero y el sensor vuelve a su estado nor-

mal o se recupera.

Este método es efectivo y rápido; sin embargo, un solo sensor no puede distinguir diferentes COVs. Un investigador de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador, en conjunto con otros investigadores, realizaron pruebas con un grupo de sensores (matriz) cubiertos, cada uno, con un distinto polímero. La variedad de polímeros

permite a cada sensor tener una distinta reacción ante cada COV y así se puede identificar cuál se encuentra en el aire (depende del patrón característico que se derive de las señales del grupo de sensores) y también permite medir la cantidad, porque los sensores reaccionan de forma lineal.

La investigación trató de evidenciar, si esta matriz de sensores permanecía estable du-



Representación 3D de un polímero

Las matrices de sensores tienen la propiedad de captar, percibir y detectar diversos movimientos, señales, temperatura u objetos. Su utilidad para medir gases volátiles es importante en medicina, agroindustria, química, biología, entre otras.



Polímero

rante el tiempo de las pruebas, para asegurar la detección confiable de los COVs. Para realizar la comprobación se escogieron dos pares de COVs, formados por compuestos similares entre sí: octano y ciclohexano que representan hidrocarburos de los alcanos o alifáticos (compuestos saturados que contienen carbono e hidrógeno). El otro par de gases fue xileno y tolueno que representan hidrocarburos aromáticos (derivados del benceno). La dificultad que se trató de superar fue el hecho de que los dos grupos los compuestos son químicamente muy similares y, por ende, era complicado diferenciar. El es-

tudio duró un año y medio, tomando en cuenta el envejecimiento de los sensores (tienen un determinado tiempo de uso). Durante ese tiempo no se deberían afectar las mediciones, para garantizar la detección de cuál COV se encuentra en el aire.

La investigación se realizó con dispositivos STW, se utilizaron 8 sensores en forma de matriz, cada uno recubierto con diferente clase de material polimérico. Se produjeron las muestras de gases (el gas se expande en forma de ondas), los sensores midieron la frecuencia de las ondas de los distintos compuestos orgánicos vo-

látiles (xileno, tolueno, octano y ciclohexano). La unidad de medida de la frecuencia de las ondas es el megahercio (MHz). Las distintas clases de material polimérico producen una frecuencia de onda determinada, para efectos del estudio, los cambios de frecuencia de onda transversal de superficie (STW) resultantes de los diferentes tipos de recubrimiento de material polimérico se mantuvieron por debajo de los 2 MHz, de este modo los sensores adquieren más sensibilidad ante la presencia de gases.

Los investigadores prepararon las muestras de COV en una caja de poli-

metacrilato de metilo (PMMA, es un material de tipo plástico que se usa en experimentos químicos). La caja PMMA, llena de gases se conectó a la matriz de sensores (ya elaborada) y a una unidad de preconcentración (calentamiento) o trampa que consistió en un tubo de vidrio.

El tiempo de la prueba fue de 3 minutos, se inició enviando los gases, con el uso de una bomba, desde la caja PMMA, pasando por los sensores, a la trampa, ahí permanecieron hasta subir la temperatura a 200 grados centígrados. A continuación, con la ayuda de una segunda bomba, pasaron los ga-

ses, con la temperatura elevada, de la trampa a los sensores para efectos de medición. Se realizó el mismo procedimiento con los hidrocarburos aromáticos (xileno y tolueno) y con los hidrocarburos alifáticos (octano y ciclohexano). Se registró la medición de frecuencia de los gases cuando estaban a temperatura normal y luego cuando ya subieron a 200 grados centígrados de temperatura, con estos datos se establecieron los cambios de frecuencia.

Los investigadores registraron el cambio de frecuencia por la absorción de los gases en los polímeros de la matriz de sensores y compararon las repeticiones de las mismas mediciones realizadas cada 6 meses, durante 18 meses. Como resultado los investigadores encontraron que los cambios de frecuencia de xileno y tolueno en la matriz son similares (se debe a que

los dos tienen la misma estructura) y se puede garantizar la detección de ambos COVs, como su distinción durante este tiempo de ensayos. Para los COVs alifáticos se encontró que los cambios de frecuencia en el octano fueron más altos que los de ciclohexano.

Al finalizar el estudio los investigadores determinaron que la utilización selectiva de las distintas cubiertas de los sensores fue exitosa, ya que se puede diseñar conjuntos de sen-

sores personalizados y más compactos para cada aplicación, lo que permite un monitoreo a largo plazo, con una estabilidad de al menos un año y medio.

[Stahl y cols. 2018](#)



Sensor de gases