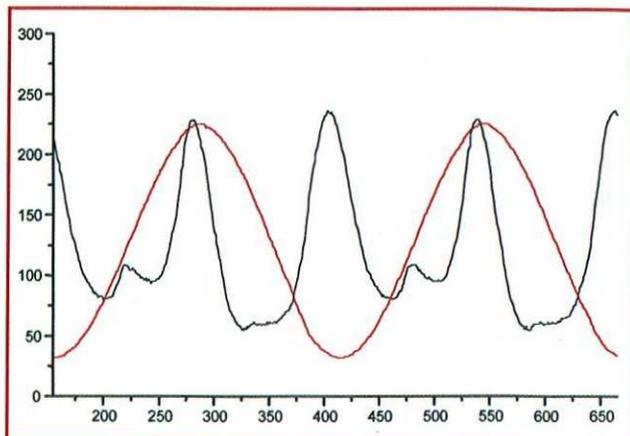


Membranas de cristal líquido para fabricar sensores baratos

La mayoría de las materias orgánicas cristalinas puras presentan un solo punto de fusión, es decir, el paso de estado sólido a estado líquido. Pero al calentar materias cristalinas líquidas, entran en un estado o sucesión de estados en los que sigue existiendo cierto orden cristalino, inferior al de un sólido pero en el que las moléculas se mueven libremente como si fuera un líquido. Esas fases se llaman "cristalinas líquidas" y en ellas el fluido tiene una cierta orientación, aunque las moléculas se pueden ver afectadas por fuerzas externas como campos eléctricos. Este es el efecto en el que se basan las pantallas de cristal líquido (LCD) que se utilizan en ordenadores y relojes de pulsera.

Científicos británicos han construido unos dispositivos especiales, que en cierto modo se comportan como las pantallas de cristal líquido, que permiten que las moléculas del entorno del dispositivo (aire o líquido) se difundan por todo él. Las características de conductividad óptica del material cambian según las características de las moléculas circundantes. En estas condiciones, el nuevo dispositivo actúa como sensor mole-

Fig. 1.- Señal típica de transmisión óptica (negra) de un sensor de cristal líquido en aire limpio sometido a una tensión de excitación senoidal (rojo). La amplitud está en unidades arbitrarias (escala vertical).



cular y se puede utilizar para detectar moléculas que de otro modo serían indetectables y medir su concentración en el aire. El cristal líquido está dentro de una membrana porosa cuya superficie se ha tratado, recubierta por ambas caras por una pequeña capa de oro que actúa como electrodo. La alineación natural de las moléculas de cristal líquido es en paralelo a la superficie de la membrana y en esta forma, la luz es difusa y la transmisión óptica a través de la pantalla es baja.

La exposición a un compuesto orgánico interrumpe la relación entre las moléculas de cristal líquido y hace variar su alineación, aumentando la transmisión de luz. Un efecto pareci-

do se produce aplicando una tensión eléctrica a los electrodos de oro, que hace que las moléculas de cristal líquido se vuelvan a alinear aumentando la transmisión de luz como podemos ver en las pantallas convencionales.

Los sensores de cristal líquido se pueden usar en forma pasiva o activa. En la primera, la transmisión óptica básica a través de la pantalla ofrece un indicativo del nivel de concentración pero no del tipo de compuesto utilizado. La detección activa se basa en los cambios en el comportamiento óptico durante la excitación eléctrica del cristal líquido expuesto al compuesto. En este caso, la señal de transmisión óptica no sólo permite medir la concentración del compuesto, sino que ofrece datos para su identificación.

En las típicas curvas de respuesta pasiva, los sensores difunden inicialmente la luz con fuerza pero la presencia del compuesto origina un aumento importante en la transmisión. A sucesivos aumentos de la concentración corresponden otros en la transmisión óptica, aproximadamente proporcionales a la concentración de vapor. En el caso de sensores excitados eléctricamente, antes de la aplicación de la tensión las moléculas de

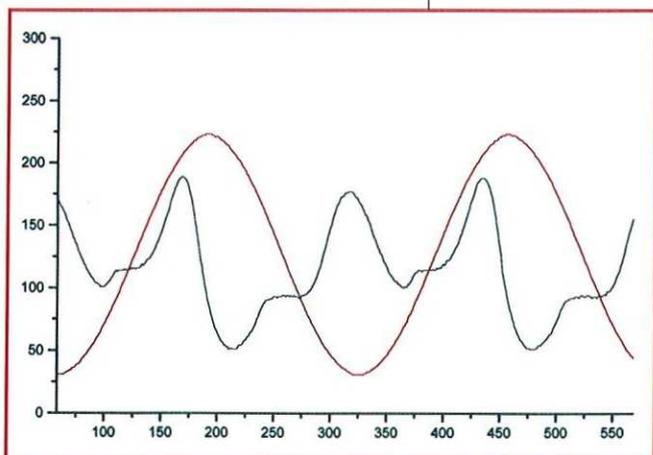


Fig. 2.- Respuesta óptica (negra) de una membrana de cristal líquido expuesta a una concentración de 35 partes por millón de benceno, excitada por una onda senoidal de baja frecuencia (rojo)

cristal líquido se sitúan paralelas a la superficie de la membrana, por lo que la transmisión óptica es relativamente baja. Un campo eléctrico de intensidad suficiente hará que se reorienten las moléculas en sentido perpendicular a la superficie de la membrana, aumentando la transmisión de luz.

Si el campo eléctrico es fijo, las moléculas de cristal líquido conmutan y permanecen en ese estado hasta que el campo varía o desaparece. Si el campo varía constantemente, las moléculas también cambian constantemente de orientación, lo que se consigue aplicando un campo eléctrico variable que induce una señal óptica

también variable. En el aire puro, el coeficiente de transmisión es constante a una temperatura dada y se pueden predecir los cambios periódicos en la transmisión óptica.

Con la introducción del compuesto, la transmisión total de luz a través de la membrana aumenta como estaba previsto y además varía la señal de excitación inducida por los cambios de tensión y se hace más compleja, presentando varios picos y desplazamientos de fase. Cuanto mayor sea el nivel de compuesto, mayores serán los cambios en las ondas, que generalmente aumentarán de complejidad. La presencia del compuesto genera armónicos

de orden superior en la respuesta electroóptica del cristal líquido, características de la sustancia de que se trate.

Resulta relativamente sencillo y económico fabricar membranas de cristal líquido (LCM) cuyo comportamiento electroóptico se ve afectado de manera importante tras exponerlas a compuestos orgánicos. Estas membranas se podrían utilizar para detectar todo tipo de moléculas orgánicas en el aire o en el agua. Debidamente miniaturizados, estos sensores tendrán infinidad de aplicaciones en la industria del control de la contaminación y en el diagnóstico de muchas enfermedades. ■