Sensores impresos en 3D que leen los signos del sudor



Una nueva generación de sensores potenciométricos se abre camino en el sector de la salud y el rendimiento deportivo. Estos dispositivos están impresos en 3D, son personalizables y destacan por su versatilidad para interpretar señales químicas del organismo. La UCAM investiga cómo fabricarlos a bajo coste en un proyecto financiado por la Fundación Séneca. Por A. F. Cerdera.

El sudor guarda información sobre lo que sucede en nuestro organismo. Su composición química puede aportar pistas sobre la respuesta del cuerpo al esfuerzo físico y otros procesos fisiológicos, aunque para interpretarla es necesario contar con herramientas capaces de detectar y medir sus componentes.

En esa búsqueda trabaja un equipo de la Unidad de Investigación *UCAM-Sens* de la Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM), en colaboración con investigadores de la Universidad de Murcia (UMU). Dentro del proyecto Sens3D, el equipo desarrolla nuevos materiales para fabricar sensores potenciométricos íntegramente mediante impresión 3D, una línea que se explora en muy pocos laboratorios del mundo.

La propuesta parte de una pregunta: si la impresión 3D ha transformado la fabricación en tantos sectores, ¿por qué no se ha extendido a los sensores químicos? «Nadie había fabricado sensores potenciométricos usando técnicas de impresión 3D y nos pusimos a hacerlo La respuesta corta es que no existen materiales adecuados. Los filamentos conductores comerciales no están diseñados para funcionar como sensores, y las resinas capaces de actuar como membranas selectivas simplemente no existen. Por eso estamos desarrollando nuestros propios materiales», explica el responsable del proyecto, José Daniel Rojas. Este investigador se apoya en los avances de un grupo reconocido internacionalmente por su trabajo en este campo y en su propia formación en República Checa junto a un especialista en impresión 3D de dispositivos electroquímicos.

El trabajo cuenta con financiación de la Fundación Séneca de la Región de Murcia y se encuentra en una fase de prueba de concepto. Su objetivo es demostrar que la impresión tridimensional permite fabricar todos los componentes necesarios para construir un sensor capaz de detectar iones, desde su estructura hasta la membrana sensible que reconoce las sustancias que se quieren medir.

Los sensores potenciométricos permiten detectar determinadas sustancias biológicas a partir de la respuesta eléctrica que generan. Para ello necesitan distintos componentes, entre ellos una parte conductora y otra sensible, encargada de reconocer la molécula de interés. Tradicionalmente, la fabricación de estos dispositivos requiere procesos en los que intervienen personas y, posteriormente, el ensamblaje de diferentes piezas.

La impresión 3D abre una vía de fabricación totalmente diferentes y con un abanico de posibilidades mucho más amplio. En lugar de fabricar por separado los componentes para unirlos después, el equipo trabaja para integrar el dispositivo en un proceso de fabricación digital que también ofrece más libertad a la hora de definir su geometría.

«Las técnicas convencionales solamente permiten fabricar sensores planos. El hecho de emplear una impresora 3D no solo mejora la reproducibilidad, sino que puedo crear estructuras 3D», explica el investigador.

Esa tercera dimensión no es únicamente una cuestión estética o de tamaño. José Daniel Rojas aclara que permite alojar los distintos componentes en una misma estructura, confinar la membrana sensible y explorar diseños que serían más difíciles de conseguir mediante los métodos tradicionales.

Hasta que no dispongan de equipo específico en el que ya están trabajando, el equipo combina dos tecnologías de impresión. Una emplea filamentos de materiales termoplásti-

SENSORES 3D

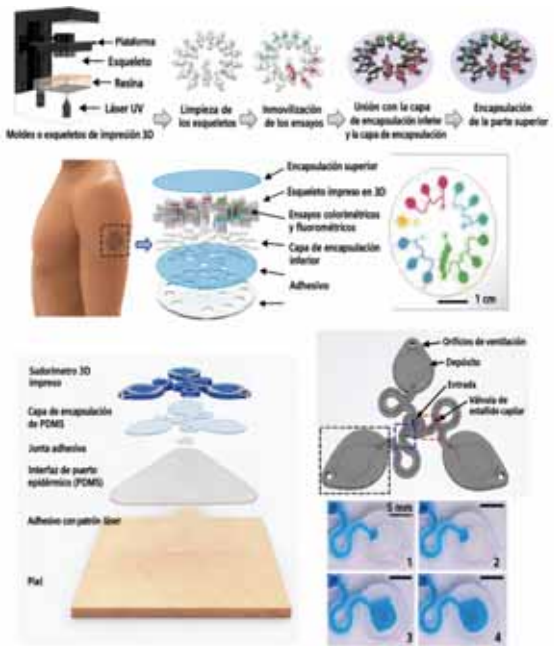
Objetivo: Dar con los materiales y demostrar que se pueden producir sensores potenciométricos con impresión 3D.

Ventajas: Los nuevos sensores cuentan con la ventaja de la tercera dimensión, que permite multiplicar las posibilidades de estos dispositivos aplicables a la salud humana, animal o control de plantas.

Responsable: José Daniel Rojas, de la Unidad de Investigación UCAMSens.

https://www.fseneca.es/





SENSORES 3D. En la imagen principal, José Daniel Rojas y Gastón Crespo muestran sensores hechos en UCAMSens. Debajo, estructura del sensor.

cos, a los que se añaden componentes conductores, como nanotubos de carbono, negro de carbono o grafito. La otra utiliza resinas fotosensibles que se solidifican cuando reciben luz y permiten incorporar los elementos responsables de la sensibilidad química del dispositivo.

Esta combinación hace posible imprimir tanto la estructura del sensor como su membrana sensible. Durante el primer año del proyecto, el equipo ha conseguido una celda electroquímica totalmente impresa, que integra el electrodo selectivo y el de referencia, dos elementos imprescindibles para medir cada ion.

Por el camino surgieron obstáculos. La elevada carga conductora necesaria volvía los filamentos demasiado frágiles para imprimirlos. Como alternativa, el equipo desarrolló un tratamiento con láser de CO_2 que, aplicado sobre electrodos impresos con filamentos comerciales, elimina parte del polímero de la superficie y deja expuesta una estructura de carbono muy porosa. El resultado son electrodos con una superficie activa mucho mayor y mejores propiedades electroquímicas.

En paralelo, el grupo ha formulado una resina fotocurable con la que imprime la membrana sensible al potasio. Esta membrana ofrece un comportamiento analítico comparable al de las membranas convencionales y una señal más estable en el tiempo.

La geometría también ofrece margen para mejorar el rendimiento. El grupo trabaja en la miniaturización de los dispositivos y en diseños que permitan aumentar su sensibilidad, además de adaptar su forma a diferentes usos. «Básicamente, nosotros estamos desarrollando una herramienta que te da un nuevo método de fabricación, hasta ahora desconocido, y que te permite jugar con una tercera dimensión», sentencia Rojas.

Aunque estos sensores podrían adaptarse a diferentes sustancias, el equipo ha comenzado por los iones, sustancias como el potasio, el cloruro y los relacionados con el pH. La elección responde a la especialización del grupo y permite avanzar en una aplicación concreta antes de abordar otros objetivos.

Cada elemento a medir requiere una membrana sensible específica, por lo que ampliar las posibilidades implica modificar los componentes que reconocen las moléculas buscadas. La tecnología podría llegar a utilizarse para detectar otros compuestos, como glucosa, lactato o proteínas, siempre que se desarrollen los materiales adecuados para cada caso.

Una de las aplicaciones que despierta más interés es la monitorización de deportistas. Un sensor adaptado para analizar el sudor podría medir distintos iones durante la actividad física y relacionar sus valores con parámetros del esfuerzo. El investigador apunta, por ejemplo, a la posibilidad de registrar el pH del sudor para estudiar su relación con la respuesta del organismo.

«Explicado de una manera muy simple, esto podría ser como una especie de análisis de sangre, pero en el sudor y en tiempo real», dice Rojas. No obstante, matiza que todavía no han alcanzado ese punto: el proyecto está desarrollando las herramientas que podrían hacerlo posible, no un dispositivo comercial capaz de ofrecer ya ese análisis.

Las posibilidades tampoco se limitan al deporte. El investigador menciona aplicaciones clínicas, como el desarrollo de sensores relacionados con la fibrosis quística, así como usos en animales y plantas. En todos los casos, la viabilidad dependerá de adaptar el sensor a las sustancias que se necesite detectar.

Los dispositivos desarrollados hasta ahora miden entre 10 y 15 milímetros, aunque la impresión 3D permite modificar sus dimensiones y personalizar su forma. Esa versatilidad podría facilitar la creación de sensores más cómodos para los usuarios o adaptados a necesidades concretas.

El siguiente paso consiste en caracterizar los materiales y avanzar hacia un sistema de fabricación integrado. El equipo ya trabaja en la idea de diseñar impresoras específicas que combinen las dos tecnologías actuales y permitan producir el sensor completo en una sola máquina. El objetivo es simplificar el proceso y preparar el camino hacia el escalado industrial.

Por ahora no existen contactos con empresas, ya que la tecnología se encuentra en una fase temprana. Sin embargo, la prueba de concepto financiada por la Fundación Séneca puede servir para despertar el interés de la industria o facilitar que los propios investigadores impulsen una empresa de base tecnológica.

El objetivo se ha cumplido y este equipo de *UCAMSens* ha demostrado que se puede fabricar sensores de forma distinta y a un coste reducido. □