

Un proyecto del CSIC desarrolla un nuevo método de transferencia de datos magnéticos en 3D para obtener dispositivos nanoelectrónicos más eficientes

- El trabajo está desarrollado por un equipo internacional liderado por Amalio Fernández-Pacheco, investigador del CSIC en el Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón en España, y Luka Skoric, del Laboratorio Cavendish de la Universidad de Cambridge en Reino Unido
- Esta propuesta de ‘nanoascensor’ que interconecta los microchips tridimensionales del futuro responde a la creciente necesidad de la sociedad de almacenar grandes cantidades de información

(Zaragoza, 20 de mayo de 2022) Un proyecto internacional liderado por Amalio Fernández-Pacheco, investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en el Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA), instituto mixto CSIC-Universidad de Zaragoza, ha demostrado por primera vez un nuevo método de transferencia de datos magnéticos en 3D que hará que los dispositivos electrónicos sean más eficientes en el almacenamiento de información, dadas las necesidades crecientes de la sociedad en este sentido. De hecho, se estima que en 2025 las tecnologías de la información serán responsables del 20% del consumo de electricidad en todo el mundo, lo que requiere el desarrollo de nuevos tipos de dispositivos nanoelectrónicos que operen de forma más eficaz.

La espintrónica es una rama emergente de la nanoelectrónica que utiliza no solo la carga del electrón, sino también su momento angular intrínseco (su espín). Gracias a su carácter no volátil, su compatibilidad con los dispositivos semiconductores actuales y sus altas prestaciones para escritura y lectura de datos, los circuitos espintrónicos tienen un gran potencial para solucionar algunos de estos desafíos futuros. Sin embargo, a medida que los dispositivos nanoelectrónicos avanzan hacia un futuro donde se necesitan densidades ultraaltas de almacenamiento de información, se hacen necesarios nuevos mecanismos para interconectar de manera eficiente circuitos localizados en múltiples planos, lo cual es extremadamente complejo utilizando los métodos actuales.

El trabajo de Fernández-Pacheco, publicado recientemente en la revista *ACS Nano*, viene a proponer una solución a este problema. Junto con su estudiante de doctorado Luka Skoric, del Laboratorio Cavendish de la Universidad de Cambridge en Reino Unido, el investigador del CSIC ha desarrollado un nuevo concepto para la transferencia de datos magnéticos en tres dimensiones basado en efectos geométricos, que permite la interconexión de planos espintrónicos. “A diferencia de los dispositivos espintrónicos tradicionales, que usan pulsos de corriente para mover bits magnéticos, este mecanismo utiliza altos gradientes de espesor que dan como resultado el movimiento espontáneo de bits, sin la necesidad de aplicar ningún estímulo externo. Los datos magnéticos en estos dispositivos vienen codificados en forma de paredes de dominio magnéticas que se mueven de forma espontánea, es decir, sin ningún tipo de estímulo externo, voltaje o corriente eléctrica, a lo largo de nanointerconectores con forma de espiral”, explica Fernández-Pacheco. “Se puede pensar en este

efecto como si fuera un nanoascensor magnético que transmite información entre las plantas de un edificio. La geometría de los dispositivos lo hace todo”, añade.

Skoric, uno de los autores principales de la publicación, destaca que “hasta ahora, el movimiento de bits magnéticos en dispositivos espintrónicos, como la memoria *racetrack* propuesta por IBM, se basa en la aplicación de estímulos externos, normalmente pulsos de corriente eléctrica. La posibilidad de escalar estos dispositivos *racetrack* a tres dimensiones podría suponer una revolución para las tecnologías futuras, pero dicho escalado presenta grandes desafíos, desde su fabricación a la disipación de calor durante su funcionamiento. El movimiento espontáneo de paredes de dominio que demostramos en este trabajo constituye una forma robusta y flexible de mover bits en 3D”.

El movimiento espontáneo de paredes de dominio magnéticas había sido observado previamente en dispositivos espintrónicos 2D gracias a diversos mecanismos, desde gradientes de anchura a interacciones dipolares. En este trabajo, por primera vez y gracias a la impresión 3D a nanoescala de última generación, ha sido posible aprovechar los efectos geométricos 3D para este propósito. Este trabajo abre una nueva ruta para la integración de dispositivos espintrónicos 3D en microchips, además de nuevas vías para el desarrollo de dispositivos neuromórficos con ultra-alta interconectividad.

Los dispositivos de este trabajo científico se fabricaron en la Universidad de Cambridge mediante una **combinación de impresión 3D a nanoescala de última generación y de evaporación térmica**, y consisten en **estructuras en forma de espiral en 3D de varias micras de longitud y algunas decenas de nanómetros de diámetro**. Tras su fabricación, los dispositivos se investigaron en los sincrotrones ALBA y SOLEIL, en España y Francia respectivamente, donde se emplearon técnicas de microscopía de rayos X para observar directamente el movimiento espontáneo de las paredes del dominio. Dichos estudios experimentales se complementaron con simulaciones micromagnéticas desarrolladas en la Universidad de Viena.

El equipo internacional responsable de este trabajo está formado por miembros de la **Universidad de Cambridge y la Universidad de Glasgow (Reino Unido), el Consejo Superior de Investigaciones Científicas-CSIC (España), el Instituto Max Plank de química-física de sólidos en Dresde (Alemania), la Universidad de Viena (Austria), las Universidades de Oviedo y Zaragoza (España), y los sincrotrones SOLEIL (Francia) y ALBA (España)**.

Esta investigación ha recibido financiación de la Comunidad Europea en el marco del Programa Horizonte 2020, Contrato núm. 101001290, 3DNANOMAG.

Acerca del CSIC

La Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) es la mayor institución pública dedicada a la investigación en España y una de las primeras de Europa. Adscrita al Ministerio de Ciencia e

Innovación, su objetivo fundamental es desarrollar y promover investigaciones en beneficio del progreso científico y tecnológico, para lo cual está abierta la colaboración con entidades españolas y extranjeras. El motor de la investigación lo forman sus 123 centros e instituciones, distribuidos por todas las comunidades autónomas, y sus más de 13.000 trabajadores, de los cuales cerca de 3.000 son investigadores en plantilla. El CSIC cuenta con el 6% del personal dedicado a la investigación y el desarrollo en España, que genera aproximadamente el 20% de la producción científica nacional. Es responsable del 45% de las patentes solicitadas por el sector público en España y desde 2004 ha creado más de medio centenar de empresas de base tecnológica.

La delegación de CSIC en Aragón ostenta la representación institucional del CSIC en la comunidad, siendo la delegada, María Jesús Lázaro Elorri, la interlocutora del CSIC con las instituciones públicas y privadas de Aragón. En Aragón, el CSIC cuenta con cinco institutos y personal del centro nacional IGME, Instituto Geológico y Minero de España. Los cinco Institutos de nuestra Comunidad son la Estación Experimental de Aula Dei, el Instituto Pirenaico de Ecología y el Instituto de Carboquímica – propios del CSIC – y el Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón y el Instituto de Síntesis Química y Catálisis Homogénea – mixtos del CSIC y de la Universidad de Zaragoza-) que cuentan con más de 500 trabajadores, de los que 150 son investigadores en plantilla. En Zaragoza el Instituto Geológico y Minero de España cuenta con una sede.