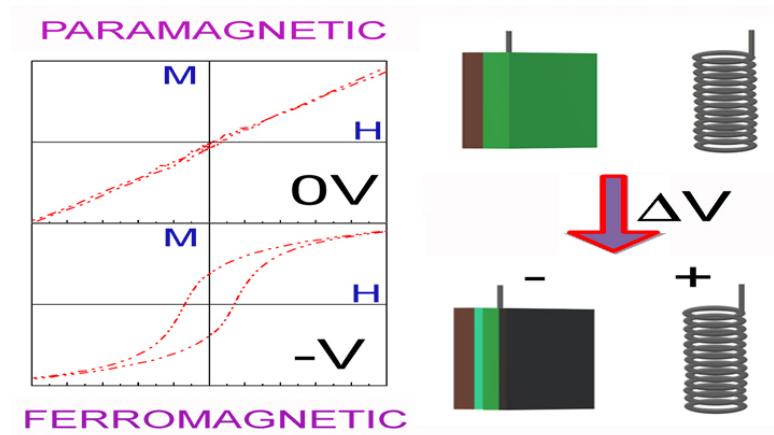


30/11/2018

## “Interruptor magnético”, inducción o supresión del ferromagnetismo mediante voltaje eléctrico



La manipulación magnética a través de campos eléctricos es una de las propuestas más prometedoras para reducir el consumo energético de nuestra sociedad. Investigadores del departamento de física de la UAB junto a otros grupos nacionales e internacionales han demostrado por primera vez la manera de inducir el ferromagnetismo (alteración de propiedades magnéticas) a temperatura ambiente en una capa de 100 nm de grosor de  $\text{Co}_3\text{O}_4$ . Hasta ahora, se tenían que utilizar materiales de movilidad iónica y por tanto, las temperaturas superaban la del ambiente incrementando así la cinética de los procesos implicados. Este artículo describe la posibilidad de un “interruptor magnético” controlado simplemente por la aplicación de voltaje eléctrico. Esta nueva perspectiva podría contribuir notablemente al desarrollo de tecnologías de bajo consumo.

En plena era digital, la sociedad actual se caracteriza por generar y gestionar enormes cantidades de información. El consumo energético asociado a las tecnologías de la información y la comunicación alcanzaba, ya en 2012, el 4.7% del total de energía producida en el mundo.

Con el incremento del volumen total de información generada es lógico esperar que la fracción total de energía consumida se incremente notablemente. Es por ello que el desarrollo de tecnologías de bajo consumo se hace cada vez más necesario. De las diferentes propuestas para abordar esta problemática, la manipulación magnética a través de campos eléctricos se erige como una de las más prometedoras. El interés de esta metodología se debe a que reduce drásticamente el uso de corriente eléctrica y, en consecuencia, minimiza las pérdidas de energía debido al efecto Joule.

Cuando un material magnético es sometido a un campo eléctrico, diferentes fenomenologías pueden ocurrir. Recientemente se ha observado que, bajo la aplicación de un campo eléctrico, se pueden alterar las propiedades magnéticas de una capa debido a una difusión controlada de oxígeno (fenómeno que se ha denominado "magneto-iónica"). Para ello, se utilizan materiales cuya movilidad iónica es especialmente notable, como lo son el óxido de hafnio o el óxido de gadolinio. Este método, contrario a la acumulación de carga o a los efectos magneto-elásticos convencionales, permite modificaciones no volátiles del magnetismo; es decir, después de retirar el campo eléctrico el material magnético no recupera el estado inicial. Pese a lo prometedor del método, en la mayoría de casos, los experimentos se han realizado a temperaturas por encima de la temperatura ambiente para incrementar la cinética de los procesos de difusión, que es de por sí bastante lenta.

En un trabajo recientemente publicado en la revista ACS Nano, liderado por investigadores de la Universidad Autónoma de Barcelona (Alberto Quintana, Enric Menéndez, Eva Pellicer y Jordi Sort, éste último también investigador ICREA), y en colaboración con varios grupos nacionales e internacionales, se demuestra la posibilidad de inducir ferromagnetismo a temperatura ambiente en una capa de 100 nm de Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (paramagnética a temperatura ambiente y antiferromagnética a bajas temperaturas) debido a la difusión controlada del propio oxígeno presente en el óxido. Es decir, el fenómeno se observa sin necesidad de utilizar donadores/sumideros de oxígeno como el óxido de hafnio o el de gadolinio; mediante aplicación de voltaje a través de un electrolito. Los autores sacan provecho de la formación de una doble capa eléctrica, cuyo reducido espesor (1 nm), permite obtener campos eléctricos por encima de 100 MV/cm. El proceso demuestra ser reversible a nivel magnético, estructural y composicional, a temperatura ambiente (los cambios observados pueden ser revertidos controladamente mediante voltaje de polaridad inversa). Esto da lugar a un "interruptor magnético" controlado con voltaje eléctrico. Además, los autores demuestran la complejidad del proceso de difusión mediante la caracterización de los defectos presentes en el material mediante la utilización de técnicas como la espectroscopía de vida media de aniquilación de positrones.

### **Alberto Quintana, Enric Menéndez, Eva Pellicer i Jordi Sort**

Departamento de Física

Facultad de Ciencias

Universitat Autònoma de Barcelona

[jordi.sort@uab.cat](mailto:jordi.sort@uab.cat)

### **Referencias**

Quintana, A., Menéndez, E., O. Liedke., M., Butterling, M., Wagner, A., Sireus,V., Torruella, P., Estradé, S., Peiró, F., Dendooven, J., Detavernier, C., D. Murray, P., Allen Gilbert, D., Liu, K., Pellicer, E., Nogues, J and Sort, J. (2018). **Voltage-Controlled ON-OFF Ferromagnetism at**

**Room Temperature in a Single Metal Oxide Film.** *ACS Nano*, 12 (10), 10291-10300.

DOI: [10.1021/acsnano.8b05407](https://doi.org/10.1021/acsnano.8b05407).

[View low-bandwidth version](#)