

REVOLUCIÓN SOBRE DISCO

La **espintrónica** ha permitido crear **los discos duros**

Martes 9 de octubre, 15:27 h. Asunto: Invitación. Mensaje: Herr Professor Grünberg y sus colegas invitan a todos los trabajadores del centro de investigación de Jülich a las 15:30 a una fiesta en el auditorio para celebrar la concesión del premio Nobel.

Por **Luis Carlos PARDO/Munich**, doctor en Ciencias Físicas por la UPC
luis.carlos.pardo@upc.edu

Creo que nunca he lamentado tanto perderme una fiesta: ¡que le den un premio Nobel a un miembro del centro de investigación donde estás trabajando no pasa cada día! Por desgracia, a pesar de formar parte del mismo instituto, el profesor Grünberg tiene su laboratorio en Jülich, cerca de Colonia, y yo trabajo en Munich... ¡A 400 km de la fiesta! De todos modos, me queda el consuelo de explicar cómo este científico alemán, junto con su compañero, el francés Albert Fert, ha revolucionado el mundo de los discos duros haciendo posible el nacimiento del iPod.

EL SPIN

Corría el año 1920 cuando dos científicos alemanes, Otto Stern y Walther Gerlach, realizaron un experimento que revolucionaría el mundo audiovisual. Éste constaba de un horno con plata en ebullición del que, por un pequeño agujero, salía un fino haz de átomos que atravesaba un campo magnético. Al pasar a través de éste, descubrieron que el haz se dividía en dos, cuando según las leyes de la física clásica no debería desviarse en absoluto. La primera explicación a este fenómeno la dio Ralph Kronig en 1925, pero fue tan duramente criticada por Wolfgang Pauli (uno de los fundadores de la mecánica cuántica), que Ralph Kronig no la publicó. ¿Qué pasaría si imaginásemos los electrones como pequeños imanes, causados por su movimiento de rotación? Años después se demostró que, efectivamente, Kronig tenía razón, y a este movimiento de rotación se le llamó *spin*.



Foto: Research Centre Jülich

El profesor Peter Grünberg, en su despacho del Centro de Investigación de Jülich

LA TRÓNICA

La corriente eléctrica no es más que un conjunto de electrones en movimiento, pero en su viaje, los electrones chocan con imperfecciones o con átomos que, debido a la temperatura, se están moviendo rápidamente. La conductividad eléctrica de un metal depende, por tanto, de las características del material y de su temperatura, pero... ¿Sería posible controlar las imperfecciones del mencionado metal a través de un campo magnético? Para responder a esta pregunta debemos aprender un poco más acerca de los metales.

A pesar de que todos los metales tienen en común que son buenos conductores de la electricidad, no todos se comportan igual ante campos magné-

ticos. En algunos metales, como en el hierro, todos los átomos se orientan a favor del campo magnético, razón por la que se les llama *ferromagnéticos*. En otros metales, la mitad de los átomos se orientan a favor del campo magnético, y la otra mitad en contra, por lo que no son atraídos por un imán, como sucede en el caso del aluminio. Pero lo que más nos interesa es cómo se comportan sus impurezas: mientras que en el caso de los materiales no magnéticos éstas son independientes del campo magnético aplicado, en los materiales ferromagnéticos, las imperfecciones impiden el movimiento de los electrones dependiendo de en qué dirección se aplique el campo magnético, y en esto se basan los dispositivos de la espintrónica.

ESPINTRÓNICA Y DISCOS DUROS

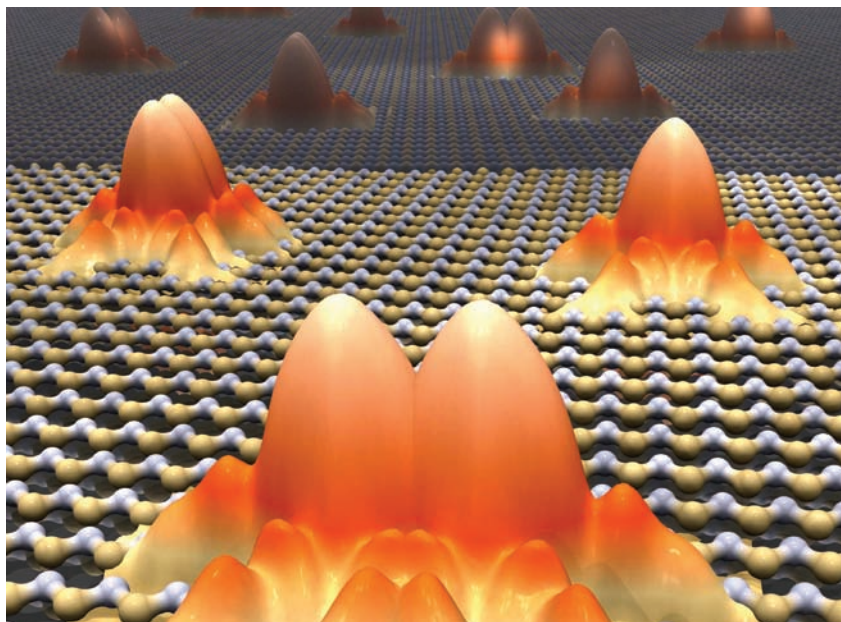
Tenemos hasta ahora: electrones, que son pequeños imanes que transportan la electricidad, y materiales ferromagnéticos, en los que el número de imperfecciones vistas por los electrones dependen de cómo se aplique un campo magnético. Mezclamos ahora estos dos ingredientes, y obtendremos la receta para fabricar las minúsculas cabezas lectoras que han permitido aumentar drásticamente la capacidad de los discos duros.

Al hacer pasar una corriente eléctrica a través de un material ferromagnético,

// Los discos combinan el magnetismo de los electrones y la magnetización del material

lo que sucede a nivel microscópico es que un torrente de electrones, con su correspondiente *spin*, pasan a través del metal chocando con las imperfecciones que se encuentran en el camino. La clave de la espintrónica es que estos choques dependen del *spin* de los electrones y de la magnetización del material. Si el *spin* del electrón (su pequeño imán asociado) se encuentra con una material magnetizado en su misma dirección, el electrón pasa libremente, mientras que si el material está magnetizado en contra, el electrón ve impedido su avance.

Una cabeza lectora de un disco duro actual se compone de un *sandwich* de dos materiales ferromagnéticos separados por un metal no magnético. De los dos materiales ferromagnéticos, uno de ellos puede cambiar la dirección de su magnetización muy fácilmente, mientras que el otro mantiene la suya inmutable. Al leer el disco, la orientación de los dominios magnéticos (los *bits*) cambia la dirección del material ferromagnético fácilmente magnetizable. Si la dirección del *bit* es tal que las dos partes del *sand-*



Esta imagen a nivel atómico reproduce visualmente el proceso de la espintrónica

wich se magnetizan paralelamente, la mitad de los electrones (los que tienen el *spin* paralelo a la magnetización) pasan sin problema. Cuando el *bit* se mueve en la dirección contraria, los materiales ferromagnéticos quedan magnetizados de forma opuesta, de manera que todos los electrones encuentran, en una u otra parte del ya mencionado *sandwich*, el campo magnético en su contra, lo que impide el paso de todos los electrones. El cambio en la orientación de los dominios magnéticos produce, por tanto, un cambio en la magnetización de la cabeza lectora, que se traduce en un cambio de

la resistencia al paso de la corriente que a su vez podemos medir y transformar en información.

El tamaño de mi cámara de vídeo, y de mi iPod viene, por tanto, determinado por el tamaño de la cabeza lectora, que gracias a los premios Nobel de este año se ha podido reducir drásticamente. Y todo gracias a una combinación del magnetismo intrínseco de las partículas que producen la electricidad, el *spin* de los electrones, y la magnetización del material por el que fluye dicha corriente eléctrica. Y yo, en Munich, sigo esperando a que haya otra fiesta ■

EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE JÜLICH

El Forschungszentrum Jülich se compone de más de 4.300 científicos, que trabajan en áreas tan diversas como la biotecnología o el desarrollo de nuevos materiales. El investigador Peter Grünberg forma parte de este centro, en concreto del instituto del estado sólido (IFF), en el que se desarrollan finas capas de materiales magnéticos como las usadas en las cabezas lectoras de los discos duros. Precisamente por esta investigación le ha sido concedido el premio Nobel de este año en Física.

