



Conseguir un control eléctrico del flujo de calor para una “electrónica” sin gasto de potencia

- Investigadores del Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona (ICMAB-CSIC) y del Instituto de Ciencia y Tecnología de Luxemburgo (LIST) han demostrado que la conductividad térmica puede ser controlada por un campo eléctrico externo.
- Un avance que permite prever una electrónica sin gastos de potencia mediante circuitos con fonones, que no necesitan fuente de alimentación.



En la fonónica el calor se convertiría en el elemento clave para la transmisión de energía.



Barcelona, 13 noviembre de 2019. La nueva demostración del equipo científico busca invertir el paradigma clásico de la electrónica, donde la información se transfiere con cargas y el calor se considera una pérdida de energía. A través de los fonones, vibraciones de la red cristalina que carecen de carga eléctrica, el calor se convertiría en el elemento clave para la transmisión de la energía y la información.

Investigadores del Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona (ICMAB-CSIC) y del Instituto de Ciencia y Tecnología de Luxemburgo (LIST) han demostrado que la aplicación de un campo eléctrico puede controlar la conductividad térmica de determinados materiales. Esta respuesta térmica permitiría utilizar los fonones para transferir información de una manera controlable y sin gastos de potencia.

“La posibilidad de modular de manera controlada el flujo de calor con campos eléctricos abre las puertas al diseño de circuitos térmicos, donde los fonones reemplazan a los electrones como portadores de información”, explica **Riccardo Rurali**, investigador del ICMAB que ha dirigido la investigación, y agrega que “la capacidad de alterar la conductividad térmica de un material tiene aplicaciones en el campo de las energías renovables, como la termoelectricidad”.

La manipulación de los fonones

Actualmente, la capacidad para controlar el transporte de calor en los materiales aislantes es limitada y consiste en modular la tasa de colisiones que experimentan los fonones portadores de calor. Este enfoque se persigue normalmente mediante el diseño de sistemas con distribuciones de defectos específicos o mediante la nanoestructuración del material. Sin embargo, se precisan enfoques alternativos que permitan una modulación dinámica de la conductividad térmica para crear dispositivos que actúen como puertas lógicas y transistores térmicos, lo que allanaría el camino para el procesamiento de la señal con fonones.

La mayor dificultad en la manipulación de los fonones se debe a que no poseen una carga neta o una masa, lo que dificulta controlar su propagación por medio de campos externos. Sin embargo, esto no siempre es cierto. Los aislantes y los semiconductores suelen presentar fonones polares -modos vibracionales que involucran átomos con diferentes cargas- que pueden ser modificados por un campo eléctrico externo, resultando en una modulación de la conductividad térmica. El avance permite una “electrónica” controlada a través del calor, si bien eliminar los electrones impide hablar de electrónica en modo estricto y se trataría de tecnologías de la información.



Los investigadores del ICMAB y LIST prosiguieron esta simple idea, inexplorada hasta la fecha, y demostraron que la conductividad térmica puede ser controlada por un campo eléctrico externo. “Cuando aplicamos un campo eléctrico a un material, podemos controlar los fonones, es decir, el flujo de calor. Esto ofrece más oportunidades al desarrollo de la fonónica”, afirma **Riccardo Rurali**.

Además, los científicos demostraron que la respuesta puede ser modificada por medio de deformaciones mecánicas del material. “Cuando se aplica una deformación al material, el campo eléctrico que hay que aplicar para conseguir la misma respuesta térmica es mucho menor”, afirma **Rurali**, y añade que “la ganancia es mucho más elevada”.

Estos avances permiten visualizar una electrónica sin gasto alguno de potencia, ya que el calor es omnipresente y los circuitos fonónicos no necesitarían ninguna fuente de alimentación.

Giant Electrophononic Response in PbTiO₃ by Strain Engineering

Pol Torres, Jorge Íñiguez, and Riccardo Rurali

Physical Review Letters **123**, 185901 (2019)

[Enlace aquí](#)

Electric control of the heat flux through electrophononic effects

Juan Antonio Seijas-Bellido, Hugo Aramberri, Jorge Íñiguez, and Riccardo Rurali

Physical Review B **97**, 184306 (2018)

[Enlace aquí](#)