



Tecnologías Cuánticas en el INMA

SENSORES CUÁNTICOS

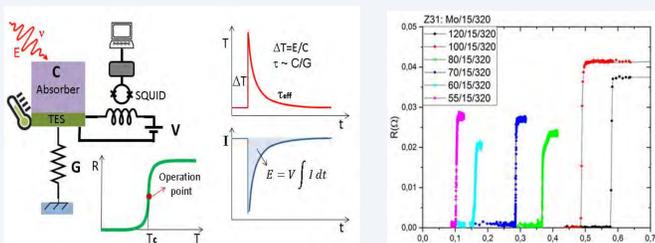
La estrategia europea de tecnologías cuánticas describe 3 grandes áreas en que estas tecnologías pueden revolucionar nuestras vidas. Quizá las más conocidas sean la computación y la comunicación cuánticas, pero otra igualmente importante es la de sensores cuánticos. En el INMA trabajamos en 2 líneas desarrollando dispositivos novedosos en este ámbito:

1. Sensores TES (Transition Edge Sensors) como sensores de luz y radiación ultrasensibles
2. Sensores SQUID (Superconducting Quantum Interference Devices) como sensores magnéticos

Un sensor es un objeto capaz de transformar información física en una señal eléctrica

¿Qué es un TES? Es un termómetro ultra-sensible

Un TES se basa en un material superconductor polarizado en la transición entre el estado superconductor (resistencia nula) y el estado normal. Esta transición es tan abrupta que, pequeños cambios de temperatura, provocan grandes cambios de resistencia, convirtiéndolo en un termómetro muy sensible.



Los TES pueden medir con extrema precisión la energía de radiación incidente en rangos desde el infrarrojo hasta los rayos gamma. En el grupo QMAD desarrollamos TES para el rango de los rayos X y del infrarrojo usando Molibdeno y Oro.



Se fabrican en nuestras instalaciones con las técnicas de nanofabricación más avanzadas y se operan a tan solo 100 milésimas de grado por encima del cero absoluto.

¿Qué es un SQUID? Es un sensor magnético ultra-sensible

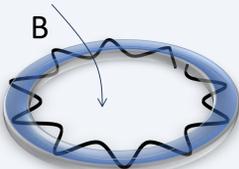
El funcionamiento de un SQUID combina el comportamiento de un material superconductor con forma de anillo y el efecto de una (o más) uniones Josephson:

- 1 - Los electrones superconductores se comportan como una onda de luz coherente

Las ondas tienen crestas y valles

- 2 - Las uniones Josephson son uniones débiles entre dos superconductores.

iii Son la base de muchas aplicaciones en tecnologías cuánticas !!!

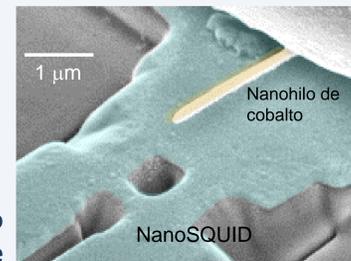


Aplicamos un campo magnético B minúsculo → La coherencia entre crestas y valles se "rompe" en la unión

El SQUID se ve forzado a crear una corriente proporcional al campo para arreglar ese "desajuste", convirtiéndose en un sensor que transforma campo magnético en corriente o voltaje.

NanoSQUIDs bajo condiciones muy exigentes

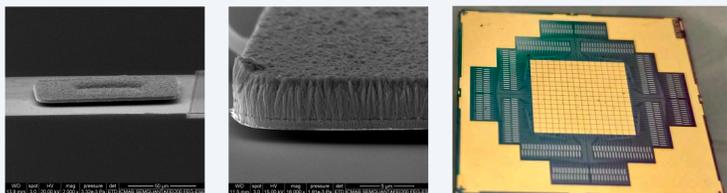
Los SQUIDs convencionales funcionan a temperaturas de helio líquido (-269 °C) y son muy sensibles a las condiciones de operación. En el INMA desarrollamos SQUIDs capaces de operar a temperaturas mucho más altas, tanto que el nitrógeno líquido es suficiente para hacerlos funcionar (-195 °C).



Disminuyendo el tamaño anillo todo lo posible lo hacemos todavía más sensible

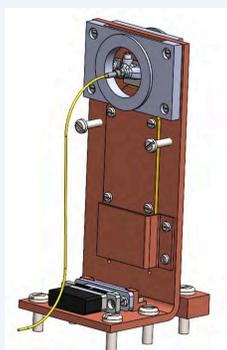
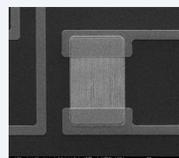
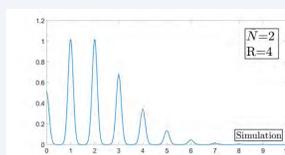
TESs para Rayos X

Cada elemento de la tabla periódica emite rayos X con energías características. Eso permite hacer análisis de materiales incluso a distancia. Nuestros TES podrían usarse en misiones espaciales para el estudio del Universo, como ATHENA de la ESA o en laboratorios en Tierra para el estudio preciso de materiales.



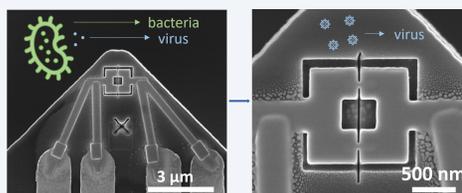
TESs para Infrarrojo

También trabajamos para adaptar los TES al rango infrarrojo y poder contar con gran precisión el número de 'fotones', por ejemplo, en comunicaciones cuánticas. Aunque la tecnología base es la misma, los retos de esta aplicación requieren nuevas ideas y soluciones.

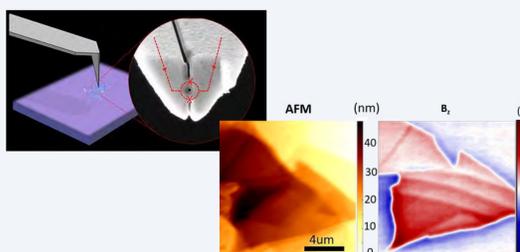


NanoSQUIDs para estudio de materiales

Un haz de iones focalizados nos permite fabricar SQUIDs de tamaño nanométrico en sustratos complejos. Pueden ser del tamaño de una bacteria, ¡con elementos más pequeños incluso que un virus!

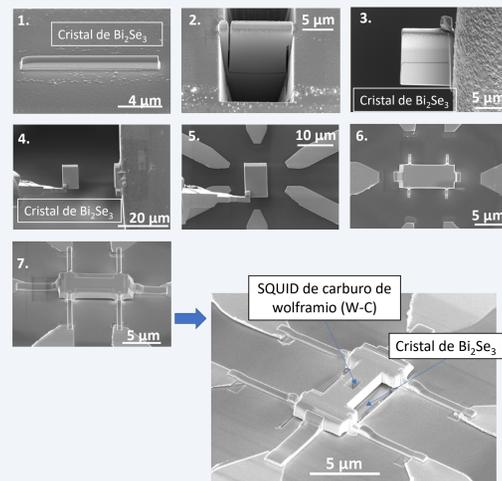


En el INMA aprovechamos estas ventajas para fabricarlos en la punta de pequeñas sondas que nos permiten estudiar las propiedades magnéticas de materiales 2D con mucho detalle.



NanoSQUIDs para computación cuántica

Los SQUIDs tienen propiedades que son interesantes también para el desarrollo de computadores cuánticos. En el INMA estudiamos su combinación con materiales aislantes topológicos, en forma de cristales puros, para estudiar su comportamiento y posibles aplicaciones en este campo.



¿Quieres saber más?
Visita la página web del INMA