



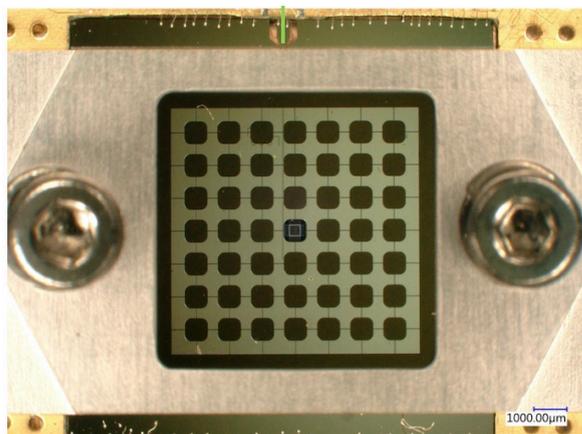
European Research Council
Established by the European Commission

Quantum Optomechanics in 3D

Resultados resumidos

Un dispositivo puente para acoplar circuitos cuánticos a equipos mecánicos

El nuevo sistema optomecánico de QOM3D acopla el movimiento de un diminuto tambor vibratorio a señales de microondas cuánticas. Junto con las innovaciones en los circuitos superconductores, tiene potencial para la detección cuántica de campos gravitacionales cuánticos y para la computación cuántica.



© Gary Steele and Sarwan Peiter

La optomecánica es una rama de la física en la que las microondas detectan y controlan la posición de [resonadores mecánicos](#) u osciladores, a nivel cuántico, lo que significa que los investigadores pueden tanto «oír» fluctuaciones cuánticas como programar estados cuánticos.

«Lo anterior nos ofrece la oportunidad de explorar un territorio desconocido: la superposición cuántica de objetos "pesados". Las superposiciones cuánticas, en las que se combinan diferentes estados cuánticos, están bien establecidas para elementos "ligeros" como átomos, fotones o electrones individuales, pero se han mostrado esquivas para los elementos más pesados del mundo de la física clásica», explica Gary Steele, coordinador del proyecto QOM3D, financiado por el [Consejo Europeo de Investigación](#).

El diseño del chip de membrana «volteado» de QOM3D de un oscilador capaz de explorar los efectos gravitacionales alcanzó un [factor de calidad ultraalto](#) de

sesenta millones.

El equipo también desarrolló nuevas técnicas para utilizar qubits superconductores, o bits cuánticos, para enfriar y crear estados cuánticos de radiofrecuencia.

Movimiento browniano

Según el [movimiento browniano de energía térmica](#), nuestro mundo está caliente. En consecuencia, todos los objetos vibran, incluidos los mecánicos, ya que las moléculas de aire rebotan continuamente en ellos.

Estos movimientos pueden detectarse con las herramientas sensibles de la optomecánica, aunque el objeto seleccionado se enfríe hasta 10 miligrados por encima del cero Kelvin absoluto (-273,16 °C, 0 K), lo que se conoce como [«estado básico»](#).

Según la física clásica, el movimiento browniano se detiene en el cero Kelvin. Sin embargo, una de las predicciones más espectaculares de la mecánica cuántica es que, incluso en ese punto, sigue habiendo vibración debido al «ruido cuántico». Uno de los objetivos de QOM3D era encontrar pruebas de ello.

Acortar la brecha de la frecuencia

Los osciladores de QOM3D eran, de hecho, pequeños tambores mecánicos vibratorios formados por una membrana estirada bajo tensión.

Se aplicó una capa de metal como revestimiento a la parte superior del tambor y luego se le dio la vuelta sobre otro chip. Este [circuito LC](#) superconductor, colocado en un dispositivo especial conocido como cavidad resonante, puede acoplarse a las vibraciones mecánicas del tambor para permitir que la cavidad capte las señales de microondas que emite el circuito LC.

El acoplamiento permitirá a los investigadores utilizar las señales de microondas para detectar y, en última instancia, controlar a nivel cuántico, las vibraciones del tambor.

Para controlar los estados cuánticos, QOM3D experimentó con la tecnología de qubits superconductores desarrollada para la computación cuántica. «Nuestro diseño radical no se parecía en nada a los qubits habituales, pero conseguimos unos [resultados espectaculares](#)», añade Steele.

Para poder controlar un dispositivo mecánico a nivel cuántico, habría que superar un importante reto: un fenómeno conocido como la «brecha de frecuencia».

Como los qubits funcionan a frecuencias electromagnéticas de gigahercios (GHz) y el tambor mecánico, a frecuencias de radio de megahercios (MHz), se necesita un puente entre ambos para lograr el acoplamiento.

El equipo experimentó con el acoplamiento de qubits de GHz a circuitos eléctricos que funcionan a las mismas frecuencias de MHz que los tambores. Se observaron fluctuaciones cuánticas a frecuencias de MHz y también se logró enfriar las señales de MHz hasta su estado básico cuántico y programar estados de superposición cuántica en las oscilaciones de MHz, lo que puso de manifiesto la existencia de ruido cuántico.

«El fuerte acoplamiento de los qubits a los dispositivos eléctricos de MHz de nuestro dispositivo de prueba de concepto es prometedor de cara a vincular circuitos cuánticos y dispositivos mecánicos en el futuro», señala Steele. «Es apasionante para una serie de aplicaciones, como la resonancia magnética nuclear o la obtención de imágenes por resonancia magnética, o para sensores cuánticos hipersensibles que podrían, por ejemplo, medir campos gravitacionales cuánticos».

Esta última posibilidad abriría la puerta a la exploración de un problema fundamental en nuestra comprensión actual de las leyes de la naturaleza: la incompatibilidad de la mecánica cuántica con la teoría de la relatividad general de Einstein, que describe la gravedad.

Palabras clave

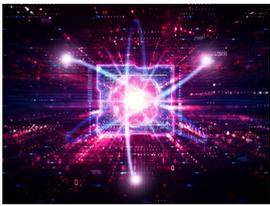
QOM3D, cuántica, resonador mecánico, oscilador, superposición, gravitación, chip, movimiento browniano, optomecánica, microondas

Descubra otros artículos del mismo campo de aplicación



[Presentación del mayor procesador fotónico cuántico hasta la fecha](#)





Un gran avance para la comunicación cuántica a larga distancia



Los investigadores en ciencia de los datos pasarán el día en las nubes



Enviar información cuántica de Alice a Charlie



Información del proyecto

QOM3D

Identificador del acuerdo de subvención:
681476

[Sitio web del proyecto](#)

DOI
[10.3030/681476](https://doi.org/10.3030/681476)

Proyecto cerrado

Financiado con arreglo a

EXCELLENT SCIENCE - European Research
Council (ERC)

Coste total

€ 1 999 594,00

Aportación de la UE

€ 1 999 594,00

Coordinado por

Fecha de la firma de la CE

4 Abril 2016

TECHNISCHE UNIVERSITEIT
DELFT

 Netherlands

Fecha de inicio

1 Julio 2016

**Fecha de
finalización**

30 Junio 2021



Última actualización: 17 Diciembre 2021

Permalink: <https://cordis.europa.eu/article/id/435459-a-bridging-device-for-coupling-quantum-circuits-to-mechanical-devices/es>

European Union, 2025