



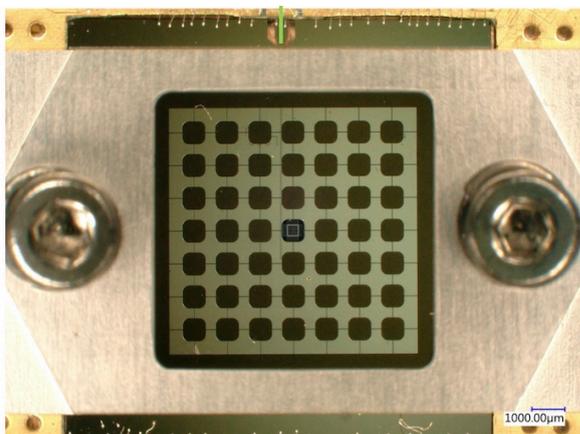
European Research Council
Established by the European Commission

Quantum Optomechanics in 3D

Risultati in breve

Un dispositivo ponte per l'accoppiamento di circuiti quantistici a dispositivi meccanici

Il nuovo sistema optomeccanico di QOM3D accoppia il movimento di un minuscolo tamburo vibrante a segnali quantistici a microonde. Insieme alle innovazioni nei circuiti superconduttori, esso presenta un potenziale per il rilevamento quantistico dei campi gravitazionali e per il calcolo quantistico.



© Gary Steele and Sarwan Peiter

L'optomeccanica è una branca della fisica in cui le microonde rilevano e controllano la posizione di [risonatori meccanici](#) o oscillatori, a livello quantistico, il che significa che i ricercatori possono sia «sentire» le fluttuazioni quantistiche che programmare gli stati quantistici.

«Questo ci dà l'opportunità di esaminare un territorio inesplorato: la sovrapposizione quantistica di oggetti "pesanti". Le sovrapposizioni quantistiche, in cui sono combinati diversi stati quantistici, sono ben consolidate per elementi "leggeri" come atomi, fotoni o singoli elettroni, ma restano sfuggenti per gli elementi più pesanti del mondo della fisica classica», spiega Gary Steele, coordinatore del progetto QOM3D, che è stato finanziato dal [Consiglio europeo della ricerca](#).

La progettazione del chip a membrana «capovolto» di QOM3D di un oscillatore in grado di analizzare gli effetti gravitazionali ha raggiunto un [fattore di merito ultra-elevato](#) di 60 milioni.

Il team ha anche sviluppato nuove tecniche per utilizzare qubit superconduttori, o bit quantici, per raffreddare e creare stati quantici a radiofrequenza.

Moto browniano

Secondo il [moto browniano dell'energia termica](#), il nostro mondo è caldo. Di conseguenza, tutti gli oggetti vibrano, compresi quelli meccanici, poiché le molecole d'aria rimbalzano continuamente su di essi.

Questi movimenti possono essere rilevati con gli strumenti sensibili dell'optomeccanica, anche quando l'oggetto bersaglio è raffreddato a 10 milligradi sopra lo zero assoluto Kelvin (-273,16 °C, 0 K), condizione nota come [«stato fondamentale»](#).

Secondo la fisica classica, il moto browniano si ferma a zero Kelvin. Tuttavia, una delle previsioni più spettacolari della meccanica quantistica sostiene che anche in questo caso le cose continuano a vibrare, a causa del «rumore quantico». Uno degli obiettivi di QOM3D era di trovare prove in merito.

Colmare il divario di frequenza

Gli oscillatori del QOM3D erano effettivamente dei minuscoli tamburi meccanici vibranti formati da una membrana ben tesa.

Uno strato di metallo rivestiva la parte superiore del tamburo, per poi essere capovolto su un altro chip. Posto in un dispositivo speciale noto come cavità risonante, questo [circuito LC](#) superconduttore è in grado accoppiarsi alle vibrazioni meccaniche del tamburo permettendo alla cavità di catturare i segnali a microonde emessi dal circuito LC.

L'accoppiamento permetterà ai ricercatori di utilizzare i segnali a microonde per rilevare, e infine controllare a livello quantistico, le vibrazioni del tamburo.

Per il controllo degli stati quantici, QOM3D ha sperimentato la tecnologia dei qubit superconduttori sviluppata per il calcolo quantico. «La nostra progettazione radicale non somigliava affatto ai soliti qubit, ma abbiamo ottenuto [risultati spettacolari](#)», aggiunge Steele.

Prima di riuscire a controllare un dispositivo meccanico a livello quantistico, è necessario superare una sfida significativa: un fenomeno noto come «divario di frequenza».

Poiché i qubit operano a frequenze elettromagnetiche di gigahertz (GHz) e il tamburo meccanico a frequenze radio di megahertz (MHz), è necessario un ponte tra i due per ottenere l'accoppiamento.

Il team ha sperimentato l'accoppiamento di qubit da GHz a circuiti elettrici che operano alle stesse frequenze MHz dei tamburi, osservando fluttuazioni quantistiche alle frequenze MHz e riuscendo anche a raffreddare i segnali MHz al loro stato fondamentale quantistico e a programmare stati di sovrapposizione quantistica nelle oscillazioni MHz, evidenziando l'esistenza del rumore quantico.

«Il forte accoppiamento dei qubit ai dispositivi elettrici Mhz da parte del nostro dispositivo proof of concept mostra la promessa di collegare i circuiti quantistici e i dispositivi meccanici nel futuro», osserva Steele. «Questo è entusiasmante per una serie di applicazioni, quali la risonanza magnetica nucleare o la risonanza magnetica per immagini, o per sensori quantistici ipersensibili che potrebbero, per esempio, misurare i campi gravitazionali quantistici.»

Quest'ultima possibilità aprirebbe la porta all'analisi di un problema fondamentale della nostra attuale comprensione delle leggi della natura: l'incompatibilità della meccanica quantistica con la teoria della relatività generale di Einstein, che descrive la gravità.

Parole chiave

[QOM3D](#)

[quanto](#)

[risonatore meccanico](#)

[oscillatore](#)

[sovrapposizione](#)

[gravitazione](#)

[chip](#)

[moto browniano](#)

[optomeccanica](#)

[microonde](#)

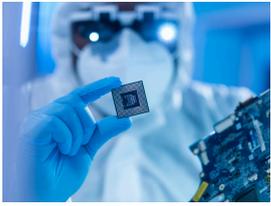
Scopri altri articoli nello stesso settore di applicazione



Gettare le basi per le piattaforme di computer quantici con il supporto dei qubit di Andreev

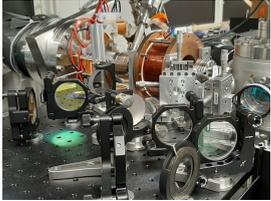
4 Ottobre 2024





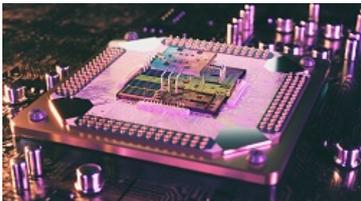
Il controllo della luce su scala nanometrica potrebbe rivoluzionare le TIC

29 Dicembre 2023



Impulsi laser ultraveloci fanno luce sul futuro dell'informatica

29 Gennaio 2021



Reti quantistiche: il segreto della comunicazione del futuro

23 Marzo 2018



Informazioni relative al progetto

QOM3D

ID dell'accordo di sovvenzione: 681476

[Sito web del progetto](#)

DOI

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

Progetto chiuso

Finanziato da

EXCELLENT SCIENCE - European Research Council (ERC)

Costo totale

€ 1 999 594,00

Contributo UE

€ 1 999 594,00

Coordinato da

Data della firma CE

4 Aprile 2016

TECHNISCHE UNIVERSITEIT
DELFT

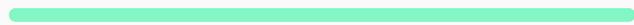
 Netherlands

Data di avvio

1 Luglio 2016

**Data di
completamento**

30 Giugno 2021



Ultimo aggiornamento: 17 Dicembre 2021

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

European Union, 2025