



## Desenvolupen la primera font quantica de parelles de fotons basada en una plataforma de fibra de nucli de silici

Un equip d'investigadors de l'ICFO i del Royal Institute of Technology (KTH) de Suecia ha presentat en la revista *APL Photonics* la primera demostració d'una font de parelles de fotons basada en una fibra de nucli de silici. Aquesta nova plataforma ofereix una combinació única de baixes pèrdues de propagació, un alta no-linealitat i compacitat. Tots aquests elements la converteixen en una candidata prometedora per a aplicacions quàntiques escalables.

October 01, 2024

Les tecnologies quàntiques exigeixen fonts de fotons amb unes característiques determinades: alta lluminositat, pèrdues mínimes i una alta escalabilitat. Si bé les òptiques voluminoses i els circuits integrats fònics de silici (PICs per les seves sigles en anglès) han estat les opcions tradicionals quan s'utilitzen els efectes paramètrics no lineals de tercer

ordre, sovint aquests no compleixen amb tots els criteris demandats al mateix temps. No obstant això, les fibres de nucli de silici estan demostrant tenir un gran potencial com a plataforma d'aplicacions quàntiques, especialment en l'àmbit de les comunicacions quàntiques. El material altament no lineal del nucli, és a dir, el silici, juntament amb les baixes pèrdues de propagació i acoblament de l'estructura de la fibra, fan que aquestes fibres de nucli de silici siguin una opció atractiva per aconseguir els estàndards requerits per les tecnologies quàntiques.

Els investigadors de l'ICFO, i membres del projecte NANO-GLASS, **Davide Rizzotti**, **Stefano Signorini** i el professor **ICREA Valerio Pruneri**, juntament amb **Clarissa Harvey** i el professor **Michael Fokine**, investigadors del Royal Institute of Technology (KTH) de Suècia, han pogut fabricar i demostrar per primera vegada una font quàntica de fotons basada en la mescla espontània de quatre ones (SFWM per les seves sigles en anglès) en una fibra de nucli de silici. Els autors han descrit la fabricació i caracterització del nou dispositiu en un estudi publicat recentment en la revista APL Photonics. La nova font quàntica combina les baixes pèrdues i el baix cost de la plataforma de fibra amb l'alta no linealitat i compacitat dels PICs de silici.

Per a dur a terme l'experiment, els investigadors van fabricar una fibra de nucli de silici de 58 µm de llarg amb un nucli de silici cristal·lí d'1 µm de diàmetre. Un revestiment de sílice per envoltava al nucli de la fibra. En bombejar la fibra amb un laser d'ona contínua de 1551 nm (una longitud d'ona que s'utilitza en les telecomunicacions), van generar parelles de fotons a través de SFWM. Mitjançant un sistema de filtres, es van separar els fotons de senyal i els inactius en dos canals de telecomunicacions, i es van utilitzar dos detectors per recollir-los per separat. Finalment, un dispositiu d'etiquetatge de temps va mesurar les coincidències entre els detectors de fotons, una tècnica estàndard per estudiar la correlació entre parelles de fotons generades.

Per a caracteritzar les pèrdues de la fibra de nucli de silici en ser utilitzada com a font de llum quàntica, l'equip va desenvolupar un nou mètode que estima directament les pèrdues d'acoblament i propagació. Aquest nou enfocament va permetre estimar les pèrdues sense la necessitat de fibres auxiliars o tècniques destructives, com ara la tècnica estàndard de tall. La fibra de nucli de silici va rendir de manera excepcional, operant a temperatura ambient i aconseguint una brillantor intrínseca de 570 kHz/nm/mW<sup>2</sup> i baixes pèrdues de propagació, situades en els 0,3 dB/cm, unes xifres més baixes que les exhibides pels actuals PICs de silici. A més, una relació de coincidència a accidental (CAR) mesurada de 133, un paràmetre que estima la relació senyal-soroll de les fonts de parelles de fotons, mostra que el dispositiu desenvolupat compleix amb els requisits per a aplicacions quàntiques pràctiques. Segons escriuen els autors de l'estudi, aquestes baixes pèrdues de propagació "aplana el camí per a fonts quàntiques basades en fibres efectives en la banda de les telecomunicacions". A més, destaquen també el potencial d'aquesta plataforma per a futures aplicacions, particularment en el camp de les comunicacions quàntiques.

**«En caracteritzar la brillantor i les pèrdues de propagació de la font de parelles de fotons, hem demostrat com les fibres de nucli de silici poden tancar la bretxa tecnològica i d'aplicació existent entre els PICs i les fibres òptiques», explica Davide Rizzotti, el primer autor de l'estudi. «Les noves fonts basades en fibres de nucli de silici tenen un gran potencial com a font quàntica gràcies a l'alta no linealitat del silici i el potencial que tenen d'integrar-se sense pèrdues en la xarxa de fibra òptica existent».**

**«Es clar que en la fònica quàntica no existeix una plataforma de material ideal, i es necessiten solucions híbrides per a garantir dispositius escalables i eficients. Aquest estudi destaca el potencial de la fibra de nucli de silici com a component clau en les futures tecnologies quàntiques híbrides», afegeix Stefano Signorini, investigador de ICFO i coautor de l'article.**

**«Si bé són necessaris esforços addicionals per a reduir les pèrdues i millorar l'escalabilitat de la plataforma, el nostre estudi representa un pas significatiu cap a la realització del ple potencial de les fibres de nucli de silici en aplicacions quàntiques pràctiques, especialment en el camp de les comunicacions quàntiques», conclou Valerio Pruneri, professor ICREA en ICFO i coautor de l'estudi.**

Aquest treball s'ha realitzat com a part del projecte de recerca individual de Davide Rizzotti dins del projecte europeu NANO-GLASS. La recerca de Rizzotti se centra en l'estudi i desenvolupament de nous dispositius de fibra per a comunicacions quàntiques, amb l'objectiu d'aconseguir dispositius de molt baixa pèrdua. De fet, les baixes pèrdues de propagació i acoblament poden portar beneficis significatius en la preservació dels senyals quàntics i augmentar l'eficiència de les comunicacions quàntiques. Aquesta recerca s'ha realitzat també en el marc del consorci Quantum Secure Network Partnership (QSNP), un projecte europeu impulsat per la iniciativa Quantum Flagship que té com a objectiu desenvolupar una nova tecnologia de criptografia quàntica per a realitzar la transmissió i l'intercanvi d'informació a través d'Internet de manera segura.

### **Acknowledgements**

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under the Marie Skłodowska-Curie Grant Agreement No. 956419. This work was funded by the Swedish Foundation for Strategic Research (Grant No. RMA15-0135), the Horizon 2020 Framework Program (Grant Nos. 820466 and 820405), and the European Union (Grant Nos. QSNP 101114043 and ONAIR 101065309). Views and opinions expressed are, however, those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union, European Commission-EU or European Research Executive Agency (REA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them. This project is funded by the Departament de Recerca i Universitats de la Generalitat de Catalunya (2021 SGR 01458). This work was partially funded by CEX2019-000910-S (MCIN/AEI/10.13039/501100011033), Fundació Cellex, Fundació Mir-Puig, and Generalitat de

Catalunya through CERCA. This study was supported by MCIN with funding from European Union NextGenerationEU(PRTR-C17.11)- Plan Complementario de Comunicaciones Cuánticas - and by Generalitat de Catalunya.

**Article original**

Davide Rizzotti, Stefano Signorini, Clarissa Harvey, Michael Fokine and Valerio Pruneri. (2024)

**Silicon core fibers: a new platform for quantum light generation.** APL Photonics. DOI:

<https://doi.org/10.1063/5.0220647>