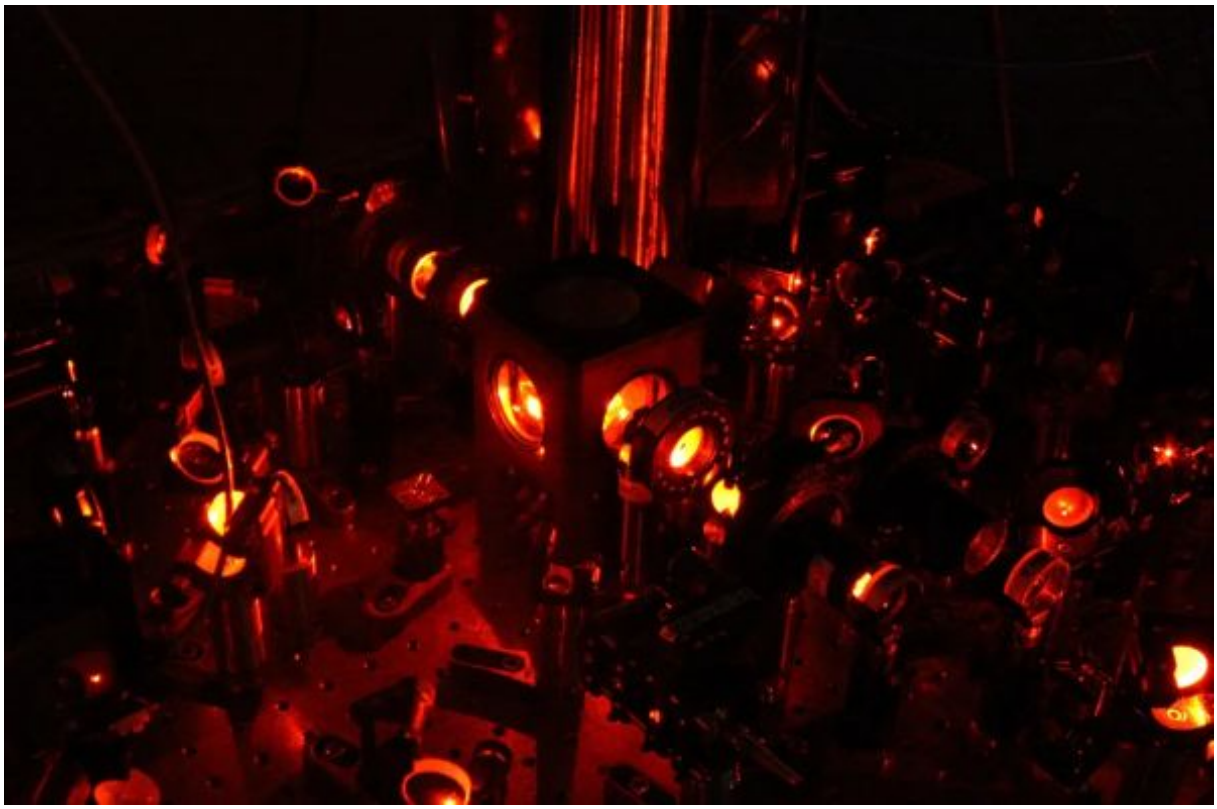


Interconnectant memories quantiques per a la internet quantica

L'entrellacament quantic no es nomes una de les caracteristiques mes fascinants de la mecanica quantica, sino tambe la pedra angular de moltes aplicacions amb un gran potencial de futur, com ara la possibilitat d'interconnectar ordinadors o sensors quantics distants, o garantir comunicacions ultra-segures. Investigadors de l'ICFO han assolit recentment una fita cap a la distribucio de l'entrellacament a llargues distancies, cosa que podria esdevenir un dels blocs fonamentals d'una internet quantica a escala mundial. Els resultats es presenten a Physical Review X.

October 07, 2025

L'entrellacament es transmet mitjancant particules individuals de llum, o fotons, que viatgen a traves de canals optics com les fibres optiques, els quals estan subjectes a perdues inevitables. Per mitigar-ho, fa unes quantes decades es van proposar analegs quantics dels repetidors classics, que son omnipresents a les telecomunicacions optiques actuals. En

particular, els repetidors quantics busquen estendre la comunicacio quantica a grans distancies. Per aconseguir-ho, distribueixen el recurs quantic de l'entrellacament a traves de petits segments successius, on les perdues son menors, i a cada segment aquest entrellacament s'emmagatzema en uns dispositius anomenats memories quantiques. Investigadors de l'ICFO, en **Jonathan Hanni,** l'**Alberto Rodriguez-Moldes,** el **Dr. Felicien Appas,** el **Dr. Soeren Wengerowsky,** el **Dr. Dario Lago-Rivera,** el **Dr. Markus Teller,** el **Dr. Samuele Grandi**, dirigits pel **Prof. ICREA Hugues de Riedmatten, han implementat ara un enllac d'entrellacament entre dos memories quantiques d'estat solid amb recuperacio sota demanda com a prova de concepte**, un element fonamental per a la realitzacio de **repetidors quantics**.

L'entrellacament es crea utilitzant fonts de parells de fotons a cada node, emmagatzemant un foto a les memories quantiques mentre que l'altre foto (amb una longitud d'ona de telecomunicacions) s'envia a una estacio central on es detectat d'una manera especial, la qual esborra la informacio sobre el seu origen. Aquesta deteccio anuncia la presencia d'entrellacament a les memories quantiques, el qual s'emmagatzema i es recupera sota demanda, podent-se ajustar el moment de recuperacio a conveniencia.

Aquesta capacitat d'emmagatzemar i recuperar l'entrellacament a peticio es una caracteristica crucial per a la sincronitzacio temporal de les diferents seccions d'un repetidor quantic, i representa un dels principals assoliments de l'estudi, que ha estat publicat recentment a Physical Review X. El tipus de memories utilitzat pels investigadors (un cristall dopat amb terres rares) permet la distribucio de l'entrellacament de manera multiplexada en el temps, cosa que significa que es poden emprar multiples i¿½vacantsi¿½ temporals din de la mateixa memoria quantica per intentar generar entrellacament. Aixo, al seu t rn, incrementa la taxa de distribucio d'entrellacament, tal com es va demostrar a l'est di. Amb el rendiment actual del sistema, ja es podria implementar un enllac quantic de dive sos quilometres. Els investigadors esperen que futures millores permetin estendre aqu sta distancia a diverses desenes de quilometres, cosa que eventualment possibilitari la connexio de ciutats distants. Segons el Dr. Felicien Appas, un dels primers coautor de l'estudi: i¿½Aquests resultats estableixen la nostra arquitectura com un candidat princip l per a la implementacio de la futura internet quantica, un esdeveniment al qual espere , amb gran entusiasme, poder contribu

Referencia:

Hanni, A. E. Rodriguez-Moldes, F. Appas, S. Wengerowsky, D. Lago-Rivera, M. Teller, S. Grandi, H. de Riedmatten, Heralded entanglement of on-demand spin-wave solid-state quantum memories for multiplexed quantum network links, PRX **15**, 041003 (2025).

DOI: https://doi.org/10.1103/wvv1-6lg8

Acknowledgements:
This project received funding from Gordon and Betty Moore Foundation (GBMF7446 to H.?d.?R); Agencia de Gestio d'Ajuts Universitaris i de Recerca; Centres de Recerca de Catalunya; Fundacio Privada MIR-PUIG; Fundacion Cellex; Ministerio de Ciencia e Innovacion with funding from European Union NextGeneration funds (MCIN/AEI/10.13039/501100011033, PLEC2021-007669 QNetworks, PRTR-C17.I1- Plan Complementario de Comunicaciones Cuanticas); Agencia Estatal de Investigacion (PID2023-147538OB-I00, Severo Ochoa CEX2019-000910-S); European Union research and innovation program within the Flagship on Quantum Technologies through Horizon Europe project QIA-Phase 1 under Grant Agreement No. 101102140 and from the Secretariat of Digital Policies of the Government of Catalonia-G.A. GOV/51/2022. F.?A. and M.?T. acknowledge funding from the European Union's Horizon 2022 research and innovation programme under the Marie Sklodowska-Curie Grant Agreements No. 101104148 (IQARO) and No. 101103143 (2DMultiMems), respectively. S.?G. acknowledges funding from i¿½la Caixai¿½ Foundation (ID 100010434; fellowship code No. LCF/BQ/PR23/11980044). J.?H. acknowledges funding rom the i¿½Secretaria d'Universitats i Recerca del Departament de Recerca i Universitats de la Generalitat de Catalunyai¿½ under Grant No. 2024 FI-2 00059, as well as the Europea Social Fund Plus.