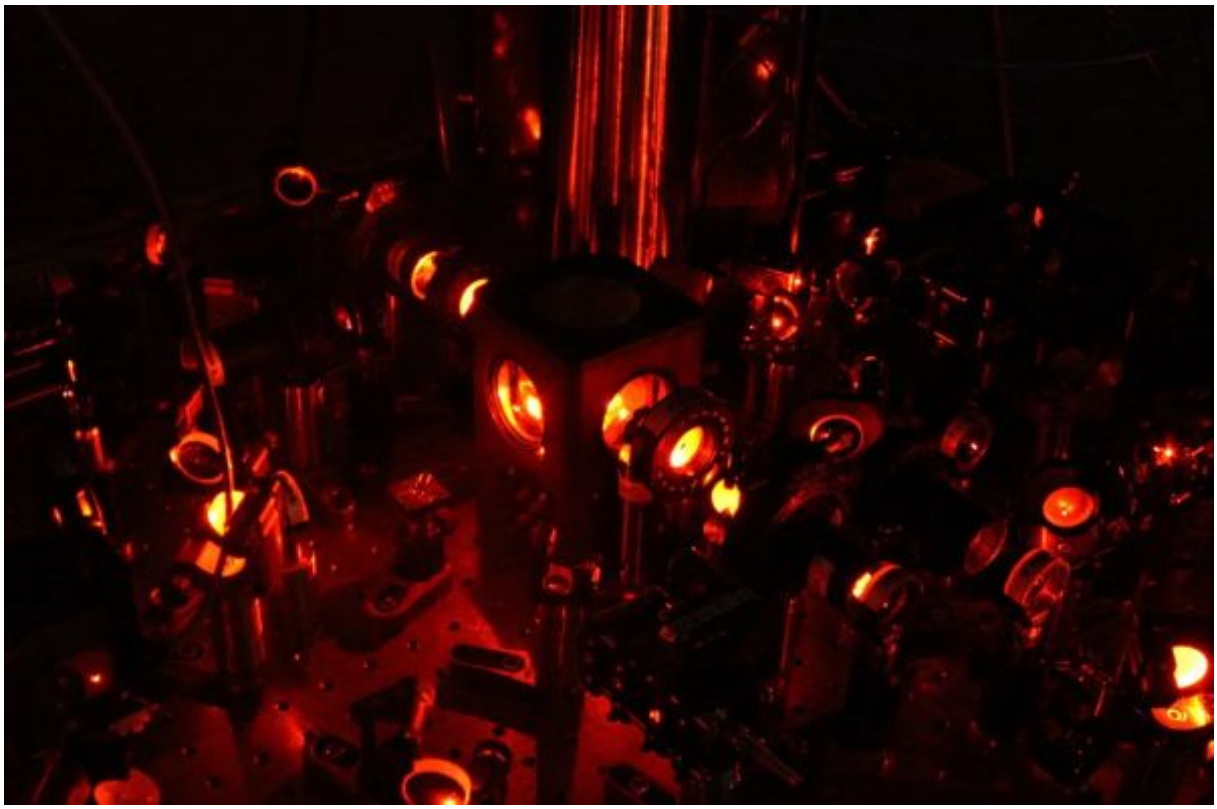


Interconectando memorias cuanticas para el internet cuantico

El entrelazamiento cuantico no solo es una de las caracteristicas mas fascinantes de la mecanica cuantica, sino tambien la piedra angular de muchas aplicaciones con un gran potencial a futuro, como la posibilidad de interconectar ordenadores o sensores cuanticos distantes, o garantizar comunicaciones ultraseguras. Investigadores del ICFO han alcanzado recientemente un hito hacia la distribucion del entrelazamiento a largas distancias, lo que podria convertirse en uno de los bloques fundamentales de un internet cuantico a escala mundial. Los resultados se presentan en Physical Review X.

October 07, 2025

El entrelazamiento se transmite mediante particulas individuales de luz, o fotones, que viajan a traves de canales opticos como fibras opticas, los cuales estan sujetos a perdidas inevitables. Para mitigar esto, hace varias decadas se propusieron analogos cuanticos de los repetidores clasicos, los cuales son omnipresentes en las telecomunicaciones opticas de hoy

en dia. En particular, los repetidores cuanticos buscan extender la comunicacion cuantica a grandes distancias. Para ello, distribuyen el recurso cuantico del entrelazamiento a traves de pequenos segmentos sucesivos, donde las perdidas son menores, y en cada segmento guardan dicho entrelazamiento en un dispositivo llamado memoria cuantica.
Investigadores del ICFO, Jonathan Hanni, Alberto Rodriguez-Moldes, el **Dr. Felicien Appas,** el **Dr. Soeren Wengerowsky,** el **Dr. Dario Lago-Rivera,** el **Dr. Markus Teller,** el **Dr. Samuele Grandi** , dirigidos por el **Prof. ICREA Hugues de Riedmatten, han implementado ahora un enlace de entrelazamiento entre dos memorias cuanticas de estado solido con recuperacion bajo demanda como prueba de concepto,** lo cual constituye un recurso esencial para la realizacion de **repetidores cuanticos**.
El entrelazamiento se crea utilizando fuentes de pares de fotones en cada nodo, almacenando un foton en las memorias cuanticas mientras que el otro foton (con una longitud de onda de telecomunicaciones) se envia a una estacion central donde es detectado de una manera especial, lo cual borra la informacion sobre su origen. Esta deteccion anuncia la presencia de entrelazamiento en las memorias cuanticas, el cual se almacena y recupera bajo demanda, pudiendose ajustar el momento de recuperacion a conveniencia.
Esta capacidad de **almacenar y recuperar el entrelazamiento bajo demanda** es una caracteristica crucial para la sincronizacion temporal de las distintas secciones de un repetidor cuantico, y representa uno de los principales logros del trabajo, el cual ha sido publicado recientemente en Physical Review X. El tipo de memorias utilizado por los investigadores (un cristal dopado con tierras raras) permite la distribucion del entrelazamiento de manera multiplexada en el tiempo, lo que significa que se pueden emplear multiples i¿½vacantesi¿½ temporales dentro de la misma memoria cuantica ara intentar generar entrelazamiento. Esto, a su vez, incrementa la tasa de distribucio de entrelazamiento, como se demostro en el estu io. Con el rendimiento actual del sistema, ya podria implementarse un enlace cuantic de algunos kilometros. Los investigadores esperan que futuras mejoras permitan extender sta distancia a varias decenas de kilometros, lo que eventualmente posibilitaria la conexio de ciudades distantes. Segun el Dr. Felicien Appas, uno de los primeros coautores del estu io: i¿½Estos resultados establecen nuestra arquitectura como un candidato principal p ra la implementacion del futuro internet cuantico, algo a lo que que esperamos, co gran entusiasmo, 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.