



El entrelazamiento podría aumentar la potencia de las baterías cuánticas, pero con un precio a pagar

Un equipo internacional de investigadores ha demostrado que el aumento de potencia obtenido en baterías cuánticas gracias al entrelazamiento puede tener un coste en términos de fiabilidad. Según este estudio, publicado en PRX Quantum, las futuras baterías cuánticas deberán optimizar simultáneamente velocidad, potencia y estabilidad.

September 16, 2026

A medida que las tecnologías modernas y, en particular, las tecnologías cuánticas avancen hacia la miniaturización, las fuentes de energía capaces de operar en esas mismas escalas diminutas y dentro del régimen cuántico serán cada vez más necesarias. En 2013 se propuso que unas baterías eléctricas que funcionaran según principios cuánticos (las llamadas **baterías cuánticas**) serían ideales para realizar esta tarea. Desde entonces, investigadores e investigadoras de todo el mundo han estudiado (por ahora solo desde el punto de vista

teórico) con que rapidez puede cargarse una batería cuántica y como los efectos cuánticos, en particular el entrelazamiento de muchos cuerpos, pueden potenciar esa capacidad. Los resultados preliminares sugieren que, en efecto, el entrelazamiento marca una diferencia. Sin embargo, hace unos meses, un equipo de investigadores internacionales, entre ellos el **profesor Maciej Lewenstein del ICFO**, empezó a plantearse una pregunta: ¿y si ese aumento de potencia viene acompañado de una mayor incertidumbre? Al fin y al cabo, la incertidumbre está en el fundamento mismo de la realidad cuántica. Aprendimos eso de Heisenberg cien años atrás, cuando formuló sus relaciones de incertidumbre, según las cuales ciertos pares de magnitudes físicas (como la posición y el momento) no pueden conocerse simultáneamente con precisión ilimitada. Aprendimos, así pues, que estas propiedades experimentan fluctuaciones cuánticas y que, por tanto, la precisión perfecta es inalcanzable.

Guiados por esa pregunta, que alimentaba una curiosidad científica genuina, los investigadores finalmente descubrieron que en una **batería cuántica el trabajo proporcionado y su potencia no pueden ser arbitrariamente fiables al mismo tiempo**, un hallazgo que acaba de publicarse en *PRX Quantum*. ¿Este compromiso fundamental es una manifestación operacional de la incertidumbre cuántica aplicada a la carga y descarga de baterías? ¿explica el Dr. Tanmoy Pandit, investigador del VTT Technical Research Centre de Finlandia que estuvo involucrado en el estudio.

Estos resultados demuestran que **el entrelazamiento sin duda puede proporcionar una ventaja en potencia, pero también puede reducir cuán fiable es esa ventaja**, afirma el Dr. Nath Bera, investigador del Indian Institute of Science Education and Research (IISER) y autor principal del artículo. Esto significa que una batería puede cargarse rápidamente en promedio, mientras que su potencia instantánea fluctúa de forma considerable entre un uso y el siguiente.

Por ello, los autores sugieren que aquellos protocolos híbridos que usen el entrelazamiento de forma equilibrada podrían ofrecer un mejor compromiso entre velocidad y estabilidad. ¿Maximizar únicamente la velocidad de carga puede no ser suficiente? ¿senala el Dr. Brij Mohan, investigador de la Universidad de Oulu y primer autor del artículo. ¿A la hora de diseñar las futuras baterías cuánticas, los ingenieros probablemente tendrán que optimizar al mismo tiempo la energía almacenada, la potencia de carga, las fluctuaciones y la fiabilidad.

El equipo planea ahora investigar cómo se comportan estos límites en la fiabilidad bajo condiciones más realistas. Por ejemplo, dejando que los sistemas cuánticos interactúen con su entorno y, en consecuencia, sufran decoherencia, disipación, errores de control y mediciones imperfectas. ¿El ruido ambiental refuerza o debilita este compromiso entre la fiabilidad de trabajo y potencia? ¿se pregunta el Prof. Maciej Lewenstein. ¿Esa es, precisamente, la próxima cuestión que intentar

Referencia:

Mohan, B., Pandit, T., Lewenstein, M., Bera, M. N., Fundamental Limitations on the Reliabilities of Power and Work in Quantum Batteries, Phys. Rev. X Quantum, **7**, 033057 (2026).

Agradecimientos:

BM acknowledges funding by the Research Council of Finland by grant no 355824. TP acknowledges research funding from the QVLS-Q1 consortium, supported by the Volkswagen Foundation and the Ministry for Science and Culture of Lower Saxony and also the Research Council of Finland for funding through Grant No. 359284/Finnish Quantum Flagship. ML acknowledges support from: MCIN/AEI (PGC2018-0910.13039/501100011033, CEX2019-000910-S/10.13039/501100011033, Plan National STAMEENA PID2022-139099NB, project funded MCIN and by the $\frac{1}{2}$ European Union NextGenerationEU/PRTR $\frac{1}{2}$ (PRTR-C17.I1), FPI); Ministry for Digital Transformation and of Civil Service of the Spanish Government through the QUANTUM ENIA project call - Quantum Spain project, and by the European Union through the Recovery, Transformation and Resilience Plan - NextGenerationEU within the framework of the Digital Spain 2026 Agenda; CEX2024-001490-S [MICIU/AEI/10.13039/501100011033]; Fundació Cellex; Fundació Mir-Puig; Generalitat de Catalunya (European Social Fund FEDER and CERCA program; Barcelona Supercomputing Center MareNostrum (FI-2023-3-0024); Funded by the European Union (HORIZON-CL4-2022-QUANTUM-02-SGA, PASQuanS2.1, 101113690, EU Horizon 2020 FET-OPEN OPTologic, Grant No 899794, QUATTO, 101168628), EU Horizon Europe Program (No 101080086 NeQSTGrant Agreement 101080086 - NeQST).