



Dal computer ai chip, Napoli rilancia la sfida sul calcolo quantistico

Supercalcolo. Il dipartimento di Fisica dell'Università Federico II porterà in Italia la fabbricazione dei circuiti basati su qubit. A beneficio di tutto il Paese

Antonio Larizza

Dal nostro inviato
NAPOLI

«La fisica è come il sesso: può avere anche conseguenze concrete, ma non è questo il motivo per cui la facciamo». Questa frase dello scienziato e premio Nobel Richard Feynman andrebbe incisa all'ingresso del dipartimento di Fisica dell'università Federico II di Napoli. A fare da monito per tutti coloro che varcano la soglia dei laboratori dove, da almeno 25 anni, il professore Francesco Tafuri e i suoi ricercatori fanno fisica per piacere. Il piacere di vedere la meccanica quantistica emergere a livello macroscopico, su pezzi di niobio e alluminio portati a temperature prossime allo zero assoluto.

Raccogliendo l'eredità del fisico napoletano Antonio Barone e dei suoi studi pionieristici sulla superconduttività debole e sulle giunzioni Josephson – oggi alla base dei circuiti usati tra gli altri da Ibm e Google per i loro computer quantistici – il gruppo di Napoli ha imparato a progettare, costruire e controllare i qubit di un processore quantistico. Ovvero l'unità usata per codificare i dati nel calcolo quantistico, l'equivalente del bit nei computer classici.

«I circuiti quantistici – spiega Tafuri, docente di fisica e responsabile del Centro di computazione quantistica superconduttiva della Federico II di Napoli – sono fatti con superconduttori e hanno un elemento cruciale: la giunzione Josephson. Queste giunzioni hanno la capacità incredibile di rendere la meccanica quantistica macroscopica. È come se il circuito fosse un atomo gigantesco, che noi riusciamo a controllare con segnali elettrici e magnetici».

Queste ricerche, fatte per il piacere di vedere in azione la meccanica quantistica, hanno avuto anche conseguenze concrete.

Nel 2020 il gruppo di Tafuri esegue la prima misura in Italia di un qubit superconduttivo. Misurare un qubit significa “leggere” il suo stato quantistico, costringendolo a rivelare un valore classico (0 o 1) con una certa probabilità. La natura probabilistica della misura è una delle caratteristiche che rende i computer quantistici così potenti e così difficili da far funzionare. Ed è proprio questa misura che traduce la potenza della computazione quantistica in risultati utilizzabili per risolvere calcoli oggi impossibili e trovare soluzioni per le grandi sfide dell'umanità: dalla cura per i tumori alla transizione energetica. «Il nostro dipartimento è l'unico posto in Italia – spiega Tafuri – dove riusciamo a fare questo tipo di misure sul qubit».

Oggi a Napoli sono in funzione due computer quantistici. Il più potente ha un processore da 25 qubit ed è il computer quantistico a superconduttori pubblico più grande d'Italia: ha una potenza scalabile fino a 100 qubit ed è stato finanziato con 4,5 milioni dal Centro nazionale di ricerca in hpc, big data e quantum computing (Icsc). Entro l'estate monterà un processore da 64 qubit.

Il computer non è stato acquistato chiavi in mano, ma costruito pezzo dopo pezzo. Spiega Tafuri: «Qui è tutto disegnato da noi. Questa non è una scatola nera: è una scatola pubblica. Nasce come ponte per la scolarizzazione quantistica del Paese».

Attività e collaborazioni sono state avviate con enti di ricerca e università. Grandi industrie come Leonardo, Ferrovie dello Stato o Unipol hanno manifestato interesse. Nel polo universitario di Monte Sant'Angelo sono già arrivati ricercatori di Banca d'Ita-

lia e Intesa Sanpaolo, per testare le potenzialità del calcolo quantistico su problemi finanziari complessi.

Entro l'autunno a Napoli saranno installati altri due criostati, finanziati dal National quantum science and technology institute (Nqsti). La configurazione finale prevede che i due computer quantistici da 64 e 25 qubit siano messi in cloud e interfacciati con un supercomputer del Cineca. Il risultato sarà un ecosistema quantistico, nato intorno a un rudimentale criostato a bagno di elio liquido che riusciva a raggiungere i 10 millikelvin in spazi strettissimi. Eppure, sufficienti per permettere, a partire dagli anni 2000, al gruppo di Napoli di eseguire le prime misure su singole giunzioni Josephson e firmare importanti pubblicazioni su Nature.

Il gruppo guidato da Tafuri si prepara ora a chiudere il cerchio. Fra due settimane nel dipartimento di ingegneria Elettrica e delle tecnologie dell'informazione sarà inaugurato un centro per la nanofabbricazione di circuiti superconduttivi a 8 nanometri. L'obiettivo è ambizioso: portare in Italia la fabbricazione di circuiti quantistici. Completando così l'intera filiera. La nascita del laboratorio è frutto di un investimento congiunto Unina-Mur da 12 milioni di euro.

Nell'ultimo Digital decade country report, l'Unione Europea ha citato questo caso come best practice a livello comunitario, spiegando che il centro «permetterà la produzione in casa di chip superconduttori e componenti abilitanti per computer quantistici inclusi qubit, dispositivi di misurazione ed elettronica di controllo. Il centro contribuirà allo sviluppo e alla produzione di tecnologie critiche in tutta l'Unione, salvaguardando la sovranità tecnologica europea».

Non è un caso quindi che all'intero del Chips Act europeo alla Federico



Il di Napoli sia stato assegnato uno dei compiti più importanti: misurare e caratterizzare i nuovi chip quantistici che saranno progettati in Europa, collaborando con industrie e fonderie di Germania, Finlandia e Olanda.

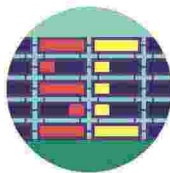
Senza contare che il prossimo qubit potrebbe nascere proprio dalla ricerca in corso all'università di Napoli. Tutto il mondo insegue il "vantaggio quantistico", che si otterrà con il circuito che permetterà la mitigazione degli errori quantistici, migliorando la capacità di lettura dei qubit. «Ogni circuito – spiega Tafuri – ha i suoi vantaggi e svantaggi, ma tutti hanno una cosa in comune: non sono stati inventati nelle industrie, ma nelle università».

Oggi il circuito più utilizzato è il trasmettore, inventato all'università di Yale. Ci sono poi i qubit nati nelle università della California, di Tokyo, di Delft. L'industria li ha ottimizzati, migliorati, messi in produzione. Ma sono frutti della ricerca pubblica.

Anche l'università di Napoli ha inventato il suo qubit. Si chiama ferrotrombone. Spiega Tafuri: «Grazie a una giunzione Josephson modificata con l'introduzione di un ferromagnete, leggeremo lo stato del qubit dalla frequenza di risonanza del circuito che lo osserva. Senza toccarlo. Riducendo così di moltissimo l'errore quantistico».

La domanda di brevetto è pronta. A breve i ragazzi del quantum di Napoli inizieranno le misure sui primi 5 qubit di ferrotrombone. «Se tutto funziona avremo il nostro qubit», sorride Tafuri, salutandolo. Con l'espressione di chi vorrebbe dare a Napoli quello che altri hanno dato a Yale.

© RIPRODUZIONE RISERVATA



SUPERCALCOLO&IA
Storie di uomini, macchine e intelligenze artificiali che elaborano il futuro. Settima puntata

PROCESSORE



Verso i 100 qubit

Il processore quantistico a 25 qubit in funzione all'Università di Napoli. Entro l'estate sarà sostituito da un processore a 64 qubit. Con le architetture attuali il computer può sostenere fino a 100 qubit.

CHIPS ACT



Ricerca europea

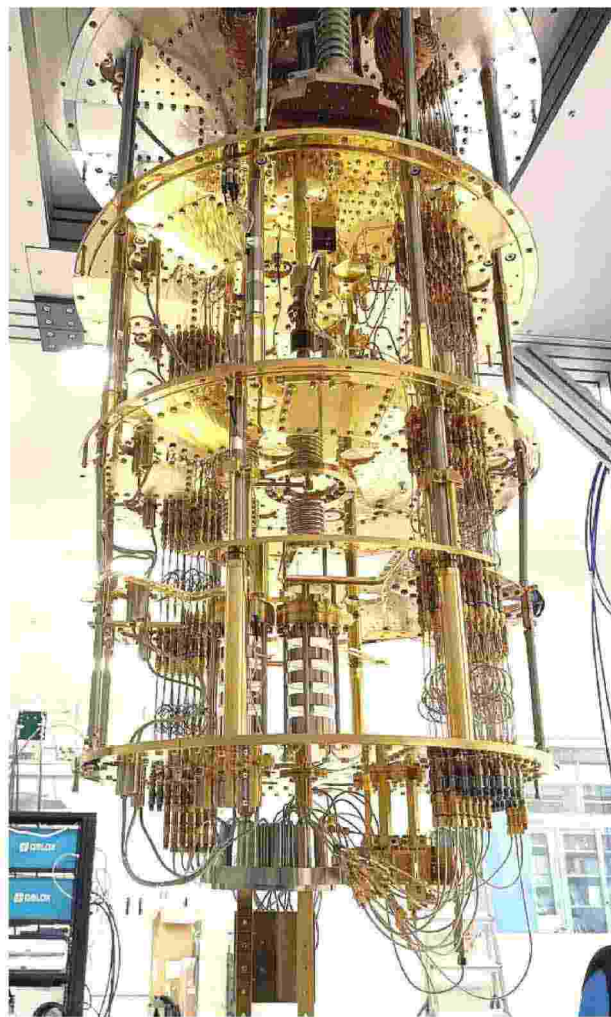
Il Centro di computazione quantistica superconduttiva dell'Università di Napoli eseguirà la caratterizzazione dei chip superconduttivi quantistici progettati in Ue.

FILIERA

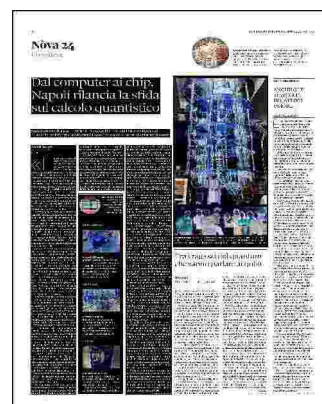


Circuiti fatti in casa

La macchina per litografia a fascio elettronico (Ebl) con cui **la Federico II** potrà fabbricare in casa circuiti quantistici, completando così la filiera della computazione basata su qubit.



Atomi e qubit. In alto, il computer quantistico della **Federico II** di Napoli. Qui sopra, il professor Francesco Tafuri (terzo da sinistra) con un gruppo di ricercatori: Halima Giovanna Ahmad mostra il nuovo processore a 64 qubit pronto per essere montato



Ritaglio stampa ad uso esclusivo del destinatario, non riproducibile.

182462