

SALTO QUANTICO NELLA METROLOGIA: I MEMRISTOR COME NUOVO STANDARD PER LA RESISTENZA ELETTRICA

Ricercatrici e ricercatori dell'INRiM insieme a partner internazionali hanno dimostrato che i memristor, dispositivi nanometrici capaci di variare la propria conducibilità in risposta a stimoli esterni, possono fornire valori di resistenza stabili e legati alle costanti fondamentali della natura

Torino, 27 ottobre 2025

Dal 2019, le unità di base del Sistema Internazionale di Unità (SI) — tra cui il metro, il secondo e il chilogrammo — sono definite a partire da costanti naturali fondamentali. Ad esempio, il chilogrammo, che un tempo si basava sul “chilogrammo campione”, è collegato alla costante di Planck h . Il metro è definito in base alla velocità della luce, mentre il secondo si basa sull'oscillazione dell'atomo di cesio.

Nell'ambito della metrologia elettrica, l'effetto Hall quantistico è utilizzato come standard per la resistenza elettrica. Sebbene fornisca valori molto accurati e riproducibili, richiede condizioni operative di laboratorio estreme – temperature prossime allo zero assoluto e campi magnetici più intensi di quelli presenti nei sistemi di risonanza magnetica. Le misurazioni necessitano quindi di sistemi criogenici sofisticati e costose infrastrutture.

I memristor offrono un approccio nuovo grazie alla possibilità di programmarne la resistenza modificando la morfologia dei canali conduttivi alla nanoscala che li caratterizzano.

Tali modifiche possono essere regolate a livello atomico anche a temperatura ambiente, generando salti quantici discreti corrispondenti al quanto fondamentale di conduttanza G_0 , combinazione delle costanti fondamentali di Planck (h) e della carica elementare (e).

«Per la prima volta, abbiamo dimostrato che i memristor possono generare in modo affidabile stati di resistenza discreti direttamente collegati a costanti universali della natura — senza la necessità di complessi sistemi di raffreddamento, di campi magnetici elevati e di costose

infrastrutture.» spiega il Dottor Gianluca Milano, ricercatore dell'INRiM e coordinatore del Progetto europeo [MEMQuD](#) che ha unito gli sforzi di 15 istituti di ricerca e università di tutta Europa per raggiungere questi risultati.

Questo approccio rende possibile il concetto di “*NMI-on-a-chip*” — ovvero l'implementazione dei servizi metrologici direttamente su microchip. In futuro, ciò potrebbe consentire a un dispositivo elettronico di avere il proprio riferimento integrato direttamente al suo interno. Le lunghe catene di calibrazione — dalle misurazioni negli istituti di metrologia, passando per gli standard di riferimento, fino alla calibrazione dei dispositivi degli utenti finali — non sarebbero più necessarie. Invece di inviare ripetutamente un'apparecchiatura elettronica al laboratorio di taratura, questa potrebbe verificare internamente il proprio stato di taratura confrontandosi con le costanti naturali immutabili — un riferimento metrologico integrato.

«Siamo all'inizio di un profondo cambiamento di paradigma per la metrologia — stiamo passando dalla realizzazione delle unità di misura con esperimenti complessi a campioni intrinseci basati su effetti quantistici che possono essere miniaturizzati ed integrati su microchip», riassume Milano.

Referente Scientifico

Dottor **Gianluca Milano**
011 3919 344
g.milano@inrim.it

Contatti per i media

Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica – INRiM

Comunicazione
Resp. Barbara Fracassi
+39 011 3919 546
comunicazione@inrim.it