

**Inedite prospettive per le misurazioni nel mondo microscopico delle particelle quantistiche**

## **Se la moneta è quantistica, un solo lancio basta per capire se è truccata**

**Da un esperimento realizzato all'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica la verifica di una teoria rimasta a lungo nel cassetto**

Un esperimento condotto con successo dimostra come sia possibile ottenere da un unico fotone la stessa informazione che, fino a ieri, si poteva ricavare solo interrogando molte particelle. Tutto grazie a un innovativo sistema di misurazione chiamato '**Misura protettiva**', realizzato dai ricercatori del **gruppo di Ottica Quantistica dell'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM)**, in collaborazione con il Politecnico di Milano, l'Università di Tel Aviv e l'Università di Bristol.

Si tratta della verifica di una **teoria che per circa trent'anni nessuno era stato in grado di tradurre in realtà**. Per questo motivo la ricerca, compiuta nell'ambito di un **progetto** finanziato da **EURAMET**, l'associazione europea che riunisce gli Istituti di Metrologia, ha appena ricevuto gli onori della pubblicazione sulla prestigiosa rivista scientifica **Nature Physics**.

Il campo è quello della **fisica quantistica**, i cui sviluppi promettono computer dotati di immense capacità di calcolo e sicurezza a prova di hacker nella trasmissione di informazioni riservate o sensibili e nelle transazioni finanziarie. E se oggi i bitcoin sembrano ad alcuni fantascienza, grazie alla fisica dei quanti domani potremmo avere perfino i quantum bitcoin!

Ideare e testare protocolli di misura e controllo per tutte queste applicazioni è divenuta quindi un'attività della massima importanza, non più solo d'interesse per il mondo accademico.

Per gli scienziati una misura è sempre un valore medio, ricavato dopo una serie di misurazioni. "Con la misura protettiva è come ottenere una **media statistica con un solo dato**", fa rilevare **Fabrizio Piacentini** dell'INRiM, uno degli autori di questa realizzazione sperimentale.

"Immaginiamo di giocare a testa e croce e di voler verificare che la moneta che stiamo usando non sia truccata. Non sarebbe bello riuscire a capirlo al primo tiro, invece di lanciare la moneta in aria più e più volte, contando quante volte esce testa e quante esce croce? Se usassimo una moneta 'quantistica', un tale obiettivo, impossibile da raggiungere con una moneta classica, diventerebbe realtà. Lanceremo la moneta in aria e, se non fosse truccata, la vedremo fermarsi al suolo in posizione verticale".

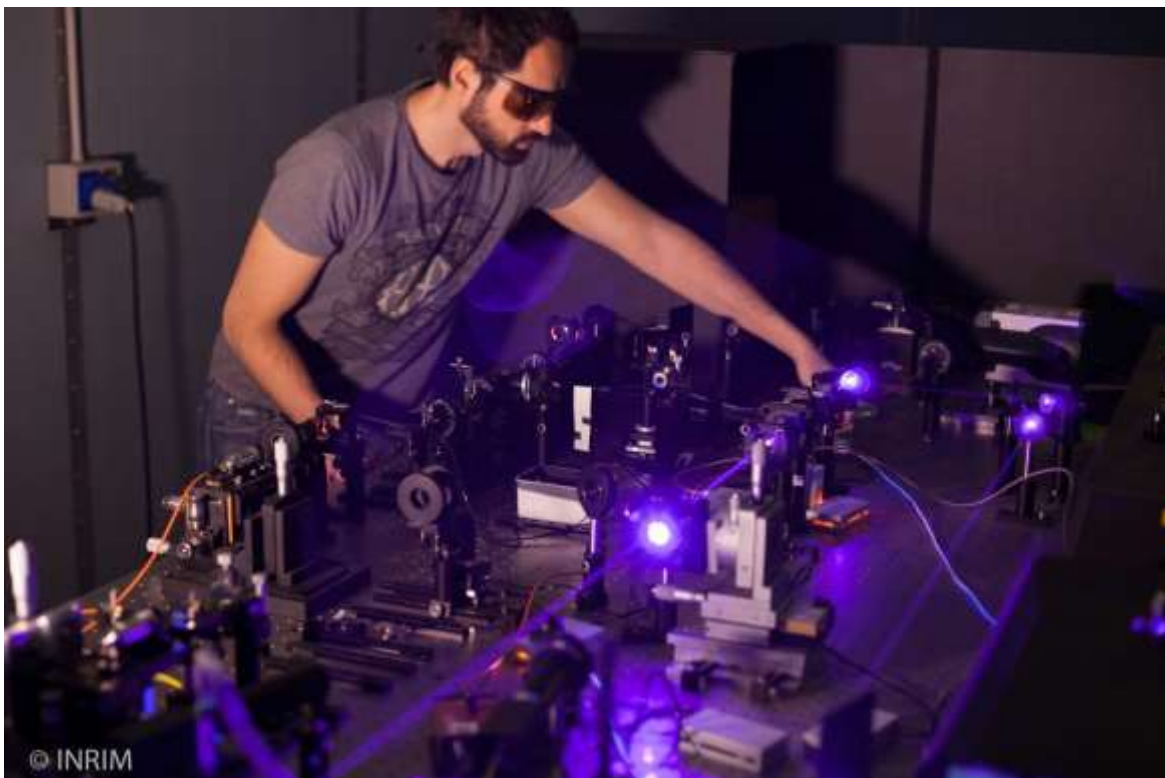
Se in laboratorio la misura è sempre un dato statistico, l'azione di misurare cambia invece profondamente tutte le volte che dal mondo macroscopico passiamo a quello microscopico. Le

**proprietà della materia** mutano infatti dall'uno all'altro e questa diversità si manifesta in particolare quando facciamo delle misure.

Misurando un sistema fisico su scala macroscopica, i limiti che possiamo incontrare sono di natura operativa e tecnica. La limitata precisione di uno strumento può, ad esempio, esserci di ostacolo per ottenere una buona misura, ma la realtà fisica sembra possedere proprietà oggettive indipendenti dal fatto che qualcuno la osservi. E misurare è un'operazione che assegna valori netti, non influenzati dal corso della nostra indagine.

Al contrario, nel mondo microscopico, **la misura influisce profondamente sullo stato di una particella: ogni volta che osservo la materia, ne cambio lo stato**. Avventurandoci per sentieri al confine tra scienza e filosofia, possiamo addirittura affermare che una particella esiste solo dopo che l'abbiamo osservata, come se la misura avesse il potere di generare la realtà! In altre parole, la realtà non esiste fino a che non la si osserva o non la si misura. O, meglio, esiste in potenza, in una sorta di stato sospeso di infinite possibilità, di cui una diventerà effettiva solo nel momento in cui la osserveremo.

Tornando in laboratorio con i fisici quantistici dell'INRiM, constatiamo come le difficoltà operative di misurazione nei confronti del mondo atomico e subatomico consistano nell'**interferenza tra l'apparato di misura e la particella**. Nel caso delle particelle quantistiche, ripetere la misura più volte e poi calcolare la media dei risultati ottenuti serve quindi per avere un'informazione il più possibile esente da influssi esterni.



*Fasi preparatorie dell'esperimento sulla 'Misura protettiva' della polarizzazione di un singolo fotone*

“Grazie al nuovo protocollo di misura protettiva la particella sottoposta a test, ovvero la nostra moneta quantistica, viene ‘disturbata’ solo debolmente durante il processo di osservazione. Non solo: la protezione, tramite il cosiddetto **effetto Zenone quantistico**, riesce perfino a ripristinare la sua condizione iniziale. Non è quindi necessario compiere più misure per poi estrarre il valore medio. Una sola misura, un solo lancio della moneta sarà sufficiente” spiega **Marco Genovese**, coautore della ricerca e leader del gruppo di Ottica Quantistica dell’INRiM.

Con la possibilità di effettuare misure che non influenzano lo stato della particella, la fisica dei quanti si trova di fronte a una **svolta** che potrebbe portare a una revisione di alcuni dei suoi **fondamenti**: la misura, una delle questioni aperte della meccanica quantistica, cessa di essere vincolante nel definire lo stato della realtà al livello microscopico.

Per quanto riguarda le **applicazioni**, le misure protettive danno risultati molto più precisi rispetto a quanto avviene con le misure quantistiche tradizionali, aprendo così la via a notevoli progressi in ambito metrologico e tecnologico. Informazione quantistica, generatori quantistici di numeri casuali, trasmissione di dati top secret potranno beneficiare di questa scoperta. E, forse, i quantum bitcoin ora sono davvero vicini.



*Realizzazione della 'Misura Protettiva', in grado di determinare se una 'moneta quantistica' è truccata con un unico 'lancio'*

**Contatti:**

Silvia Cavallero  
INRiM, Relazioni esterne  
349 692 6393, [press@inrim.it](mailto:press@inrim.it)

Marco Genovese  
INRiM, Metrologia Fisica  
011 3919 253, [m.genovese@inrim.it](mailto:m.genovese@inrim.it)