

Torino, 31 Agosto 2020

Tempo atomico su fibra ottica: la dorsale quantistica italiana offre un nuovo strumento all'osservazione del cosmo

Con la dorsale quantistica italiana in fibra ottica, una radiazione laser offre un riferimento comune e ultra accurato di frequenza a due dei maggiori radio telescopi italiani che, sincronizzati fra loro e usati per osservazioni combinate, creano una nuova infrastruttura unica al mondo. La distribuzione simultanea dei segnali di orologi atomici di ultima generazione verso diversi telescopi contribuirà a migliorare le tecniche astronomiche di esplorazione dell'Universo e a studiarne di nuove. La ricerca è appena stata pubblicata sulla rivista "Optica".

La dorsale quantistica italiana in fibra ottica dell'**Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM)** è stata protagonista di un esperimento innovativo in collaborazione con l'**Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF)**, l'**Agenzia Spaziale Italiana (ASI)** e il **Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)**. Un segnale laser di frequenza nota, poiché misurato con grande accuratezza dagli orologi atomici dell'INRiM, è stato inviato con la fibra a due dei maggiori radio telescopi italiani, situati a Medicina (BO) e a Matera, per sincronizzarli. Questo ha permesso di impiegare i due strumenti, distanti oltre 600 km, in modo congiunto, aprendo nuove prospettive nell'osservazione di fenomeni astronomici ad alta risoluzione.

I telescopi coinvolti sono parte delle reti internazionali che usano la tecnica VLBI (*Very Long Baseline Interferometry*), basata sull'osservazione simultanea di sorgenti radio da siti distanti fra loro da poche centinaia a migliaia di chilometri. Correlando *a posteriori* le varie acquisizioni, è possibile migliorare di molto la qualità delle immagini rispetto a quanto possibile con un singolo telescopio. La tecnica VLBI è fra le più potenti per lo studio dei buchi neri supermassicci al centro dei nuclei attivi di lontane galassie, oltre che per la determinazione accurata di molti parametri geodetici e geodinamici fondamentali. Tuttavia uno dei limiti attuali, soprattutto per le osservazioni ad altissima frequenza, è rappresentato dalla qualità degli orologi atomici di cui i vari telescopi dispongono, necessari per correlare tra loro le misure.

L'INRiM è l'Istituto Metrologico Nazionale Italiano, sviluppa i migliori orologi atomici a livello internazionale per l'applicazione della Convenzione del Metro. Da sempre ricerca i migliori metodi per trasferirne l'accuratezza verso utenti scientifici e industriali, sia con i satelliti che con tecniche in fibra ottica per le telecomunicazioni. Nel 2018 è stata completata una dorsale nazionale di oltre 1800 km che tocca, oltre al Radio Osservatorio di Medicina dell'INAF e al Centro di Geodesia Spaziale di Matera dell'ASI dove i radio telescopi sono collocati, anche le sedi del CNR di Sesto Fiorentino (FI) e Pozzuoli (NA). Essa è dedicata sia alla distribuzione del tempo sia alla realizzazione sul campo delle nuove tecnologie per la comunicazione e il sensing quantistici.

Attraverso questa infrastruttura di ricerca, i telescopi di Medicina e Matera sono stati sincronizzati con il segnale comune distribuito dall'INRiM. Le prime osservazioni di quasar effettuate con questa modalità dimostrano che è possibile superare uno dei maggiori limiti all'osservazione dell'Universo a sempre più alta precisione, quello dovuto agli orologi.

Sfruttando la capillarità raggiunta oggi dalla fibra ottica, è possibile immaginare una rete globale di telescopi collegati fra loro e con i più vicini istituti metrologici, in una sinergia di cui potrebbero beneficiare entrambe le discipline.

Per **Cecilia Clivati, Ricercatrice all'INRiM e prima autrice dell'articolo pubblicato su Optica**, "La distribuzione di segnali laser sulla rete in fibra ottica dell'INRiM è uno strumento fondamentale per le misure di frequenza ad altissima precisione e da anni ne sfruttiamo le potenzialità in esperimenti di fisica fondamentale e applicata, poiché spesso la nuova fisica si cela dietro misure sempre più accurate. Spingere

Torino, 31 Agosto 2020

sempre più in là i limiti di queste misure è una sfida costante, ma speriamo che gli strumenti e le tecniche sviluppate in questo lavoro possano portare vantaggi anche nell'interferometria astronomica, una delle discipline più complesse e potenti che l'uomo ha sviluppato per l'osservazione dello Spazio.

Davide Calonico, Primo Ricercatore all'INRiM e coordinatore del progetto di ricerca, aggiunge: “La realizzazione di importanti infrastrutture di ricerca come la dorsale quantistica in fibra ottica dà frutti scientifici molto interessanti, sia per la radioastronomia che per la geofisica e le tecnologie quantistiche. E' un lavoro lungo, che richiede dedizione e competenza scientifica, un percorso che adesso entra nel vivo per nuove misure, nuova scienza e le possibilità offerte da una maggiore integrazione sullo scenario europeo. La collaborazione tra le migliori eccellenze italiane porta risultati di cui siamo molto contenti.”

Federico Perini, Ricercatore presso l'Istituto Nazionale di Astrofisica e coordinatore dell'attività del Radio Telescopio di Medicina, sottolinea che “Le osservazioni della Stazione Radioastronomica di Medicina, gestita dall'INAF, spaziano dalla radioastronomia alla geodesia, al monitoraggio dei detriti spaziali. Qui progettiamo e sviluppiamo anche complessi sistemi di ricezione per i radiotelescopi italiani e per progetti internazionali. Fin dal 2013 collaboriamo con INRiM e abbiamo svolto un ruolo chiave nel dimostrare l'applicabilità alla radioastronomia del trasferimento a distanza in fibra dei segnali degli orologi atomici”. Inoltre, aggiungono i ricercatori **Monia Negusini (INAF)** e **Roberto Ricci (INRiM)**: “L'estensione del collegamento da Medicina a Matera ha permesso di effettuare il primo esperimento VLBI geodetico in cui i telescopi sono stati sincronizzati con un segnale comune, trasmesso da Torino. Siamo orgogliosi che l'Istituto di Radioastronomia (IRA) dell'INAF abbia contribuito nella progettazione della misura e con la nostra analisi dei dati”.

Mario Siciliani de Cumis, Ricercatore dell'Agenzia Spaziale Italiana: “La realizzazione di questo progetto a Matera è una sfida che Luigi Santamaria Amato ed io abbiamo accolto con grande entusiasmo. Tale esperimento, oltre ad aprire nuove prospettive per la geodesia spaziale, implica anche sviluppi tecnologici importanti nel campo della fotonica a radiofrequenze, che possono fare la differenza per le prossime generazioni di antenne VLBI e per la radioastronomia.”

Giuseppe Bianco, direttore del Centro di Geodesia Spaziale di Matera di ASI: “il Centro di Geodesia Spaziale *Giuseppe Colombo* è dal 1990 una stazione fondamentale della rete mondiale di geodesia spaziale. Questo risultato è il coronamento di molti anni di lavoro dedicati al potenziamento della dotazione strumentale e degli ambiti di ricerca del Centro, che da semplice stazione osservativa si è evoluto in una struttura multidisciplinare, ospitando nuovi laboratori e ricercatori dedicati, oltre che ai temi storici della geodesia spaziale ed dell'osservazione della terra, alla metrologia del tempo e delle frequenze, alla telecomunicazione quantistica *free space* ed al tracciamento orbitale di detriti spaziali.”

Conclude **Paolo De Natale, direttore dell'Istituto Nazionale di Ottica del CNR**: “Il successo scientifico di questo esperimento di grande rilevanza è stato determinato dalla essenziale collaborazione tra diversi gruppi di ricerca ed Istituzioni: è questa la strada da percorrere per valorizzare competenze ed infrastrutture ed ottenere risultati davvero innovativi”.

Contatti:

Cecilia Clivati, INRiM, Metrologia Quantistica e Nanotecnologie - c.clivati@inrim.it

Barbara Fracassi, INRiM, Comunicazione - comunicazione@inrim.it

Marco Galliani INAF marco.galliani@inaf.it

Giuseppina Piccirilli, ASI giuseppina.piccirilli@asi.it

Elisabetta Baldanzi CNR-INO - elisabetta.baldanzi@ino.cnr.it

Marco Ferrazzoli, responsabile CNR, Ufficio stampa - marco.ferrazzoli@cnr.it

Emanuele Guerrini CNR, Ufficio stampa emanuele.guerrini@cnr.it