



Roma, 12 maggio 2023 - La Collaborazione Virgo ha deciso di rimandare l'ingresso di Virgo nel prossimo periodo di osservazione (O4), previsto per il 24 maggio, per continuare le attività di commissioning del rivelatore e aumentare ulteriormente la sua sensibilità. Dalla fine del periodo di osservazione O3 nel 2020, l'interferometro Virgo è stato sottoposto a un importante aggiornamento per migliorare la sua sensibilità in vista del nuovo periodo di osservazione congiunto con gli interferometri LIGO e KAGRA. Questo aggiornamento ha richiesto diversi mesi al gruppo per rendere nuovamente stabile il rivelatore.

Ad oggi Virgo sarebbe in grado di osservare eventi analoghi ad alcuni di quelli rivelati nei precedenti periodi osservativi. Per andare oltre, è ora necessaria una accurata ricerca delle fonti di rumore che potrebbero limitare la sensibilità dell'interferometro. Molto probabilmente queste riguardano alcuni elementi ottici chiave e la complessa strumentazione che circonda e controlla gli specchi dell'interferometro.

Si rende quindi necessario un intervento di manutenzione straordinario, che prevede l'apertura delle grandi campane a ultra alto vuoto e la sostituzione di uno degli specchi, sospesi ai cosiddetti

superattenuatori. Si tratta di torri di pendoli invertiti alte oltre 10 metri, che smorzano i disturbi esterni, mantenendo gli specchi perfettamente immobili. Un'operazione complessa e delicata che richiede diverse settimane di lavoro.

“Al momento la sensibilità dell'interferometro è in continua crescita, ma procede lentamente. Finché non rimuoviamo il vuoto e apriamo le torri per controllare direttamente le componenti dell'interferometro, non possiamo avere certezza di quale sia il problema”, spiega il coordinatore della Collaborazione Virgo recentemente eletto, Gianluca Gemme.

“Siamo convinti che il raggiungimento della migliore sensibilità dell'esperimento per sfruttare al meglio le sue potenzialità scientifiche sia prioritario rispetto a entrare subito in presa dati. Abbiamo dunque deciso di intervenire ora per risolvere il guasto tecnico che sta rallentando la crescita di sensibilità di Virgo - prosegue Gemme - Sono operazioni che, al di là degli interventi che dovremo fare, implicano dei tempi tecnici per rimuovere e quindi ripristinare le condizioni di ultra-alto vuoto. Solo una volta svolto questo intervento potremo definire in quali tempi Virgo potrà unirsi alle attività scientifiche di O4, che durerà 18 mesi”.

Una volta portata a termine la manutenzione, dovrà infatti seguire la fase di collaudo dell'intero apparato sperimentale, che spingerà tutte le tecnologie di Virgo, dal laser ai sistemi ottici, agli apparati di attenuazione sismica, oltre i limiti raggiunti finora.

“Per rendere l'idea della complessità della sfida tecnologica che strumenti potenti e sofisticati come Virgo pongono - spiega Fiodor Sorrentino, Coordinatore del Commissioning di Virgo - basti pensare che uno dei 'rumori' che sentiamo e dobbiamo risolvere è probabilmente dovuto a un magnete di qualche decimo di grammo usato per controllare la posizione degli specchi, che manifesta oscillazioni infinitesimali dell'ordine di un milionesimo di milionesimo di metro. Il rinculo prodotto sugli specchi di 40 kg è centomila volte più piccolo, ma tuttavia sufficiente per limitare la sensibilità di Virgo, che è in grado di misurare variazioni di lunghezza dei suoi bracci paragonabili alle dimensioni di un protone”.

Nei prossimi mesi gli scienziati e le scienziate della Collaborazione Virgo saranno impegnati sia nelle attività tecniche sull'esperimento, sia nelle attività scientifiche di analisi dei nuovi dati che arriveranno dai due rivelatori LIGO. Il rivelatore KAGRA, in Giappone, ha raggiunto la sensibilità minima pianificata di 1 Megaparsec (Mpc) per l'inizio di O4. Dopo un mese di osservazioni KAGRA tornerà al commissioning per migliorare la propria sensibilità verso la fine di O4.

La sensibilità

Il parametro standard utilizzato per descrivere la sensibilità raggiunta dagli interferometri gravitazionali (chiamato BNS range) è la distanza a cui gli strumenti possono rivelare la collisione di due stelle di neutroni (naturalmente, eventi più violenti o più massicci, come le collisioni di buchi neri, sono rivelabili anche da zone molto più profonde dell'universo).

Allo stato attuale Virgo potrebbe rivelare una fusione di stelle di neutroni 'standard' fino a una distanza di 30 Mpc, ovvero a circa 100 milioni di anni luce, dalla Terra. L'obiettivo della collaborazione scientifica però è arrivare a una sensibilità superiore ai 60 Mpc nei prossimi mesi.

L'upgrade e il commissioning di Virgo

Dopo la conclusione del terzo ciclo di osservazioni nel 2020, tutti i rivelatori della Collaborazione LVK hanno realizzato una serie di importanti integrazioni e potenziamenti tecnologici, per accrescere la sensibilità degli strumenti e, di conseguenza, la porzione di universo che sono in grado di esplorare.

Virgo, in particolare, ha subito importanti aggiornamenti, con l'installazione di un laser più potente e un sistema di riduzione del rumore quantistico, ma soprattutto un nuovo specchio per rendere Virgo più sensibile alle alte frequenze delle onde gravitazionali.

Alla fase di upgrade tecnologico segue una delicata fase, detta di commissioning, in cui tutte le numerose componenti della macchina vengono "messe in comunicazione", con un complesso sistema di controlli e feedback, per raggiungere il punto di lavoro ottimale dell'interferometro.