

ADVANCED VIRGO: IL POTENZIAMENTO DELL'INTERFEROMETRO (1/2)

C'è voluto un secolo esatto, da quando Albert Einstein predisse nel 1916 l'esistenza delle onde gravitazionali con la sua teoria della Relatività Generale, per catturare queste increspature dello spaziotempo prodotte dalle masse in movimento accelerato. La loro ampiezza è, infatti, infinitesima e occorrono quindi strumenti sensibilissimi per osservarle. Per raggiungere questo storico risultato, che spalanca le porte a un nuovo tipo di astronomia, l'astronomia gravitazionale, è stato necessario spingere al limite le tecnologie degli interferometri laser, i rivelatori utilizzati per la ricerca sulle onde gravitazionali. I fisici dell'INFN, già impegnati da qualche mese accanto ai colleghi americani nell'analisi dei dati del rivelatore Advanced LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory*), stanno ultimando la costruzione di un interferometro di 2° generazione, Advanced VIRGO a Cascina, nella campagna pisana, presso L'Osservatorio Gravitazionale Europeo EGO. La fine della costruzione è attesa per la primavera 2016.

Advanced VIRGO - gigantesco rivelatore costituito da due bracci perpendicolari di 3 km ciascuno - è il progetto finanziato dall'INFN, l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, dal CNRS, il *Centre National de la Recherche Scientifique* francese e dal NIKHEF, il *National Institute for Nuclear Physics and High Energy Physics* di Amsterdam, per un *upgrade* di VIRGO, in grado di aumentarne la sensibilità di circa 10 volte, di guardare 10 volte più lontano, ampliando così di 1000 volte il volume di universo osservabile. Approvato ufficialmente nel dicembre 2009, Advanced VIRGO si unirà ai due osservatori Advanced LIGO per costituire un network mondiale di rivelatori interferometrici. VIRGO, i due interferometri LIGO negli USA e GEO600 in Germania funzionano, infatti, come un unico grande rivelatore. I dati raccolti sono messi in comune e analizzati insieme. E insieme si pubblicano i risultati scientifici. È importante fare un'osservazione con tre interferometri, perché in questo modo è possibile individuare la direzione delle sorgenti di onde gravitazionali, attraverso le minime differenze nei tempi di arrivo dell'onda nei vari dispositivi. Localizzare la sorgente sulla volta celeste permette, infatti, di puntare successivamente i telescopi ottici, alla ricerca di una controparte elettromagnetica, dalle onde radio fino ai raggi gamma di alta energia.

Le tecnologie

Sono diverse le caratteristiche dell'interferometro pisano oggetto di profondi miglioramenti, tutte frutto di anni di intensa ricerca tecnologica, che vede i fisici INFN in prima fila nel disegno e costruzione del nuovo rivelatore, a partire dal *project leader* di Advanced VIRGO, Giovanni Losurdo, della sezione INFN di Firenze. Le modifiche riguardano il disegno ottico, la qualità degli specchi, la potenza dei laser, il sistema di compensazione termica delle aberrazioni, quello di isolamento sismico e controllo degli specchi, il vuoto, il sistema di riduzione della luce diffusa e il sistema di monitoraggio ambientale.

In particolare, i **nuovi specchi** hanno una massa di 42 kg, il doppio rispetto a quella precedente. Sono realizzati in quarzo sintetico, di purezza e omogeneità alla frontiera della tecnologia, tanto che le irregolarità della superficie sono ridotte a livello di pochi Angstrom, pochi decimi di miliardesimo di metro. Advanced VIRGO è in grado di misurare variazioni di lunghezza dei bracci, dovute al passaggio di un'onda gravitazionale, un miliardo di volte più piccole del diametro di un atomo.

d'idrogeno.

ADVANCED VIRGO: IL POTENZIAMENTO DELL'INTERFEROMETRO (2/2)

Il nuovo laser ha una potenza di 200W, 10 volte maggiore rispetto all'interferometro di prima generazione. Questa modifica consente di aumentare la sensibilità alle alte frequenze. Tuttavia, una maggiore potenza comporta anche il rischio d'introdurre aberrazioni ottiche di origine termica. Il calore assorbito dagli specchi tende, infatti, a deformarli. Per questo, è stato messo a punto un sofisticato sistema di compensazione termica, basato su una serie di sensori in grado di valutare in che modo si manifestano le aberrazioni, e su laser ausiliari e anelli riscaldatori che consentono di modificare opportunamente la curvatura dello specchio.

Inoltre, per ridurre al minimo il rischio che la luce diffusa limiti la sensibilità del rivelatore, è stato progettato un sofisticato sistema di diaframmi assorbitori, montati sia in prossimità degli specchi, che nei tubi a ultra-alto vuoto, dove la pressione è di un millesimo di miliardesimo di atmosfere. Lo stesso sistema di vuoto è stato migliorato, aggiungendo grandi trappole criogeniche alle estremità dei tubi da 3 km. Tutti i fotodiodi sono, inoltre, stati isolati acusticamente e sismicamente. L'isolamento sismico degli specchi è garantito da superattenuatori, giganteschi ammortizzatori che sostengono gli specchi mediante catene di pendoli.

La collaborazione VIRGO, che porta avanti il progetto insieme a EGO, è oggi costituita da oltre 200 ricercatori - circa la metà dei quali INFN - provenienti da 18 laboratori di 5 Paesi europei: Italia, Francia, Olanda, Polonia e Ungheria.