

Nuovi sensori di microvibrazioni: da LHC agli interferometri per onde gravitazionali

✍ B. Di Girolamo 📅 30-09-2019 ↗ <http://www.primapagina.sif.it/article/1008>

Un gruppo di fisici delle alte energie del CERN, guidato da Beniamino Di Girolamo, e del Joint Institute for Nuclear Research (JINR), guidato da Julian Budagov e Mikhail Lyablin, ha sviluppato un sensore per osservare le inclinazioni delle caverne sperimentali costruite lungo l'acceleratore di particelle LHC del CERN. Per questo nasce originariamente il Precision Laser Inclinator (PLI), uno strumento basato sulla misura dell'angolo di riflessione di un raggio laser sulla superficie di un liquido, rilevando così qualsiasi oscillazione rispetto alla gravità locale.

Immediatamente ci si rende conto che lo strumento è capace di rilevare, con grande precisione, qualsiasi attività di vibrazione causata dall'uomo o dalla natura, in un esteso intervallo di frequenze inferiori a 10 Hz. Dalle misure effettuate al CERN, questa precisione in angolo è equivalente alla misura di spostamenti dell'ordine di qualche decina di picometri (circa 24 milionesimi di micron) su una distanza di un metro. A partire dal 2015 lo strumento, installato in maniera permanente al CERN, ha consentito di osservare gli effetti di terremoti, anche di bassa intensità, sui fasci di LHC, ma anche di osservare l'attività umana sul sito. Il PLI ha consentito di misurare con precisione gli effetti di tempeste sul Mare del Nord o sull'Oceano Atlantico o sul Mediterraneo sul picco in frequenza intorno ai 0.3-0.7 Hz, detto picco di microsisma. Uno studio dell'influenza del microsisma sulle collisioni di futuri acceleratori elettrone-positrone ha mostrato che strumenti come il PLI possono essere fondamentali per sistemi attivi di reiezione del rumore. Questa ricerca ha ricevuto supporto dal progetto High-Luminosity LHC (HL-LHC), che prevede un aggiornamento dell'acceleratore per raggiungere una più alta luminosità attraverso una riduzione delle dimensioni dei fasci di protoni e un incremento del numero di questi in ogni pacchetto. Questo renderà LHC più sensibile alle vibrazioni sebbene non in maniera distruttiva per i fasci come in acceleratori di elettroni.

Essendo il PLI uno strumento molto sensibile a qualsiasi vibrazione, è in fase di studio come elemento di un sistema di allerta rapida per terremoti che sfrutti non solo i classici metodi di calcolo dei tempi di arrivo delle onde, ma anche metodi basati sulla rilevazione di segnali rapidi di gravità. Per questa ragione il PLI ha ricevuto supporto dall'unità di Knowledge Transfer (KT) del CERN.

Alla fine del 2018, il gruppo di ricerca ha presentato alcuni dei risultati ottenuti all'APPEC Technology Forum dedicato a sensori e sistemi di stabilizzazione attiva e passiva per diversi usi, tra cui applicazioni per rivelatori di onde gravitazionali come LIGO e Virgo. I successivi contatti e

discussioni su possibili applicazioni del PLI in Virgo con Giovanni Losurdo, dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) di Pisa, e con Fulvio Ricci, dell'Università di Roma "La Sapienza" e in passato portavoce dell'esperimento Virgo, hanno avuto convergenza con la presentazione dello strumento a una riunione della collaborazione Virgo nell'aprile 2019 e l'incontro con l'attuale portavoce, Jo van den Brand, e il direttore dell'European Gravitational Observatory (EGO), Stavros Katsanevas. Successivamente un accordo di collaborazione è stato stabilito tra INFN, CERN e JINR.

Il rivelatore selezionato per l'installazione è stato assemblato e utilizzato al CERN durante il mese di luglio 2019, con l'osservazione in combinazione con un altro strumento uguale e registrando diverse attività sismiche interessanti come il terremoto di magnitudo 7.1 del 6 luglio in California. Il 6 agosto, durante il periodo di regolare manutenzione settimanale di Virgo, il rivelatore PLI è stato installato nell'edificio terminale Nord dell'interferometro e messo in operazione. Nello stesso pomeriggio i primi dati sono stati confrontati con i dati disponibili dal sistema di controllo e monitoraggio della sospensione degli specchi nello stesso edificio, mostrando alta coerenza per i dati relativi all'osservazione del picco del microsisma. Nei giorni successivi fino a oggi, un mese e mezzo dopo l'installazione, questi confronti sono continuati per avere una migliore comprensione delle informazioni fornite dal PLI rispetto alle condizioni ambientali di Virgo e ai vari sensori ambientali e delle sospensioni. Per esempio si è osservata una coerenza molto buona a bassa frequenza, sotto i 150 mHz, in condizioni di vento a velocità superiore ai 20 km/h. In questo momento si sta studiando il comportamento a frequenze ancora più basse, dove l'impatto del PLI per la rilevazione dei rumori sismici e newtoniani può essere più importante per l'esperimento. Si stanno anche studiando effetti più curiosi, ma con interesse per il confronto con il comportamento delle sospensioni, come l'arrivo, la partenza e le operazioni di scarico del camion che trasporta l'azoto per riempire il serbatoio esterno all'edificio terminale Nord. La presenza del camion, del peso di circa 35 tonnellate, è chiaramente visibile dal PLI dato che deforma il terreno durante lo stazionamento di circa 30-35 μm , misurati dallo strumento come un angolo di circa 2 μrad . Il PLI è inoltre in grado di rilevare lo spostamento della massa di azoto dal camion al serbatoio attraverso il movimento visibile di questa massa durante il riempimento.

Il gruppo di ricerca del CERN e del JINR sta inoltre lavorando allo sviluppo e costruzione di un PLI compatto, un cubo di dimensioni di 15 cm per lato, che permetterà di ottimizzare peso e ingombro e avere una possibilità per installare diversi PLI in array direttamente sulle sospensioni degli specchi di Virgo.