

Interviste Newsletter

LA RIPARTENZA DI LHC E LE NUOVE PROSPETTIVE

Intervista a Roberto Tenchini, presidente della Commissione Scientifica Nazionale 1 dell'INFN, che coordina le attività dell'istituto nel settore della fisica delle particelle, ricercatore della sezione INFN di Pisa.



Lo scorso 22 aprile l'intera comunità internazionale della fisica delle particelle ha salutato con interesse ed entusiasmo le notizie provenienti dal CERN, dove due fasci di protoni, ciascuno con un'energia di 450 miliardi di elettronvolt (450 GeV), venivano iniettati in direzione opposte all'interno dell'anello sotterraneo di 27 chilometri del Large Hadron Collider (LHC), il più grande e potente acceleratore di particelle mai realizzato, compiendo con successo un intero giro. La riaccensione di LHC, arrivata dopo un periodo di quasi tre anni di inoperatività, durante il quale la macchina e i quattro grandi esperimenti dislocati nei punti di collisione

dei fasci sono stati sottoposti a interventi di manutenzione e aggiornamento, ha rappresentato infatti il primo passo verso la piena ripresa delle attività scientifiche del terzo periodo di presa dati (Run3). Grazie a questa nuova fase operativa della vita del collisore, il cui inizio è in programma per luglio, i fisici delle particelle delle grandi collaborazioni degli esperimenti sperano di fare luce nei prossimi quattro anni sulle proprietà del bosone di Higgs e sulle anomalie riscontrate nel corso del Run2 che, se confermate, potrebbero anche portare a una nuova fisica oltre il Modello Standard.

Sono proprio tali prospettive ad aver reso necessari i lavori di ammodernamento e miglioramento tecnologico, che aumenteranno sensibilmente le prestazioni dell'acceleratore e degli esperimenti, svolti nel lungo periodo di pausa appena concluso (Long Shutdown2) su LHC e sui rivelatori ATLAS, CMS, LHCb e ALICE - a cui si sono aggiunti gli esperimenti FASER e SND@LHC. (mailto:SND@LHC.) Uno sforzo a cui l'Italia ha contribuito in maniera decisiva grazie all'INFN, responsabile dello sviluppo e della realizzazione di una importante parte delle componenti sperimentali sostituite. Abbiamo parlato dell'aggiornamento di LHC e dei suoi esperimenti e delle prospettive scientifiche future con Roberto Tenchini, presidente della Commissione Scientifica Nazionale 1 dell'INFN, che coordina le attività dell'istituto nel settore della fisica delle particelle, e ricercatore della sezione INFN di Pisa.

Il 22 aprile LHC è stato riattivato con l'iniezione dei primi due fasci di protoni. Che cosa prevede questa fase iniziale di riaccensione di LHC e quanto durerà?

LHC è una macchina complessa, un collisore di particelle di 27 km di circonferenza con un grande numero di componenti, per fare un esempio i soli magneti di dipolo che “curvano” i fasci sono 1232. LHC stesso riceve i fasci dal complesso di acceleratori del CERN. Dopo un periodo di tre anni in cui sono state apportate migliorie ed effettuate riparazioni è necessario verificare che ogni sua parte funzioni perfettamente, aumentando, passo dopo passo, l'intensità dei pacchetti di protoni, il numero dei pacchetti stessi e la loro energia. Si prevede di arrivare a fasci stabili con energia di 6,8 TeV ai primi di luglio. Una importante operazione da fare nel mese di giugno riguarda il cosiddetto “scrubbing” ovvero l'utilizzo del fascio stesso per ripulire le pareti del tubo a vuoto in cui il fascio circola, permettendo di rimuovere impurità che farebbero formare “nuvole di elettroni” che degraderebbero la performance.

Che prestazioni sarà in grado di fornire LHC nel corso del Run3 e quali saranno le differenze rispetto al passato?

Durante il Run3 il collisore funzionerà a una energia nel centro di massa superiore, passando da 13.0 a 13.6 TeV, avrà inoltre una luminosità più alta, permettendo di raddoppiare nel periodo 2022-2025 il numero di collisioni protone-protone fornite agli esperimenti rispetto ai periodi precedenti (2010-2018).

Quali sono stati gli interventi e aggiornamenti a cui è stato sottoposto l'acceleratore?

LHC è un collisore di particelle che sfrutta ampiamente la superconduttività, con elio liquido alla temperatura di 1,9 kelvin, per far circolare nei magneti correnti molto intense. Il passaggio improvviso da stato superconduttivo a stato di conduzione elettrica resistiva standard, il cosiddetto “quench”, è un fenomeno che avviene con scarso preavviso e necessita di protezioni adeguate per dissipare l'energia immagazzinata. Queste protezioni sono state considerevolmente migliorate. Sono state inoltre effettuati miglioramenti e riparazioni sui vari sistemi di criogenia.

Le attività di manutenzione e aggiornamento non hanno riguardato solo LHC, ma anche la catena di macchine di pre-accelerazione dei fasci prima che vengano iniettati in LHC. Quali sono state le macchine coinvolte e quali le migliorie apportate?

Il miglioramento più importante, che permette di raggiungere intensità di fasci più elevata durante il Run3, riguarda infatti non il collisore stesso, ma il sistema di iniezione di protoni che consiste in un nuovo acceleratore lineare (LINAC 4). Questo nuovo iniettore raggiunge energie più alte e intensità raddoppiata. Inoltre, il SuperProtoSincrotrone (SPS), l'anello che accelera i protoni nel penultimo stadio, ovvero prima di LHC, è stato fornito di nuovi sistemi a radiofrequenza.

In che modo l'aumento delle prestazioni di LHC influirà sulle attività dei quattro grandi rivelatori disposti nei punti di collisione dei fasci di protoni?

Gli esperimenti sono stati notevolmente migliorati, in particolar modo per la rivelazione di muoni in avanti, e uno di essi, LHCb, quasi completamente ricostruito. L'aumento di prestazioni della macchina, accoppiato ai miglioramenti apportati agli apparati, permetterà agli esperimenti “general purpose” come ATLAS e CMS di triplicare i dati raccolti, e a LHCb, dedicato allo studio della fisica del “sapore”, di aumentare i dati a disposizione di un fattore oltre cinque. L'esperimento ALICE potrà infine affinare ulteriormente lo studio di collisioni di ioni pesanti.

Quali saranno i principali obiettivi scientifici che saranno perseguiti nel corso del Run3 e quanto durerà questo periodo di acquisizione dei dati?

Un obiettivo di grande importanza riguarda gli studi sulle proprietà del bosone di Higgs, scoperto 10 anni fa proprio a LHC. In questo settore potranno essere effettuate misure con statistica assai più alta, estendendo contemporaneamente il territorio esplorato alla ricerca di nuovi fenomeni. LHC dovrebbe inoltre rendere assai più solidi i dati sulle anomalie osservate nei decadimenti del quark b durante il Run2, escludendole o confermandole definitivamente.

LHC è uno strumento complesso e monumentale che ha richiesto uno sforzo tecnologico straordinario, a cui anche l'Italia ha contribuito. Che ruolo ha svolto il nostro paese nella costruzione dell'acceleratore e nelle attività condotte durante l'ultimo shutdown?

Ditte italiane hanno contribuito in maniera sostanziale alla costruzione della macchina, ad esempio un terzo dei magneti di dipolo superconduttori a cui si accennava in precedenza sono di costruzione italiana. Ricercatori e tecnici INFN hanno inoltre progettato e realizzato una frazione considerevole di rivelatori chiave di tutti e quattro i grandi esperimenti ALICE, ATLAS, CMS e LHCb, e contribuito, anche in questo difficile periodo di pandemia, ai loro miglioramenti.

Quale sarà il futuro di LHC una volta che sarà giunto a termine il Run3?

Al Run3 seguiranno tre anni di ulteriori miglioramenti, per passare alla fase di High Luminosity LHC, con un collisore in grado di fornire una quantità di dati da sei a nove volte più alta nel corso dei periodi finali di presa dati, previsti terminare nel 2038. In questa fase verrà sfruttata appieno la potenzialità di LHC, prima di passare il testimone a futuri strumenti di indagine.