

Sviluppo del sistema di trigger dei muoni del barrel di CMS per High Luminosity LHC

Il progetto riguarda lo sviluppo del sistema di trigger dei muoni nel barrel di CMS, con l'utilizzo di informazioni provenienti da rivelatori Drift Tubes (DT) e Resistive Plate Chambers (RPC), per l'upgrade di Fase 2 del rivelatore, in preparazione alla fase di presa dati di High Luminosity LHC (HL-LHC).

Il nuovo sistema prevede che l'elettronica on-detector sia provvista esclusivamente di "triggerless" time-to-digital-converters, connessi tramite link ottici ad alta velocità ad un sistema di backend basato su grandi dispositivi programmabili (FPGA) ospitati da schede dello standard ATCA. Esse si occuperanno della gestione dell'acquisizione dei dati grezzi dal rivelatore e della generazione di primitive di trigger (segmenti ricostruiti a livello delle singole camere) sincrone con i fasci di LHC, per i successivi stadi di tracciamento e misura dell'impulso dei candidati.

Tra i principali miglioramenti possibili con il trigger di Fase2 spicca l'aumentata risoluzione spaziale e temporale dei segmenti ricostruiti. Ciò ha importanti riflessi sulla capacità di selezionare con efficienza e purezza eventi interessanti, sia del Modello Standard che di scenari di nuova fisica. Esplorare tali potenzialità richiede il controllo della simulazione del nuovo sistema di trigger locale (a livello delle singole camere) e di incidere sulle scelte e sullo sviluppo di altre parti della catena di L1 Trigger, come i tracciatori basati sulle informazioni dei muoni e la combinazione con tracce prodotte dal tracciatore interno. È dunque fondamentale verificare e motivare le scelte architettoniche ed algoritmiche in termini di prestazioni, sia generali (e.g. trigger rates) che relative a casi di fisica specifici (e.g. efficienza e purezza di selezione di stati finali interessanti).

Inoltre, il gruppo di Bologna intende realizzare, nei laboratori dell'INFN a Bologna, un sistema comprendente un telescopio per cosmici basato su scintillatori e SiPM che consentirà di condurre studi di efficienza, risoluzione spaziale e temporale, e altro, sui prototipi sviluppati per la Fase2. Si realizzerà una catena completa, dal tubo a deriva fino alla generazione di segmenti di trigger a 40 MHz: l'apparato potrà essere utilizzato per lo sviluppo di diversi aspetti del sistema finale: dall'algoritmo di trigger al sistema di controllo del FrontEnd, dal software online per il controllo del sistema ATCA allo sviluppo di protocolli per il test delle produzioni di elettronica e link ottici, e altro.

Il progetto dunque comprende i seguenti aspetti:

- 1) Ruolo attivo nello sviluppo del sistema sperimentale in costruzione presso i laboratori dell'INFN di Bologna (telescopio per cosmici e relativo setup di elettronica, acquisizione dati, integrazione di rivelatori DT e relativa elettronica, controllo di sistema ATCA)
- 2) Partecipazione allo sviluppo di funzionalità dell'algoritmo di trigger basato su DT o DT+RPC
 - a) Studio di nuove potenzialità per mezzo della loro implementazione nel software di simulazione di CMS;
 - b) Sviluppo e integrazione nell'implementazione firmware, e verifica della correttezza dei risultati per mezzo del sistema hardware di cui al punto 1).

- 3) Possibilità di contribuire attivamente ad una misura di fisica nell'ambito della collaborazione CMS, in particolar modo se basata su stati finali comprendenti muoni e di interesse anche per la simulazione delle prestazioni del sistema di Fase2.

Al candidato sono dunque richieste preferibilmente le seguenti competenze: conoscenza della fisica delle interazioni protone-protone a LHC; esperienza nell'analisi dati in High Energy Physics; buona capacità di programmazione con il linguaggio C++, e con il pacchetto ROOT; esperienza nella gestione di apparati sperimentali di trigger e acquisizione dati; una buona conoscenza della lingua inglese.

Piano di Attività e di Formazione

Il piano prevede la completa integrazione nelle attività descritte nel progetto di ricerca. In particolare sono previste le attività di sviluppo del sistema di laboratorio, in collaborazione con i colleghi coinvolti nel gruppo di CMS Bologna e con i servizi della sezione INFN; e il contributo alle attività di simulazione ed analisi, in collaborazione con colleghi italiani e stranieri nell'ambito dei *working group* dedicati.

Il progetto di formazione riguarda pertanto lo sviluppo e consolidamento di una professionalità nella gestione di un apparato sperimentale basato su rivelatori a scintillazione e a gas, nell'implementazione di sistemi hardware e software per acquisizione dati, e nell'analisi di dati nel campo della fisica delle alte energie.

L'interazione con i responsabili dei gruppi attivi nello sviluppo degli upgrade dei sistemi DT e L1 Trigger della collaborazione CMS e con altri colleghi di livello internazionale, garantirà formazione di altissimo livello, in un ambiente caratterizzato da competizione scientifica nella ricerca in Fisica avanzata. Il vincitore avrà inoltre la possibilità di partecipare a conferenze e a workshop nazionali e/o internazionali e presentare i risultati ottenuti dalla collaborazione.