

Progetto di Ricerca

Titolo assegno: Misura di violazione di CP nei decadimenti dei mesoni $B_{(s)}^0$ a LHCb e sviluppo di un rivelatore per misurare il tempo di sciami elettromagnetici con precisioni di pochi picosecondi

L'esperimento LHCb è ottimizzato per sfruttare l'elevata sezione d'urto di produzione di coppie di *quark* $b\bar{b}$ nelle collisioni protone-protone a LHC. Le eccellenti prestazioni nella selezione e ricostruzione dei decadimenti di adroni contenenti *quark* b permettono a LHCb di effettuare misure con precisioni senza precedenti delle proprietà di tali decadimenti. L'analisi dei decadimenti dei mesoni B^0 e B_s^0 negli stati finali $\pi^+\pi^-$, K^+K^- e $K^\pm\pi^\mp$ ($B \rightarrow h^+h'^-$) offre l'opportunità di verificare la validità del meccanismo di violazione di CP nel Modello Standard (MS), governato dalla matrice di Cabibbo-Kobayashi-Maskawa (CKM). Infatti, da un lato le asimmetrie di CP dirette e dipendenti dal tempo dei decadimenti $B \rightarrow h^+h'^-$ dipendono da alcuni elementi della matrice CKM. Dall'altro le asimmetrie possono anche essere modificate dalla presenza di particelle non previste nel MS, che compaiono come contributi virtuali all'interno dei processi al secondo ordine responsabili di questi decadimenti. Al momento LHCb ha misurato le asimmetrie di CP dirette dei decadimenti $B_{(s)}^0 \rightarrow K^\pm\pi^\mp$ e le asimmetrie di CP dipendenti dal tempo dei decadimenti $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ e $B_s^0 \rightarrow K^+K^-$ utilizzando i dati raccolti durante il Run1 e una parte del Run2 di LHC, osservando per la prima volta in assoluto violazione della simmetria di CP dipendente dal tempo nei decadimenti del mesone B_s^0 . Il vincitore della selezione avrà come scopo l'aggiornamento di tali misure utilizzando il campione completo di dati raccolti da LHCb nel Run1 e nel Run2. La conseguente riduzione dell'errore statistico delle misure renderà necessaria una revisione completa delle varie fasi dell'analisi al fine di controllare con accuratezza estrema tutte le possibili sorgenti di errori sistematici, tra le quali: la calibrazione degli algoritmi che identificano il sapore del mesone $B_{(s)}^0$ alla produzione (*flavour tagging*), la calibrazione dell'errore sulla misura del tempo di decadimento del mesone $B_{(s)}^0$ e la calibrazione delle differenti efficienze di ricostruzione degli stati finali $K^+\pi^-$ e $K^-\pi^+$. Il vincitore della selezione si occuperà altresì di effettuare studi esplorativi per la misura delle asimmetrie di CP dipendenti dal tempo del decadimento raro $B_s^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$, che saranno possibili aggiungendo i dati raccolti nei primi anni del Run3 di LHC.

Insieme al lavoro di analisi dati, il vincitore contribuirà allo sviluppo di un rivelatore in grado di misurare il tempo di arrivo degli sciami dentro un calorimetro elettromagnetico con precisioni di $O(10)$ ps. Il rivelatore sarà costituito da un piano di *microchannel plate* (MCP), interposto tra due sezioni di un calorimetro elettromagnetico a doppia lettura (avanti e dietro), in grado di moltiplicare con guadagni fino a 10^7 la ionizzazione prodotta dagli elettroni e positroni degli sciami all'interno degli MCP stessi. L'elevato guadagno permette di ottenere eccellenti rapporti di segnale su rumore, necessari per misure temporali estremamente precise. L'obiettivo del progetto è di installare tale rivelatore per l'upgrade di fase 2 di LHCb, previsto per il Run5 di LHC, quando LHCb lavorerà a luminosità istantanee tra le 50 e le 100 volte superiori rispetto al Run2. La misura precisa del tempo di arrivo di fotoni ed elettroni sul calorimetro elettromagnetico saranno fondamentali per associare tali particelle al corretto vertice primario di interazione protone-protone, risolvendo quindi i problemi legati all'aumento del *pile-up*. Studi basati su simulazioni mostrano la necessità di raggiungere risoluzioni temporali tra i 10 e i 20 ps. Risultati preliminari di test dei primi prototipi su fascio mostrano che tali prestazioni sono alla portata del progetto. Il vincitore contribuirà

all'ottimizzazione di tutte le componenti del rivelatore tramite misure (sia in laboratorio che su fascio) e simulazioni accurate, al fine di ottenere la miglior risoluzione temporale.

Progetto di Formazione

L'assegnista verrà integrato nelle attività di ricerca del gruppo LHCb-Bologna, con lo scopo di acquisire le competenze necessarie alla realizzazione del programma di ricerca sopra descritto. La formazione dell'assegnista si svilupperà su due livelli. Da un lato verrà reso capace di portare a compimento, in maniera indipendente, una misura di fisica delle alte energie ai collisionatori, producendo una o più pubblicazioni su rivista. Dall'altro acquisirà le capacità necessarie alla progettazione, allo sviluppo e alla realizzazione di un rivelatore di particelle. Grazie alla stretta collaborazione con il gruppo di ricerca LHCb-Bologna e con i gruppi internazionali presso i laboratori del CERN di Ginevra l'assegnista acquisirà un'elevata qualifica di professionalità nel settore della fisica delle alte energie.