

**Titolo della Tesi: Studio del decadimento  $B_d^0 \rightarrow D^{*-}\mu^+\nu_\mu$  per l'ottimizzazione di algoritmi di identificazione del sapore nell'esperimento LHCb**

**Candidato: Lorenzo Sestini, email: lorenzos88@hotmail.it**

**Relatore: Dott. Giovanni Passaleva, email: giovanni.passaleva@fi.infn.it**

LHCb è uno dei principali esperimenti situati nel tunnel dell'acceleratore LHC al CERN di Ginevra, in Svizzera. Il suo principale obiettivo è la ricerca di evidenze indirette di nuova fisica nello studio di violazione di CP e di decadimenti rari di adroni che contengono quark  $b$  e  $c$ .

In questo lavoro di Tesi, dopo una panoramica sul rivelatore LHCb e sulla fisica dei mesoni  $B$ , soffermandosi in particolare sul fenomeno delle oscillazioni dei mesoni neutri, si introduce il problema del *Flavour Tagging*. Ai fini dello studio delle asimmetrie nei processi CP coniugati con mesoni  $B$  neutri, è di fondamentale importanza stabilire il sapore del mesone al momento della sua produzione, ossia se è stato prodotto come un  $B^0$  o come un  $\bar{B}^0$ . Questo compito viene svolto, durante la ricostruzione dell'evento, da particolari algoritmi che identificano il sapore del mesone  $B$  sulla base delle proprietà cinematiche delle particelle coinvolte nella sua produzione o nel suo decadimento. Tali algoritmi sono detti algoritmi di *Flavour Tagging*.

Uno dei parametri principali che caratterizzano le prestazioni degli algoritmi di *Flavour Tagging* è la probabilità di misidentificazione  $\omega$ , ossia la probabilità che l'algoritmo fornisca la decisione sbagliata sul sapore del  $B$ . Questa probabilità può essere stimata evento per evento a seconda delle caratteristiche geometriche e cinematiche delle particelle coinvolte. Si è visto che la probabilità di misidentificazione stimata dalle simulazioni Monte Carlo ( $\eta$ ) differisce significativamente da quella reale; per questo motivo è necessario costruire delle curve di calibrazione che associano ad ogni valore di  $\eta$  il valore reale di  $\omega$ .

In questa analisi, effettuata sui dati acquisiti da LHCb nel 2011, corrispondenti ad una luminosità integrata di  $1\text{ fb}^{-1}$ , abbiamo costruito la curva di calibrazione dell'algoritmo detto di *Same Side Pion*, uno degli algoritmi di *Flavour Tagging* utilizzati ad LHCb, studiando il decadimento semileptonico  $B_d^0 \rightarrow D^{*-}\mu^+\nu_\mu$ . Grazie all'elevato *branching ratio*, all'ottimo rapporto segnale/rumore, ottenuto tramite una selezione adeguata degli eventi, e al fatto che consente di conoscere il sapore al decadimento del  $B$  di segnale a seconda della carica del muone prodotto, il canale  $B_d^0 \rightarrow D^{*-}\mu^+\nu_\mu$  si dimostra particolarmente adatto per la misura dei parametri caratteristici delle prestazioni degli algoritmi di *tagging*. La probabilità di misidentificazione  $\omega$  è stata misurata con un fit all'asimmetria di mescolamento dipendente dal tempo: il modello usato tiene conto del fenomeno delle oscillazioni, della risoluzione nella misura del tempo proprio di decadimento e dei fondi che contaminano il campione di eventi. Inoltre, a causa della mancata rivelazione del neutrino, l'impulso del  $B$  e quindi il tempo di decadimento non sono conosciuti dalle misure di LHCb; per ricostruirli siamo ricorsi ad un metodo statistico, il metodo dei *k-factor*.

Si sono poi studiate diverse fonti di incertezza sistematica che influiscono nella procedura di calibrazione di  $\omega$ . In particolare, per studiare gli effetti sistematici dovuti al metodo di ricostruzione tramite i *k-factor*, la cui calibrazione si basa esclusivamente sulle simulazioni Monte Carlo, siamo ricorsi ad un canale di controllo, il decadimento  $B_d^0 \rightarrow J/\psi K^{*0}$ . Questo processo ha uno stato finale simile a quello del  $B_d^0 \rightarrow D^{*-}\mu^+\nu_\mu$ , con la principale differenza della presenza di un muone anziché di un neutrino. Si può quindi eliminare artificialmente il muone dalla ricostruzione del  $B_d^0$ , in modo da simulare il neutrino e applicare il metodo di ricostruzione dell'impulso tramite i *k-factor*. Poiché nel canale di controllo la catena di decadimento è completamente ricostruita, è possibile confrontare l'impulso vero del  $B^0$  con quello "ricostruito" utilizzando solo i dati, per valutare i limiti e gli errori nel metodo di ricostruzione. Le curve di calibrazione e gli errori stimati possono essere usati in tutte le analisi di fisica di LHCb.

A conclusione del lavoro presentiamo uno studio preliminare sulla misura della frequenza di oscillazione del sistema  $B^0 - \bar{B}^0$  ( $\Delta m_d$ ), ottenuta ricorrendo alle stesse tecniche di analisi utilizzate per lo studio delle prestazioni degli algoritmi di *Flavour Tagging*. Il risultato ottenuto è

$$\Delta m_d = 0.504 \pm 0.011(stat) \pm 0.042(sist) ps^{-1}.$$

Si è appurato che un'ulteriore approfondimento sul metodo di misura e un più accurato studio delle incertezze sistematiche, può rendere questa misura competitiva rispetto a quelle degli altri esperimenti e rispetto ad altre misure effettuate da LHCb.