

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

**Studio con fasci di elettroni del sistema di calibrazione dei
calorimetri dell'esperimento muon g-2 a Fermilab**

Candidato:

Matteo Bartolini

Relatore:

Prof. Franco Bedeschi

Correlatore:

Prof. Oscar Adriani

Riassunto del lavoro di tesi

L'esperimento E989 muon g-2 a Fermilab ha come obiettivo quello di fornire una nuova e più precisa misura del momento magnetico anomalo del muone. L'interesse per questa grandezza fisica deriva dal fatto che può essere predetta dal Modello Standard con grandissima precisione e, allo stesso tempo, misurata sperimentalmente con una precisione confrontabile. Ciò è possibile perchè le condizioni sperimentali possono essere controllate precisamente permettendo così di contenere il contributo degli errori sistematici. Il metodo usato è quello di far circolare per 700 μs un fascio di muoni positivi polarizzati all'interno di uno storage ring in cui è presente un campo magnetico uniforme e di selezionare solo gli eventi in cui positroni che originano dal loro decadimento possiedono un'energia maggiore di una certa soglia prefissata. Ad oggi esiste una discrepanza di 3.6 σ fra il valore teorico e il risultato dell'esperimento più recente condotto ai laboratori di Brookhaven nel 2001 che può essere considerata come un segnale di possibile nuova fisica oltre lo SM. L'obiettivo del nuovo esperimento è quello di migliorare di 4 volte la precisione nella misura di questa grandezza portandola ad un livello di 140 ppb conferendole un ruolo importante per discriminare tra tutte le possibili estensioni del Modello Standard. Per raggiungere questo obiettivo è necessario, oltre ad un incremento nella statistica del numero di decadimenti osservati, limitare il contributo totale degli errori sistematici al livello di 100 ppb. In particolare, per evitare un bias significativo nella misura finale, il guadagno dei SiPM (silicon photomultiplier) che misurano la luce Cherenkov rilasciata dai positroni quando colpiscono il calorimetro deve essere stabile ad un livello di 0.01% all'interno di una finestra temporale di 700 μs e, più in generale, ad un livello $< 1\%$ in un giorno. Per questo motivo è stato sviluppato dalla collaborazione italiana di g-2 un sistema di calibrazione laser che permette di mappare l'andamento del guadagno $G(t)$ inviando sui SiPM impulsi luminosi alla frequenza di 10 KHz e, successivamente, di usarlo come fattore correttivo. Tutto il sistema di calibrazione è dotato di un Source Monitor, composto da un PMT e 2 fotodiodi che permettono di monitorare le variazioni di intensità del laser e di correggere per tali variazioni. Durante il mio lavoro di tesi, svolto all'interno del gruppo italiano di g-2, ho partecipato ai test con fascio di elettroni condotti presso i Laboratori Nazionali di Frascati e SLAC. In particolare ho preso parte al setup dell'esperimento di Frascati, ho scritto un codice in C++ per processare i segnali dei vari rivelatori e, successivamente, analizzato i dati. Dai risultati del test beam di Frascati è stato possibile misurare l'energia luminosa equivalente inviata a ciascun SiPM confrontando il segnale noto degli elettroni con quello del laser e confrontare le performance di due tipologie diverse di Source Monitor. Inoltre, usando le informazioni del laser per correggere la deriva dei SiPM, si è visto che il segnale degli elettroni risulta stabile al livello del 0.1% durante 4 ore di presa dati. Al test beam di SLAC invece è stato possibile riprodurre le condizioni dell'esperimento vero. Dall'analisi dei dati si è visto che il guadagno dei SiPM all'interno dei 700 μs ha un andamento ben preciso e ripetibile causato dall'alto rate di fotoni Cherenkov che inducono una saturazione seguita poi da un lento recupero. Con una simulazione Monte Carlo si è infine valutato l'effetto di questa perturbazione sulla misura finale nel caso non venisse adeguatamente corretta dal sistema di calibrazione.