Introduzione

Le prime evidenze di una nuova risonanza, denotata come J/ψ e interpretata poi come stato legato del charmonio, si sono avute nel 1974 in due diversi laboratori: a Brookhaven (BNL) e a Stanford (SLAC) [1]. Da allora, l'interesse dei fisici delle alte energie per questo settore e' continuato a crescere, dal momento che, a causa dell'elevata massa del quark charm, il charmonio e' un sistema a due corpi governato dall'interazione forte, per cui e' possibile una trattazione in approssimazione non relativistica.

L'esperimento E760 al Fermilab, avendo preso dati tra il 1990 e il 1992, ha dato un contributo fondamentale nello studio dello spettro, producendo direttamente gli stati del charmonio mediante annichilazioni protone-antiprotone. L'interazione avveniva tra un fascio di antiprotoni, circolanti nell'*Antiproton Accumulator* con una corrente di circa 40 mA, e un fascio di idrogeno molecolare di alta densita' ($6 \cdot 10^{13}$ *atomi/cc*), considerabile praticamente fisso. Tali densita' erano raggiungibili poiche' la Jet Target dell'esperimento, utilizzando un iniettore (nozzle) a trombetta, forniva un bersaglio di idrogeno clusterizzato.

L'esperimento E835, che incomincera' a raccogliere dati dal Giugno '96, continuera' il lavoro di E760, indagando, anche, settori della fisica del charmonio ancora poco conosciuti, come, ad esempio, il problema dell'esistenza della η_c'. E' stato organizzato, pertanto, un programma di modifiche sia ai rivelatori di E760, sia all'*Antiproton Accumulator*, su cui si sta lavorando per migliorare di un fattore 10 l'efficienza del sistema di raffreddamento stocastico, al fine di raggiungere correnti di antiprotoni dell'ordine dei $100 mA$. Per portare a termine il programma di misure, e' necessaria una luminosita' integrata di 213 pb^{-1}, ottenibile migliorando di un fattore 5 la luminosita' istantanea massima raggiunta per E760. Poiche', la luminosita' istantanea e' proporzionale al prodotto della corrente di antiprotoni per la densita' del bersaglio, supponendo di lavorare con correnti di 100 mA (fattore circa 2.5), e' necessaria una densita' piu' grande di un fattore 2.

A questo scopo, si e' sostituito l'apparato di raffreddamento ad azoto liquido della Jet Target, con un criogeneratore ad elio. Lavorando a temperature inferiori di un fattore 4 rispetto ai 77K di E760, si diminuisce la velocita' del fascio di cluster di un fattore circa 2, aumentando, allo stesso tempo, la precentuale dei cluster formati nel nozzle. Per controllare che questi cambiamenti diano effettivamente il fattore 2 in densita' voluto, sono state eseguite, in laboratorio, misure direttamente sul fascio. A tali misure il candidato ha contribuito personalmente e i risultati dell'analisi sono esposti nel capitolo 2 di questa tesi. In sintesi, si e' potuto verificare che, cambiando le condizioni di temperatura del nozzle e di pressione della linea di idrogeno, e' possibile fornire densita'

che variano da 10^{13} *atomi/cc* a $3.6 \cdot 10^{14}$ *atomi/cc*, ottenendo un miglioramento di un fattore quasi 6 rispetto alla Jet Target di E760. Con questo *range* dinamico diventa, dunque, possibile controllare la luminosita' istantanea dell'esperimento, anche al variare della corrente di antiprotoni.

Non tutte le condizioni di pressione e temperatura del nozzle che forniscono un certo valore di densita', pero', sono equivalenti: cio' che cambia, infatti, e' la quantita' di idrogeno non clusterizzato che diffonde nell'*Antiproton Accumulator*. Questo flusso, causando l'annichilazione degli antiprotoni del fascio, e' una causa non trascurabile della diminuzione del tempo di vita medio del fascio. E' stato, dunque, progettato uno stadio di recupero per l'idrogeno che, con un sistema di pompaggio differenziale, minimizza tale flusso. La modificazione del sistema di recupero per E835 e' stata oggetto di studio da parte del candidato: i dettagli del progetto si trovano nel paragrafo § 3.5.

E', quindi, utile introdurre, come nuovo parametro, l'efficienza della macchina (JTE), definita come il rapporto tra il numero di eventi prodotti dal bersaglio, per unita' di tempo, e il numero di eventi in tutto l'anello, per unita' di tempo. Scegliendo la coppia di pressione della linea a monte del nozzle (P_0) e temperatura del nozzle (T_0) che, a parita' di densita', fornisca la massima JTE, e' possibile individuare un "cammino" sul piano (P_0,T_0) di ottima efficienza, su cui la densita' vari in maniera crescente.

Per poter controllare la luminosita' istantanea, sono stati progettati dei sistemi di controllo automatici, per la pressione della linea (contibuto del candidato: paragrafo § 3.4) e la temperatura del nozzle, che consentano di muoversi con la precisione necessaria su questo cammino.

La tesi e' cosi' strutturata:

- Nel Capitolo 1 affronto le problematiche fondamentali dello studio del charmonio, facendo riferimento ai risultati dell'esperimento E760 e al programma di misure di E835. Da questa analisi emergono le caratteristiche del bersaglio necessarie all'esperimento e, di conseguenza, le specifiche della Jet Target.
- Nel Capitolo 2 descrivo le misure di densita' del fascio ed efficienza della macchina, tramite cui ho determinato il "cammino" sul piano {pressione della linea , temperatura del nozzle} di massima JTE.
- Nel Capitolo 3 affronto alcuni dei dettagli di progetto come la scelta del criogeneratore ad elio, il sistema di pompaggio dello stadio di recupero, i sistemi di controllo di pressione e temperatura.
- Nell' Appendice si trova la descrizione delle specifiche delle pompe da vuoto impiegate nel sistema di recupero.