

Progettazione e test su fascio del primo prototipo del calorimetro di Gamma400

Candidato: Alessio Tiberio (tiberio@fi.infn.it)

Relatore: Oscar Adriani (adriani@fi.infn.it)

In questo lavoro di tesi è stata studiata la fattibilità del calorimetro proposto dalla sezione di Firenze dell'INFN per Gamma400, un esperimento su satellite progettato per misurare il flusso di raggi gamma di alta energia ($10^8 \div 10^{12}$ eV) e, su impulso della collaborazione italiana, il flusso di elettroni e positroni nel range di $1 \div 3000$ GeV e di nuclei tra 250 GeV/nucleone e 1000 TeV/nucleone.

Il progetto italiano prevede di costruire un calorimetro elettromagnetico omogeneo composto da $20 \times 20 \times 20$ scintillatori cubici di ioduro di cesio drogato con tallio, CsI(Tl), delle dimensioni di $36 \times 36 \times 36$ mm³ e letti da fotodiodi. La segmentazione del calorimetro in cubi permetterà di ricostruire gli sciami prodotti da particelle incidenti su 5 delle 6 facce del calorimetro ed aumentare così l'accettanza del sistema, un fattore importante nello studio di raggi cosmici di alta energia. A questo scopo è stato costruito un primo prototipo con cui è stato effettuato un test su fascio al *Super Proton Synchrotron* del CERN.

Per trovare la lavorazione ottimale per i cristalli di CsI(Tl) da utilizzare sono state effettuate delle simulazioni dell'efficienza di raccolta della luce di scintillazione nei fotodiodi, utilizzando la piattaforma per la simulazione del passaggio di particelle nella materia Geant4. Le simulazioni hanno evidenziato che si ha un aumento del 55% nell'efficienza passando da superfici lucidate a superfici ruvide. Per questo motivo, i cristalli del secondo prototipo sono stati lucidati solo sulla faccia da accoppiare al fotodiodo.

Non potendo avere a disposizione gli scintillatori cubici di CsI(Tl) delle dimensioni di $36 \times 36 \times 36$ mm³ in tempo per il test su fascio, i cristalli per il primo prototipo sono stati ricavati da tre barre di CsI(Tl) tagliate in 12 cubi di dimensione $25 \times 25 \times 25$ mm³. Il prototipo è costituito da 54 elementi cubici organizzati in 6 piani da 9 elementi ciascuno; in ognuno dei 4 piani centrali sono stati disposti 3 scintillatori, mentre il resto degli alloggiamenti è stato riempito da cubi di ferro per simulare realisticamente uno sciame elettromagnetico in CsI (la lunghezza di radiazione del Fe è \sim quella del CsI). I cristalli sono stati rivestiti di teflon e accoppiati a fotodiodi di area attiva 9.2×9.2 mm². La lettura del segnale dei fotodiodi è stata effettuata utilizzando il chip CASIS, un preamplificatore di carica sviluppato dall'INFN di Trieste. Ogni chip CASIS è dotato di 16 canali di ingresso per i segnali.

Prima dell'assemblaggio sono state effettuate delle misure in laboratorio con una sorgente alfa di Americio 241 allo scopo di misurare sperimentalmente la qualità di tutti gli accoppiamenti fotodiodo-cristallo, utilizzando rivestimenti in alluminio e teflon per gli scintillatori. Dalle misure risulta che con teflon si ha un aumento del 35% del segnale rispetto all'alluminio.

Nel test su fascio sono stati acquisiti muoni ed elettroni accelerati a 50 GeV. Prima delle misure con particelle, sono state studiate le caratteristiche di rumore del CASIS per trovare la sua configurazione ottimale. Le misure del rilascio di energia dei muoni hanno evidenziato un rapporto segnale-rumore che va da 14 a 19, un ottimo risultato considerando che il sistema è in realtà pensato per la misura di rilasci di energia calorimetrici, molto più grandi di quelli dei muoni. Nelle acquisizioni con elettroni si è potuto osservare lo sviluppo degli sciami elettromagnetici nel calorimetro. A causa dello scarso contenimento dello sciame di particelle (per le ridotte dimensioni del prototipo) abbiamo ottenuto una risoluzione energetica del 28%.