

## Sviluppo e primi test di un prototipo di calorimetro per la misura dei raggi cosmici nello spazio: Calocube

*Candidato:* Eugenio Berti (eugenio.berti1@stud.unifi.it)

*Relatore:* Raffaello D'Alessandro (candi@fi.infn.it)

Questo lavoro di tesi si sviluppa nell'ambito del progetto Gamma400, una missione spaziale che ha come obiettivi la rivelazione in orbita dei raggi cosmici, in particolare di fotoni ed elettroni fino a  $\sim 10^{12}$  eV e di nuclei fino a  $\sim 10^{15}$  eV. Nell'ambito di questo progetto, la sezione dell'INFN di Firenze sta lavorando ad un calorimetro elettromagnetico omogeneo segmentato a cui è stato assegnato il nome di Calocube. In questo lavoro di tesi viene presentata la costruzione e il collaudo, sia in laboratorio che sul fascio di ioni, del secondo prototipo di Calocube. In particolare viene descritta la realizzazione del *firmware* per la scheda responsabile del pilotaggio dell'elettronica di *front-end* e dell'invio dei dati al sistema di acquisizione.

Nella parte introduttiva è presentata una breve descrizione dei raggi cosmici, con particolare attenzione alle problematiche ancora aperte, e alle tecniche calorimetriche impiegate per la rivelazione di particelle di alta energia.

Dopo una breve introduzione sulla missione Gamma400, è quindi presentato il prototipo di Calocube, di cui sono descritte le principali caratteristiche. In particolare sono messe in evidenza le esigenze a cui deve far fronte il *firmware* sviluppato. Questo ha richiesto uno studio preliminare del funzionamento delle schede CASIS, che costituiscono l'elettronica di *front-end*, e del modulo QuickUSB, impiegato per la trasmissione dei dati al sistema di acquisizione. Delle schede CASIS sono discusse due principali modalità di pilotaggio, una standard ed una pensata per aumentare il tempo vivo e diminuire il rumore. Del modulo QuickUSB è invece illustrato il principio di funzionamento del protocollo di trasmissione impiegato, soffermandosi sulle modalità con cui è stata realizzata l'acquisizione dei dati. Quindi sono descritte le verifiche effettuate sia sulla sola scheda di acquisizione che su tutta l'elettronica del calorimetro, da cui è emerso che il *firmware* si è dimostrato capace di assolvere correttamente al compito per cui è stato sviluppato.

Infine è descritto il test su fascio di ioni del prototipo, condotto tra il 31 Gennaio ed il 6 Febbraio 2013 al SPS, presso i laboratori CERN, di cui sono presentati in maniera preliminare i primi risultati. Rispetto al test condotto sul primo prototipo di Calocube è stato riscontrato un netto miglioramento del rapporto segnale/rumore, dovuto ad una sensibile diminuzione del contributo di rumore comune a tutti canali di uno stesso chip. L'analisi sugli eventi di segnale ha consentito di individuare chiaramente i picchi corrispondenti agli elementi più leggeri, originati dal passaggio di particelle al minimo di ionizzazione. La segmentazione del calorimetro si è inoltre mostrata capace di ricostruire lo sviluppo dell'evento, particolarmente importante nel caso di sciame.

L'analisi dei dati, ancora in corso, permetterà di studiare nel dettaglio le proprietà del prototipo. Questo consentirà di verificare la capacità di Calocube di adempiere agli obiettivi scientifici della missione Gamma400, in vista di una decisione finale prevista negli anni futuri.