

CANDIDATO: **Guglielmo Baccani** (guglielmo.baccani@gmail.com)

RELATORE: **Prof. Oscar Adriani** (adriani@fi.infn.it)

TITOLO TESI: *“Calibrazione dei fotodiodi rivelatori del calorimetro di Gamma400”*.

I raggi cosmici costituiscono una radiazione altamente energetica proveniente dallo spazio. Il loro studio è importante sia nel campo della fisica subnucleare, per l'analisi delle componenti fondamentali della materia, sia in quello dell'astrofisica, per la comprensione dei fenomeni che li generano. Ad oggi non sono ancora del tutto chiari i processi astrofisici responsabili della produzione e dell'accelerazione delle particelle cariche di cui sono composti i raggi cosmici.

Il flusso dei raggi cosmici diminuisce con l'aumentare dell'energia della radiazione, fino a valori inferiori a 1 particella/(Km²anno) per energie maggiori di 10¹⁹eV. Ciò va a discapito delle misure dirette di energia dei raggi cosmici più energetici in quanto i rivelatori, installati su dei satelliti, hanno delle dimensioni limitate che non permettono di acquisire una grande statistica. Per tale motivo i raggi cosmici con energie superiori ai 10¹⁵eV vengono normalmente rivelati dopo che hanno interagito con l'atmosfera terrestre, mediante rivelatori molto più estesi posizionati a terra. Con queste misure indirette è estremamente difficile risalire con precisione all'energia e alla natura della particella originaria osservando lo sciame da essa prodotto.

Questo lavoro di tesi si inserisce in un progetto di ricerca volto ad aumentare il valore dell'energia dei raggi cosmici rilevabili con metodi diretti, mediante l'uso di calorimetri. Gamma400 è un esperimento spaziale russo finalizzato alla rivelazione diretta di raggi cosmici altamente energetici che, grazie alla sua grande accettazione, sarà in grado di rivelare protoni e nuclei dei raggi cosmici con energie di oltre 10¹⁵eV. Sarà dotato di un calorimetro omogeneo ed isotropo composto di cristalli scintillatori. Nell'ambito della sezione di Firenze dell'INFN è in fase di studio Calocube, un prototipo del calorimetro di Gamma400, composto da strati di cristalli scintillatori accoppiati a dei fotodiodi VTH2090 per la rivelazione della luce di scintillazione. I segnali emessi sono quindi letti tramite dei chip di preamplificazione CASIS dotati di due possibili guadagni. Il valore del guadagno viene impostato automaticamente in base all'ampiezza del segnale in ingresso.

L'obiettivo di questo lavoro di tesi è quello di verificare la possibilità di impiegare, oltre al VTH2090, anche il fotodiodo VTP3310LA (più piccolo del primo) per rivelare la luce di scintillazione. In questo modo, utilizzando 2 sensori e i 2 stadi diversi di guadagno del chip CASIS è possibile avere 4 diverse configurazioni di amplificazione, aumentando in maniera significativa il range dinamico dell'esperimento. Si potranno così rivelare segnali dovuti a sciame più energetici che manderebbero in saturazione la catena elettronica collegata al VTH.

Abbiamo eseguito una calibrazione dei due fotodiodi mediante due tipi di LED (verdi e rossi). I LED, alimentati da un impulsatore in grado di generare impulsi di durata variabile, andavano ad illuminare tutta l'area sensibile dei fotodiodi. La fotocorrente prodotta veniva integrata da un preamplificatore e infine grazie ad un filtro digitale e al relativo programma di acquisizione è stato possibile raccogliere i segnali sul computer. Variando la durata degli impulsi abbiamo quindi avuto la possibilità di variare la posizione dei centroidi dei segnali raccolti. Si può verificare che l'intensità dei segnali raccolti è proporzionale, oltre che alla durata dell'impulso, all'area sensibile del fotodiodo moltiplicata per la sua risposta spettrale. Si è quindi confrontato il rapporto dei coefficienti di proporzionalità, ottenuti dai fit lineari dei dati raccolti, con il rapporto delle aree dei fotodiodi.

Ogni misura è stata preceduta da una verifica della zona di linearità entro la quale è possibile effettuare le misure di calibrazione. Si è però osservato che anche in tali zone la posizione dei centroidi non era esattamente proporzionale alla durata dell'impulso. Si è quindi data una possibile spiegazione di tale fenomeno verificando però che, nel nostro caso, è ancora possibile ricondurci alla schematizzazione di perfetta proporzionalità.

I rapporti dei coefficienti di proporzionalità tra segnale raccolto e durata dell'impulso ottenuti per il verde e per il rosso differiscono per il 5% dal rapporto delle aree. La differenza è da attribuire a una diversa risposta spettrale dei due fotodiodi per entrambe le lunghezze d'onda, che non è ricavabile dalla documentazione del fabbricante con la precisione necessaria per verificare con certezza la compatibilità dei risultati. Questo lavoro di tesi può anche essere inteso come una misura del rapporto delle risposte spettrali dei due fotodiodi nel verde e nel rosso. In conclusione i risultati ottenuti avvalorano la possibilità di affiancare al VTH un fotodiodo più piccolo come il VTP per la rivelazione dei segnali prodotti da sciame altamente energetici all'interno del calorimetro di Gamma400.