

Università degli Studi di Firenze, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

**Tesi di Laurea Triennale Fisica e Astrofisica**

Anno Accademico 2011-2012, Firenze, 11 Dicembre 2012

## **Costruzione del prototipo del calorimetro di Gamma400 e caratterizzazione dei fotodiodi rivelatori**

*Construction of Gamma400 prototype's calorimeter and characterization of the silicon photodiode detectors*

Candidata: **Irene Nutini**, Relatore: **Prof. Oscar Adriani** (adriani@fi.infn.it)

### **Riassunto dell'elaborato di tesi:**

Il mio lavoro di tesi è inquadrato nel progetto Gamma400, un esperimento essenzialmente calorimetrico per la rivelazione e lo studio dei raggi cosmici, il cui obiettivo è quello di rivelare direttamente la radiazione cosmica di alta energia con un'alta accettazione.

Per poter studiare e valutare le peculiarità e l'efficienza del calorimetro di Gamma400 è stato costruito un prototipo, nei Laboratori dell'INFN di Firenze. Si tratta di un piccolo calorimetro costituito di 54 elementi cubici di dimensioni  $2.5 \times 2.5 \times 2.5 \text{ cm}^3$ . Di questi, 12 sono cristalli di CsI(Tl), scintillatore inorganico utilizzato per la rivelazione della radiazione; i restanti sono cubetti di ferro, che permettono di simulare in maniera realistica lo sviluppo degli sciami elettromagnetici. Per rivelare la radiazione di scintillazione, ogni cristallo è accoppiato a un fotodiodo VTH-2090 in Si, portato in condizioni di contropolarizzazione.

La mia esperienza di tesi è consistita nella partecipazione alla costruzione del prototipo di Gamma400 e alla sua caratterizzazione in termini di segnali e di rumore dei vari componenti, in particolar modo dei fotodiodi al Silicio, utilizzati per rivelare la luce di scintillazione prodotta nei cristalli di CsI(Tl) al passaggio di particelle ionizzanti.

Nella prima parte ho concentrato il mio lavoro sulla caratterizzazione dei fotodiodi al Silicio VTH2090, che sarebbero stati usati per la raccolta dei fotoni prodotti nei cristalli e collegati al circuito di lettura. Ho effettuato misure di corrente e capacità di transizione in funzione della tensione di contropolarizzazione per due diodi in particolare; ho misurato il rumore elettronico associato a tali diodi e alla catena di lettura, inviando un impulso noto al sistema e studiandone la risposta.

Nella seconda parte del mio lavoro di tesi ho contribuito alla costruzione del prototipo del calorimetro. Per la raccolta della luce di scintillazione dai cristalli di CsI(Tl) sono stati scelti, tra i fotodiodi che avevamo a disposizione, quelli con corrente inversa minore per minimizzare il contributo di rumore dovuto a tale corrente sul segnale in uscita. Sono state poi eseguite misure di calibrazione delle coppie cristallo-diodo con una sorgente di radiazione  $\alpha$  ( $^{241}\text{Am}$ ) per valutare la risoluzione energetica del sistema di rivelazione. Per due coppie cristallo-diodo la calibrazione con le  $\alpha$  è stata effettuata sia nel caso di rivestimento in Alluminio che in Teflon del cristallo, per determinare quale dei due sistemi presentasse una efficienza maggiore.

A conclusione del mio lavoro ho osservato la correlazione tra il rumore elettronico e le caratteristiche dei fotodiodi utilizzati. Alla tensione di lavoro dei fotodiodi nel prototipo,  $V_{cp} = 45 \text{ V}$ , ciascun diodo scelto per i sistemi cristallo-diodo introduce un equivalente contributo totale in rumore, che tuttavia contribuisce solo in piccola parte all'allargamento degli spettri di energia; quindi la risoluzione energetica è dominata dalle caratteristiche del cristallo e dai processi di generazione e raccolta dei portatori. I fotodiodi al Silicio (VTH2090) rappresentano un buon dispositivo per la raccolta dei fotoni di scintillazione del cristallo CsI(Tl), poiché hanno una risposta con una alta efficienza quantica QE per la  $\lambda$  di emissione del CsI(Tl) e introducono poco rumore sul segnale in uscita dalla catena di lettura.

Inoltre dai risultati ottenuti per la calibrazione delle coppie con differenti rivestimenti dei cristalli, si osserva che l'efficienza di raccolta ottenuta con il rivestimento in Teflon è più alta di quella ottenuta con l'Alluminio, poiché i rivestimenti diffusivi sono più efficienti per sistemi di rivelazione che hanno dimensioni piccole.