

# **ATTIVITÀ DELL'U.O. DI TRIESTE E GIUSTIFICATIVO DELLE RICHIESTE DI SPESA**

## **1. Introduzione**

La collaborazione nazionale XDXL si propone di sviluppare apparati per la rivelazione di raggi X o gamma basati su rivelatori a deriva di silicio di grande area che, unitamente all'impiego di architetture innovative (ad esempio utilizzando l'effetto Compton per la rivelazione di raggi gamma), possono apportare un salto di qualità agli strumenti che attualmente vengono usati nella ricerca, sia che si tratti di astronomia e astrofisica su satellite (All Sky monitor e Timing alle energie dei raggi X, telescopio gamma basato su camere Compton), che di medicina diagnostica o biologia (camera Compton diagnostica).

Il gruppo di Trieste si occupa dello sviluppo e dell'ottimizzazione delle camere a deriva di silicio (sia di grande area che di più piccole dimensioni), ma contribuisce anche al progetto dell'elettronica integrata di front-end ad essa associata per applicazioni di spettroscopia.

## **2. Motivazioni per lo sviluppo di camere a deriva di grande area**

Le applicazioni di spettroscopia di raggi X richiedono la rivelazione di fotoni di energia compresa tra pochi keV (1 o 2) e qualche decina di keV per mezzo di rivelatori ed elettronica di bassissimo rumore. Date le piccolissime dimensioni degli elettrodi di raccolta del segnale, le camere a deriva di silicio (SDD) riescono a fornire prestazioni così buone che sono diventate il rivelatore di riferimento in questo ambito. Le SDD che si trovano in commercio hanno dimensioni piuttosto ridotte (decine di  $\text{mm}^2$ , anche se incominciano a comparire rivelatori di dimensione intorno al  $\text{cm}^2$ ) e vengono usate a temperature molto basse (sotto i  $-40\text{ }^\circ\text{C}$ ) per ridurre il leakage che contribuisce in modo predominante al rumore complessivo del dispositivo.

La camera a deriva di grande area (ALICE-D4 [1]) che l'U.O di Trieste sta sviluppando non solo può potenzialmente garantire le stesse prestazioni di risoluzione energetiche a temperature più alte (il leakage agli anodi è un ordine di grandezza inferiore a parità di superficie), ma è in grado di fornire anche una misura precisa della posizione in cui il fotone ha convertito la sua energia (unidimensionalmente in assenza di trigger esterno, bidimensionalmente se associata a un sistema esterno che rileva l'istante in cui il fotone ha colpito la SDD, come nel caso di una camera Compton). La possibilità di ottenere un'informazione bidimensionale da un sistema lineare offre il vantaggio di avere un numero ridotto di canali ( $N$  invece di  $N^2$ ) e quindi di un consumo di potenza minimo. Se a questo si aggiunge la grande area sensibile del rivelatore ( $53\text{ cm}^2$ ) si capisce lo sviluppo di questa SDD verso le applicazioni spettroscopiche ha un interesse strategico in molti campi di ricerca.

## **3. Attività svolta fino a Luglio 2009 ed attività prevista per il 2010**

Nella prima metà del 2009 l'U.O. di Trieste ha iniziato la caratterizzazione spettroscopica del rivelatore sia con la sorgente di  $^{55}\text{Fe}$  in casa, che presso la facility di INAF/IASF a Roma (ed afferente all'U.O. di Roma2) utilizzando un tubo a raggi X al Titanio con un cristallo polarizzatore che produce righe di diffrazione Bragg a 2.6 keV e multipli di questa. L'U.O. di Trieste ha realizzato un sistema multicanale (8 anodi contigui collegati ad altrettanti canali di

processazione e lettura del segnale) che permette di migliorare l'analisi della risoluzione energetica del rivelatore ALICE-D4 attraverso la sottrazione del rumore di modo comune. Con questo setup si è riusciti ad ottenere una risoluzione energetica, per il singolo anodo, di 253 eV FWHM a 24 °C (risultato preliminare [2]). Insieme alle U.O. di Roma2 e Bologna è stata avviata una collaborazione con l'università di Pavia (prof. P. Malcovati) per la realizzazione di un prototipo di front-end integrato (tecnologia AMS 0.35 um) i cui primi esemplari dovrebbero essere pronti entro la fine dell'anno. Entro la fine del 2009 dovrebbero essere disponibili anche i primi rivelatori prototipi realizzati presso l'FBK di Trento, che permetteranno sia di confrontare la tecnologia FBK con quella Canberra (produttore dell'ALICE-D4), sia il test di alcune modifiche al layout introdotte per cercare di ridurre il rumore in eccesso attribuito all'accoppiamento degli anodi con i partitori integrati attraverso gli ultimi catodi di deriva.

Nel 2010 l'attività dell'U.O. di Trieste prosegue su aspetti diversi dello sviluppo dei rivelatori:

- Caratterizzazione della risoluzione spaziale del rivelatore di grande area insieme all'U.O. di Roma2 presso la facility INAF/IASF utilizzando il prototipo di front-end integrato a 32 canali che permette di migliorare la sottrazione del rumore di modo comune.
- Caratterizzazione della diffusione della carica per diversi campi di deriva ed a diverse distanze dagli anodi sia tramite la facility a Roma, sia tramite sorgenti di  $^{55}\text{Fe}$  ed  $^{241}\text{Am}$  da acquistarsi per attrezzare il laboratorio a Trieste. Le misure a Trieste useranno un secondo setup identico a quello che verrà preparato per Roma (stessa elettronica).
- Test e sviluppo del front-end integrato, per il quale si richiede il finanziamento di un secondo run presso Europractice, per realizzare entro il 2010 i primi prototipi dell'All Sky Monitor e della camera Compton. I moduli di rivelazione completi realizzati potranno poi essere testati con la camera a termo-vuoto per una pre-qualifica spaziale del sistema.
- Test e caratterizzazione dei rivelatori realizzati da FBK. Dall'analisi si otterranno le informazioni per la realizzazione di un secondo prototipo ottimizzato presso FBK di cui si chiede il finanziamento.
- Test di camere a deriva a singolo anodo di dimensioni ridotte da accoppiare con cristalli scintillatori ( $\text{LaBr}_3$ ) da usare per il calorimetro della camera Compton.
- Caratterizzazione dei transistor FET integrati nei rivelatori ALICE-D5 (Canberra) e di chip FET da usare insieme alle camere a deriva a singolo anodo. Queste misure richiedono l'acquisto di quattro micro-manipolatori e delle relative probe per la stazione di misura di cui si chiede il finanziamento.

Per portare avanti queste attività sono necessarie le realizzazioni sia di nuovi circuiti stampati, che di strutture meccaniche di supporto per la realizzazione di moduli di rivelazione completi di cui si richiede il finanziamento. Per la realizzazione ed i test di questi componenti sono stati richiesti 2 mesi/uomo di attività dell'officina meccanica, 5 mesi/uomo di attività del servizio di elettronica e rivelatori, e 6 mesi/uomo di attività del servizio di alte tecnologie dell'U.O. di Trieste.

I rivelatori che si stanno sviluppando nell'attività del progetto XDXL possono anche essere impiegati nell'ambito delle attività di ricerca sull'energia dell'INFN. Mentre il finanziamento delle spese vive per la realizzazione di un prototipo di rivelatore spettroscopico portatile è stato richiesto sui fondi di INFN-Energia, le attività di ricerca sul sistema di raffreddamento delle

SDD tramite celle Peltier e sull'ottimizzazione dell'accoppiamento SDD/cristallo saranno realizzate all'interno della sigla XDXL.

### **Riferimenti Bibliografici**

[1] TS\_XDXL\_all\_2.pdf: Zampa, G., Rashevsky, A., Vacchi, A., *"The X-Ray Spectroscopic Performance of a Very Large Area Silicon Drift Detector"*, *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Volume 56, Issue 3, Part 2, June 2009 Page(s):832 - 835, Digital Object Identifier 10.1109/TNS.2008.2007955

[2] TS\_XDXL\_all\_3.pdf