

INAF-IASF Bologna	Installazione e calibrazione rivelatore PSD/NAI	<i>Ref: R P</i> <i>Issue: 2</i> <i>Date: 04/02/09</i> <i>page: 1</i>
-----------------------------	---	---

Installazione e calibrazione rivelatore PSD/NAI c/o LARIX-Ferrara
MANUALE D'USO

E. Caroli, N. Auricchio², A. Basili, A. Donati, L. Milani², F. Schiavone

Rapporto Interno INAF/IASF-Bo n. 571/2009

Affiliazioni:

¹INAF/IASF-Bo, via Gobetti 101, Bologna

²Dipartimento di Fisica, Via Saragat,1 - Ferrara

REVISIONE	DATA	APPROVAZIONE
02	4 Aprile 2016	Natalia Auricchio

INAF-IASF Bologna	Installazione e calibrazione rivelatore PSD/NAI	<i>Ref: R P</i> <i>Issue: 2</i> <i>Date: 04/02/09</i> <i>page: 2</i>
-----------------------------	---	---

Scopo del documento

Il presente documento si inserisce nell'ambito delle attività svolte e finalizzate all'installazione e calibrazione del rivelatore PSD/NaI presso il LARge Italian X ray facility del Dipartimento di Fisica dell'Università di Ferrara con l'obiettivo di descrivere il sistema di rivelazione e di fornire il manuale d'uso per la sua funzionalità.

Il cuore del lavoro descritto nel presente report rientra nell'ambito delle attività di calibrazione dell'elettronica di acquisizione e del SW di quicklook.

Tale attività ha evidenziato specificità e criticità che si desidera, attraverso questa nota tecnica, approfondire.

Documenti di riferimento

D.1 *Sviluppi sperimentali per lenti di Laue per applicazioni astrofisiche*, tesi di dottorato in Fisica - Damiano Pellicciotta, Università degli Studi di Ferrara, (Cap. 5).

D.2 *Sviluppo di una lente di Laue per astronomia gamma e primi risultati*, tesi di laurea in Fisica - Lisa Milani, Università degli Studi di Ferrara, A.A. 2007/2008, (Cap. 6).

D.3 *Caratterizzazione del sistema di rivelazione installato nella LARge Italian X ray facility del Dipartimento di Fisica dell'Università di Ferrara*. - Rapporto Interno IASF/BO n. 533/2009.

INAF-IASF Bologna	Installazione e calibrazione rivelatore PSD/NAI	<i>Ref: R P</i> <i>Issue: 2</i> <i>Date: 04/02/09</i> <i>page: 3</i>
-----------------------------	---	---

1. Descrizione del sistema di rivelazione e realizzazione delle I/F per controllo PSD/NAI.

Il sistema di rivelazione è costituito da:

- Rivelatore Position Sensitive basato su NaI(Tl);
- Elettronica di lettura TAKES;
- Interfacce per il controllo del sistema;
- PC per la gestione del SW di acquisizione in ambiente LabVIEW.

Per poter gestire l'acquisizione dei segnali del PSD/NaI dalla sala di controllo è stato necessario realizzare due interfacce attive in grado di consentire ai segnali in uscita dall'elettronica TAKES di arrivare senza disturbi e perdita di informazioni all'interfaccia NI PCI 32HS sul PC di controllo e acquisizione a circa 20 m di distanza dall'origine dei dati.

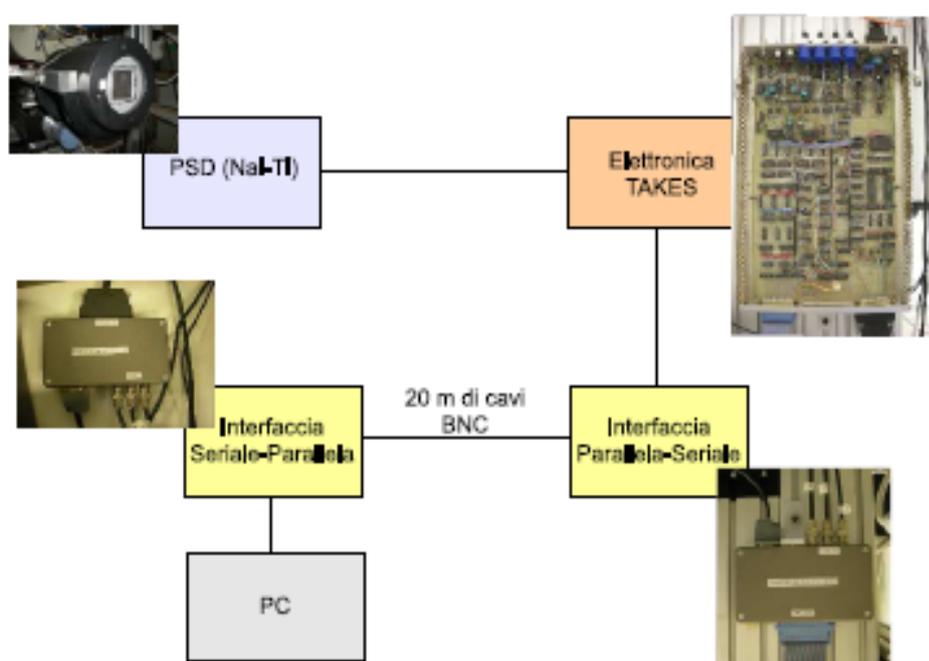


Figura 1 Schema del nuovo sistema di interfaccia usato per comunicare con il rivelatore da remoto.

Sono state realizzate presso lo IASF-BO su disegno TAKES, le seguenti interfacce:

(a) *Interfaccia Parallela-Seriale sincronizzata*: tale connessione prende l'uscita parallela su 32 bit della elettronica TAKES e la serializza sincronizzandola con un clock a 5 MHz su 3 BNC (clock, dati, S/H). Fisicamente questa scatola è installata all'interno del fascio di fianco alla elettronica TAKES alla quale è collegata mediante un cavo piatto a 32 conduttori.

(b) *Interfaccia Seriale sincronizzata-Parallela*: tale collegamento preleva i segnali dei 3 BNC e, utilizzando il clock a 5MHz di sincronizzazione ricostruisce la parola originale di 32 bit paralleli. Fisicamente questa scatola si trova nella sala controllo vicino al PC con la scheda digitale veloce NI PCI 32HS, che opera come stazione di acquisizione e controllo delle misure.

La scatola è collegata alla scheda di I/O digitale (DIO) mediante un cavo piatto a 32 conduttori.

Il sistema composto dalle due interfacce è stato provato e qualificato sia c/o IASF-BO che presso il LARIX in condizioni di misura.

INAF-IASF Bologna	Installazione e calibrazione rivelatore PSD/NAI	<i>Ref: R P</i> <i>Issue: 2</i> <i>Date: 04/02/09</i> <i>page: 4</i>
-----------------------------	---	---

2. Sequenza di Accensione

In questo paragrafo viene descritta la sequenza di operazioni da eseguire per l'accensione del sistema di rivelazione, con il particolare delle tensioni d'alimentazione applicate e le correnti assorbite.

1 Interfaccia Seriale-Parallela



Posizionamento: dietro PC QuickLook

2 Interfaccia Parallela-Seriale

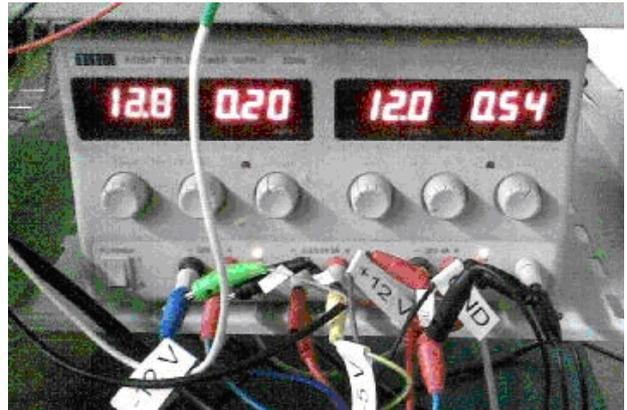


Alimentazione

+/-12V Corr max ass 0.04



+/-12V +5V Corr max ass 0.5

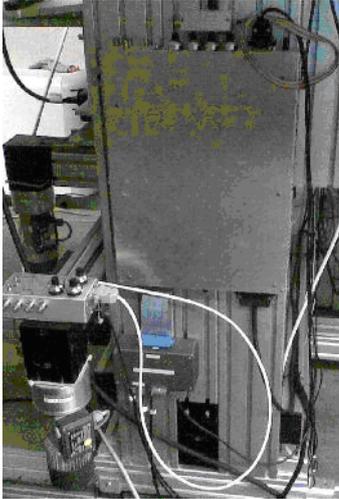


Dettagli collegamenti

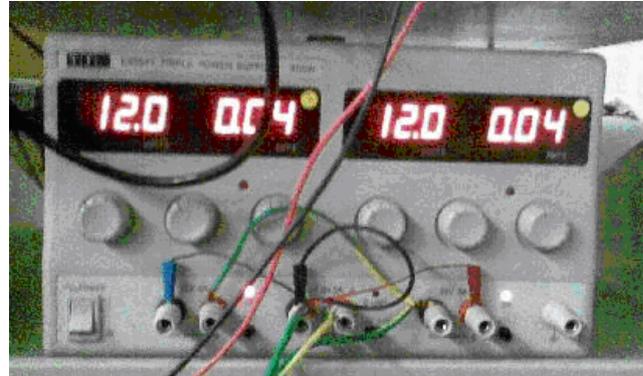


INAF-IASF Bologna	Installazione e calibrazione rivelatore PSD/NAI	<i>Ref: R P</i> <i>Issue: 2</i> <i>Date: 04/02/09</i> <i>page: 5</i>
-----------------------------	---	---

Electronica TAKES



3 PSD (NaI-Tl)
4 HV PSD



+/-12V
-670V



3. Set-up del sistema di rivelazione PSD/NaI.

Il sottosistema di acquisizione dei dati (elettronica TAKES, I/F seriali-parallele, PC con scheda DIO) è stato testato e qualificato per mezzo di un impulsatore in grado di fornire segnali negativi con la forma simile ai segnali uscenti da un PM e quindi compatibili con i segnali uscenti dai 4 BNC del rivelatore PSD/NAI) a diverse frequenze ed ampiezze. I segnali forniti dall'impulsatore sono divisi in tensione sui 4 pin di un connettore a 15 poli in base alla posizione di due potenziometri che simulano la posizione di generazione del segnale in X e Y in modo simile a quanto avviene all'interno del PM multi anodo collegato al rivelatore di NaI.

L'impulsatore, in condizioni di centratura della posizione (potenziometri X e Y al centro), fornisce 4 segnali uguali con guadagno variabile da qualche mV a 300 mV.

Il rivelatore NaI, alimentato a **-670 V**, è stato provato separatamente con una sorgente di ^{241}Am utilizzando un oscilloscopio e il multicanale disponibile al LARIX. Queste prove hanno confermato che il rivelatore fornisce in uscita dai 4 BNC dei segnali dalla forma e polarità corretta. I segnali hanno una

INAF-IASF Bologna	Installazione e calibrazione rivelatore PSD/NAI	<i>Ref: R P</i> <i>Issue: 2</i> <i>Date: 04/02/09</i> <i>page: 6</i>
-----------------------------	---	---

ampiezza negativa massima di -2 V su ogni canale con la sorgente collimata situata approssimativamente al centro della finestra di ingresso del rivelatore.

Le prove preliminari dell'intera catena di misura non hanno dato risultati soddisfacenti. In particolare la posizione della sorgente di ^{241}Am (posta dietro un collimatore di Pb di 2 mm di spessore con foro di ~2 mm di diametro) risulta corretta sulla mappa visualizzata dal S/W di acquisizione e il sistema è in grado di visualizzare eventuali spostamenti della stessa sulla finestra di ingresso del rivelatore. Lo spettro in energia dei pixel contenuti all'interno della macchia che definisce la sorgente sulla mappa dei conteggi visualizzata dal S/W non è quello aspettato con il picco a 60 keV ben definito. In effetti lo spettro risulta distribuito su tutti i 1024 canali e sembra 'tagliato' a canale 1024.

I risultati delle varie prove effettuate ci hanno suggerito la possibilità che la forma dello spettro osservato sia legato essenzialmente ad un problema di guadagno.

Nell'intera catena è possibile intervenire per modificare il guadagno dei segnali in due specifici ambiti:

- tensione di alimentazione del PM multi anodo;
- trimmer (0.5-1.5) presenti sui 4 canali di ingresso (X_A , X_B , Y_A , Y_B) dell'elettronica TAKES.

(1) *Verifica della dinamica dell'elettronica e dell'algoritmo implementato dalla elettronica TAKES per la determinazione dell'energia di ogni evento:*

con l'impulsatore dedicato e un amplificatore lineare a 4 canali (guadagno 3.5-4) realizzato da IASF-BO si effettuano acquisizioni dei segnali generati con i potenziometri X e Y ai valori corrispondenti al centro (divisione dell'ampiezza del segnale in 4 segnali uguali) e si modifica il guadagno dell'impulsatore fino a raggiungere la saturazione (canale 1024) dei segnali sullo spettro visualizzato dal S/W. Si misura la tensione di uscita sui 4 pin di segnali corrispondente a questa situazione. Si procede poi aumentando ancora il segnale e verificando come viene trattato lo stesso dalla elettronica e dal S/W nel caso di superamento del valore massimo convertibile.

Con la stessa procedura si verifica anche:

- (a) soglia minima utile nella situazione in cui i 4 segnali siano uguali;
- (b) ripetere tutte le valutazioni precedenti con i potenziometri X e Y posizionati in modo da avere su 3 dei quattro pin di uscita un segnale vicino alla soglia e quindi sul 4 pin il segnale massimo.

(2) *Verifica dell'effetto del guadagno totale della catena con il rivelatore PSD/NAI:*

queste prove hanno come obiettivo di verificare direttamente se lo spettro che si osserva attualmente con tutta la catena dipende dal guadagno troppo alto della stessa. In questo caso si procede utilizzando la sorgente di ^{241}Am posizionata al centro della finestra di ingresso del rivelatore utilizzando il semplice schermo di collimazione di cui sopra e diminuendo a passi definiti (per es. 10 V) la tensione di alimentazione del PM multi anodo dall'attuale valore di 830 V. Se il problema sullo spettro osservato dipende da guadagno totale della catena, raggiunto un certo valore di tensione lo spettro dovrebbe prendere la sua forma mostrando il picco a 60 keV.

A seguito di queste attività di breve termine il sistema dovrebbe essere di in grado di essere operato.

La fase di calibrazione descritta ha portato alla definizione delle seguenti condizioni operative di lavoro. Il rivelatore opererà alla tensione di -670 V, tensione che dovrà essere ulteriormente diminuita per poter rivelare fotoni di circa 100 keV. Oppure per ottenere lo stesso risultato si può diminuire il guadagno inserendo opportune resistenze.

Dalle prove eseguite sia con l'impulsatore che con la sorgente di ^{241}Am si è ricavato che:

- La catena elettronica della TAKES ha un guadagno di ~5.
- La catena elettronica TAKES accetta segnali negativi da ~50-1000 mV.
- La determinazione dell'energia dell'evento a partire dai quattro segnali (X_A , X_B , Y_A , Y_B) da parte della elettronica TAKES risulta equivalente a $(X_A+X_B+Y_A+Y_B)/2$.

INAF-IASF Bologna	Installazione e calibrazione rivelatore PSD/NAI	<i>Ref: R P</i> <i>Issue: 2</i> <i>Date: 04/02/09</i> <i>page: 7</i>
-----------------------------	---	---

- I segnali in uscita dal *emitter follower* del PM del PSD/NaI per eventi da 60 keV e tensione di alimentazione di -830 V (tensione presa come riferimento) sono di ~2 V.

Da queste osservazioni si è determinata la necessità di ridurre l'alta tensione di alimentazione del PM del PSD/NaI. La tensione impostata attualmente è di -750 V. Con questa tensione il picco fotoelettrico a 60 keV si colloca attorno al canale 650 e la risoluzione FWHM è ~ 17%.

Questi valori sono compatibili con i risultati ottenuti da Pellicciotti e riportati nella sua tesi di laurea [D1].

La fase di calibrazione prevede l'utilizzo di una maschera a fori (realizzata da INFN su disegno di IASFBo) e di sorgenti radioattive di energia diversa.

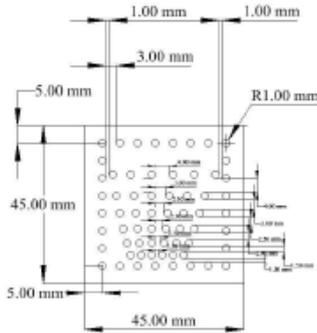


Figura 6.19: Maschera in Pb utilizzata per la determinazione della risoluzione spaziale del rivelatore.

Dimensionamento della mappa.

La mappa è compressa in un intorno del centro mappa. Agendo sui due trimmer e sui 4 potenziometri si può regolare la distribuzione dei fotoni su 1024 x 1024 pixels (mappa); si può scegliere infatti se utilizzare tutta la mappa o distribuire i fotoni su una zona più piccola (agendo su A - B e su C - D), inoltre la posizione del centro della mappa viene regolata con i potenziometri $K(A + B)$ e $K(C + D)$.

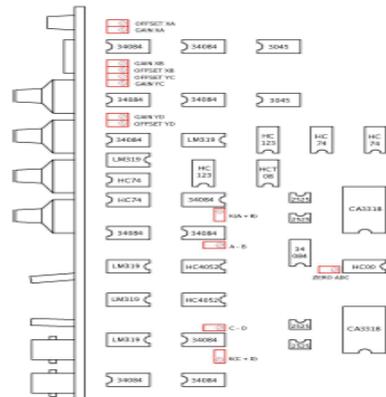


Figura 5.18: Particolare dello schema dell'elettronica con i potenziometri evidenziati in rosso.

4. SW di quicklook

Il nucleo del S/W di acquisizione sviluppato sulla piattaforma LABVIEW è stato realizzato presso IASF-BO nell'ambito di un progetto ASI per lo sviluppo di un prototipo di piano focale per concentratori Bragg nell'ambito del quale il gruppo di Bologna ha acquisito una elettronica TAKES compatibile con quella disponibile a Ferrara per la lettura del rivelatore PSD/NAI.

Attualmente il s/w permette di controllare in tempo reale l'acquisizione di una misura e di registrare i dati in file binari o ascii. Il controllo della misura è effettuato per mezzo di una interfaccia grafica che visualizza la mappa dei conteggi per pixel ricostruito (10 bit per X e per Y). Per problemi di efficienza e velocità la rappresentazione in falsi colori è una matrice 64x64, sulla quale un cursore grafico permette la selezione di un pixel particolare di cui viene automaticamente visualizzato in un'altra finestra grafica lo spettro in energia (10 bit, 1024 canali).

A queste funzionalità di base si ritiene necessario aggiungere funzionalità specifiche per l'utilizzo del sistema PSD/NAI all'interno del LARIX nell'ambito delle attività presenti e future legate allo sviluppo delle lenti di Laue.

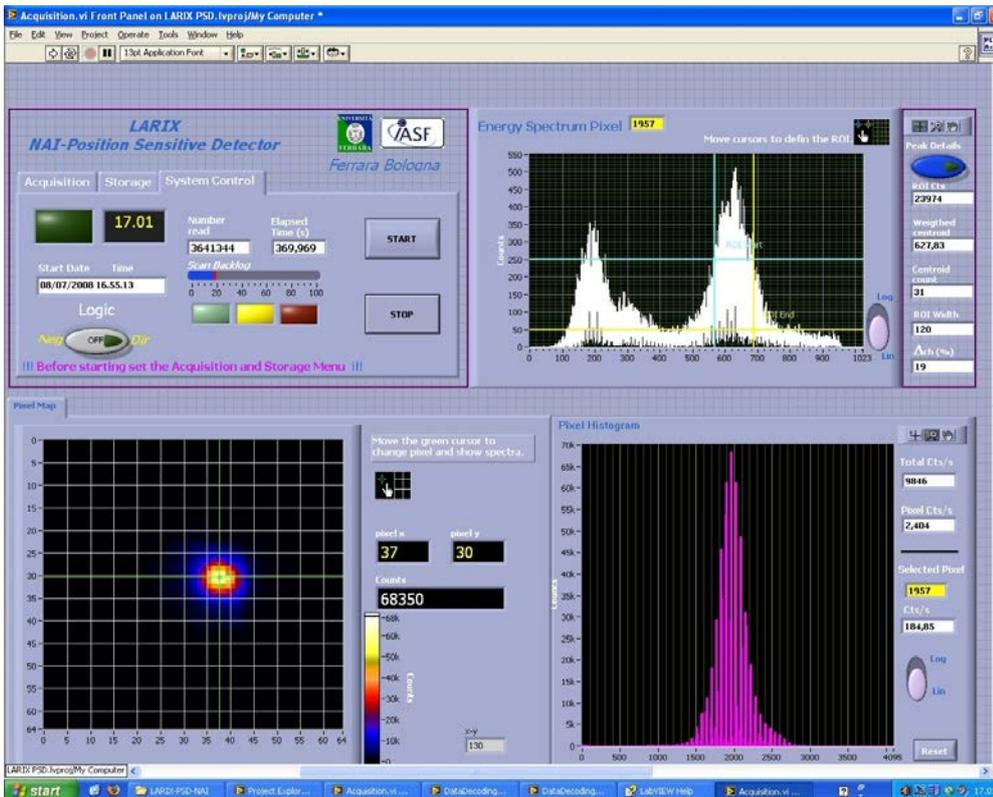
INAF-IASF Bologna	Installazione e calibrazione rivelatore PSD/NAI	Ref: R P Issue: 2 Date: 04/02/09 page: 8
-----------------------------	---	---

Un elenco di primo livello delle funzionalità implementate nel pacchetto S/W prima della calibrazione definitiva del sistema ha previsto:

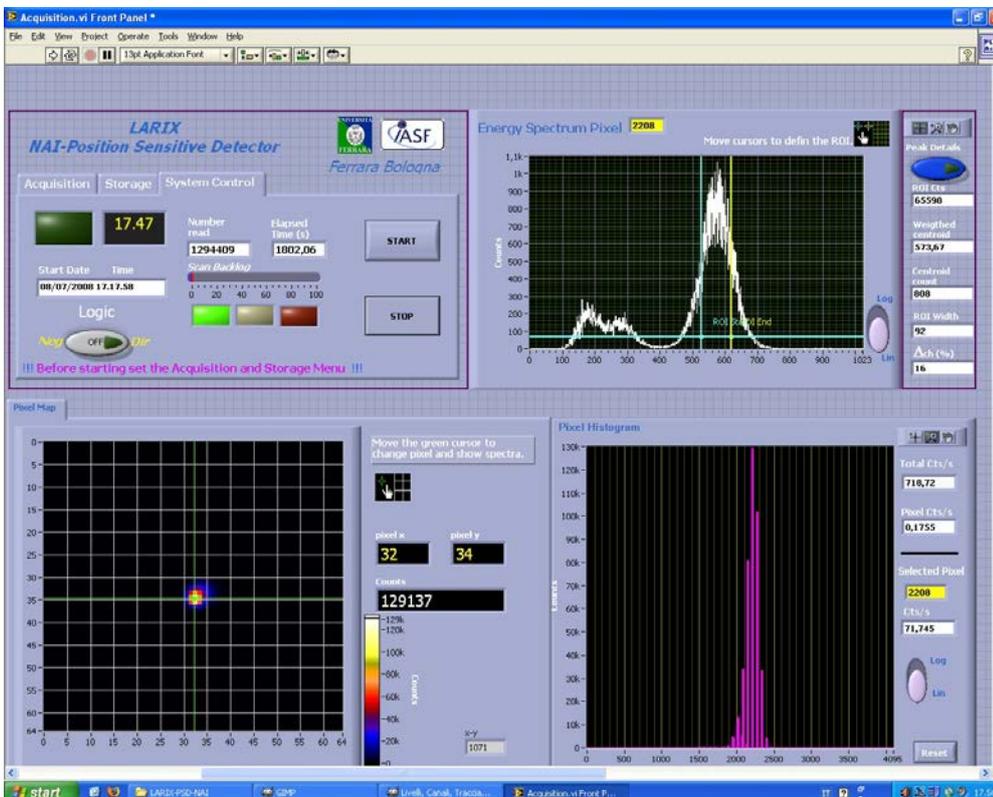
- Taglio in X e Y della matrice dei conteggi per avere i profili dei conteggi e consentire il calcolo del baricentro della posizione della sorgente o di altri oggetti (e.g. l'ombra del mirino nelle prove di allineamento del fascio);
- Aumentare risoluzione della mappa di conteggio in falsi colori.
- Possibilità di avere la mappa dei conteggi in finestre di energia, selezionabili per esempio direttamente dalla finestra di spettro;
- Implementare algoritmi per la ricostruzione del baricentro e altri parametri relativi al profilo dei conteggi nelle due direzioni;
- Implementare algoritmi per il best fit degli spettri
- Possibilità di rileggere e analizzare file di dati acquisiti precedentemente.

Interventi sul SW	
<i>previsti</i>	<i>realizzati</i>
Cursori fissi a 256 Sostituire con array (pulsanti autoesclusivi).	
Nella zona istogramma sostituire Pixel Histo con profili X e Y cont/s.	
Dai due profili ricavare l'integrale della zona compresa tra i due cursori e visualizzarlo in un indicatore numerico di fianco ai profili.	
Estrarre lo spettro della zona definita dai due cursori sulla mappa	
Reset del booleano che controlla il doppio cursore relativo al Peak Detector nello spettro.	
Impostare scale profili e mappa in millimetri (usare un file di calibrazione).	
Impostare scala spettro in energia (non canali).	
Nella zona "Selezione dati" (a valle di Pixel ID) condizione di mascheratura con una matrice 64x64 (4096) con elementi=0 fuori dall'area del cursore e =1 nei pixel corrispondenti all'area del cursore (vedi case map switch).	

Di seguito vengono riportate due misure acquisite durante la fase di calibrazione del rivelatore e dell'elettronica di lettura con una sorgente radioattiva di ^{241}Am collimata e non per la valutazione della risoluzione energetica e spaziale.



Americio non collimato



Americio collimato

N.B. Si è riscontrato che le mappe sono divise x4 e le energie x2.