

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DELLA PET

Introduzione

L'esperienza consiste nella caratterizzazione di un rivelatore a scintillazione per fotoni e nella misura della posizione di una sorgente all'interno di una griglia, utilizzando una tecnica di coincidenza di fotoni.

Materiale

Si hanno a disposizione due rivelatori a NaI vincolati a scorrere lungo una guida orizzontale e disposti con le finestre d'ingresso affacciate verso il centro della guida. I fotomoltiplicatori connessi sono alimentati con tensione positiva (max 900 V) e producono un segnale in tensione ai capi di un connettore ad alta impedenza. Il segnale è negativo, con ampiezze dell'ordine delle centinaia di mV per rilasci di energia dell'ordine di 500 keV, tempo di salita dell'ordine dei 20 ns e tempo di discesa dell'ordine dei 500 ns.

I segnali, eventualmente opportunamente attenuati, possono essere acquisiti mediante un ADC integratore di carica CAMAC LeCroy 2249A a 11 bit e 12 canali (le cui specifiche sono disponibili nella documentazione): è importante che gli ingressi dei canali non utilizzati vengano terminati su 50 Ω .

Oltre a una sorgente incognita da localizzare all'interno della griglia, sono a disposizione altre sorgenti ^{22}Na , ^{60}Co , ^{90}Sr e ^{137}Cs di bassa intensità per la calibrazione dei rivelatori.

Al centro della guida si trova un supporto per posizionare le sorgenti. La griglia è costituita da 49 cellette di $2 \times 2 \text{ cm}^2$ montate in una scatola di alluminio posizionabile sul supporto; la griglia può scorrere perpendicolarmente alla guida e ruotare rispetto ad un'asse ortogonale alla guida e alla griglia e passante per il supporto.

I segnali registrati dall'ADC possono venire acquisiti utilizzando il CAMAC Controller Wiener CC-USB che permette di leggere i moduli tramite un programma scritto in C. Un esempio di un semplice programma di base da cui sviluppare un programma di acquisizione più completo è disponibile nella cartella `/home/studenti/Wiener/PetInit`. Si ha a disposizione inoltre un generatore di impulsi programmabile a due canali.

Misure da effettuare:

- Inviare un segnale di forma adeguata (spiegare come è definita la forma adeguata) con il generatore di impulsi e verificare la linearità dell'ADC, studiandone la dipendenza dalla durata e dall'ampiezza dell'impulso, nonché la dipendenza della misura dalle caratteristiche del segnale di gate (durata suggerita dell'ordine di 500 ns).
- Misurare lo spettro di energia delle sorgenti note, e determinare la curva di calibrazione di energia/conteggi ADC per i due rivelatori.
- Misurare la risoluzione in energia dei due rivelatori in funzione dell'energia.
- Identificare la posizione della sorgente incognita.
- Determinare lo spettro di energia rivelato dai due rivelatori in caso di coincidenza con la sorgente incognita, studiandone la dipendenza dalla distanza tra i rivelatori e la sorgente, e indicare il tipo di sorgente.
- Stimare l'attività della sorgente incognita.

Punti per discussione quantitativa

- Contributi che determinano la risoluzione energetica. Quali effetti possono produrre eventuali andamenti non lineari nella risposta dei rivelatori?
- A cosa è dovuta la diversa altezza dei picchi della sorgente incognita?
- Qual è il contributo del fondo da raggi cosmici allo spettro della sorgente incognita osservato con un singolo rivelatore?
- Quali informazioni è necessario conoscere per stimare l'attività della sorgente? Quali di queste informazioni si possono determinare sperimentalmente con la strumentazione a disposizione?
- Quale processo fisico è responsabile di segnali in coincidenza sui due rivelatori? Stimare il fondo dovuto a coincidenze accidentali in funzione della distanza dei rivelatori dalla sorgente, utilizzando sia lo spettro temporale che quello di energia dei segnali in coincidenza.
- Qual è la precisione con cui è possibile determinare la posizione della sorgente all'interno della griglia? Discutere i contributi statistici e sistematici che limitano la precisione di misura.

- Come sarebbe possibile determinare simultaneamente la posizione di due sorgenti dello stesso tipo posizionate all'interno della griglia?