

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 negativo ai capi di un connettore ad alta impedenza. Il segnale è negativo, con ampiezza di qualche decina di mV per rilasci di energia dell'ordine del MeV, un tempo di salita dell'ordine dei 20 ns e un tempo di discesa dell'ordine dei 500 ns.

I segnali possono essere amplificati mediante amplificatori a guadagno regolabile TENNELEC o ORTEC, entrambi dotati di preamplificatori, o, alternativamente, facendo uso di uno *shaping amplifier* FE280 a guadagno fisso, eventualmente seguito da un opportuno attenuatore lineare.

I segnali amplificati possono essere acquisiti mediante un ADC CAMAC LeCroy 2259B a 11 bit e 12 canali, sensibile all'ampiezza di picco. Tale ADC legge segnali in tensione negativi di ampiezza massima 2 V, e necessita di un segnale NIM di durata inferiore a $5 \mu\text{s}$ come *gate* per definire la durata dell'acquisizione. È possibile usare un TDC CAMAC LeCroy 2226A a 10 bit per misurare il ritardo tra i segnali prodotti in coincidenza nei due rivelatori. Il TDC richiede in ingresso impulsi in logica NIM.

Oltre ad una sorgente incognita da localizzare all'interno della griglia, sono a disposizione 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.

Per l'acquisizione si utilizza un programma scritto in LabViewTM, che permette di visualizzare qualitativamente gli spettri di energia misurati dall'ADC e lo spettro temporale delle coincidenze ottenuto mediante il TDC durante la presa dati, e di scrivere i dati su file in formato ASCII, permettendo di esportarli per un'analisi più accurata con programma a scelta.

Misure da effettuare

- Misura dello spettro di energia delle sorgenti note, e determinazione della curva di calibrazione di energia e della risoluzione in energia dei due rivelatori.
- Identificazione della sorgente incognita.
- Conteggio dei segnali su singolo rivelatore con e senza sorgente incognita. Confronto tra i conteggi del contatore NIM e quelli del programma di acquisizione.
- Stima dell'attività della sorgente incognita.
- Conteggi delle coincidenze prodotte nei due rivelatori con e senza sorgente incognita, eventualmente in funzione della distanza dei rivelatori dalla sorgente.
- Determinazione dello spettro temporale delle coincidenze tra i due rivelatori dalla sorgente incognita, eventualmente in funzione della distanza dei rivelatori dalla sorgente.
- Determinazione dello spettro di energia rivelato dai due rivelatori in caso di coincidenza con la sorgente incognita, eventualmente in funzione della distanza dei rivelatori dalla sorgente.
- Determinazione delle coordinate della cella nella quale si trova la sorgente utilizzando la coincidenza dei segnali sui rivelatori.

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.
- Quali sono i contributi che determinano la risoluzione dello spettro temporale delle coincidenze?
- 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?