

Esperienze Lab 3 – PET

Programmi:

* di acquisizione => MCA Caen

Scopo:

- * caratterizzazione di scintillatori NaI
- * allestimento di un apparato PET-like per misure in coincidenza
- * determinazione della posizione della sorgente
- * verifica degli effetti dovuti a materiale interposto tra la sorgente ed il rivelatore

STRUMENTI:

1. Due rivelatori a scintillazione NaI da 2 pollici
2. Alimentatore di HV a due canali
3. Ciascuno dotato di zoccolo di alimentazione con preamplificatore
4. Amplificatore e AMP-SCA
5. Gate and delay generator
6. Acquisizione MCA Caen
7. Oscilloscopio
8. Sorgente di Na22

PARTE I: CARATTERIZZAZIONE della strumentazione

0. Accensione dell'NaI

Collegare:

- L'NaI all'alimentatore (controllare la polarità voluta dallo zoccolo dell'NaI:)
- il cavo di uscita del pre (il pre è incorporato nello zoccolo del rivelatore) alla boccia posteriore corrispondente nel modulo dell'amplificatore
- un BNC al cavo di output pre del rivelatore per guardare gli impulsi all'oscilloscopio

1. Scelta della Tensione di Alimentazione

Scopo

Scelta della tensione di polarizzazione ottimale per i due rivelatori

Procedimento

- Acquisire spettri (a tempo noto o fissato) affacciando la sorgente al rivelatore al variare della V_{bias} (400...1000 V)

OSS: Al variare di V cambia il guadagno del rivelatore, e puo` essere che diventi necessario variare il guadagno dell'amplificatore perche` il segnale rimanga nella parte centrale dello spettro (qui lo scintillatore e` piu` lineare). Fare qualche studio preliminare per vedere se esiste un guadagno che vada bene per tutte le tensioni.

Se fosse necessario variare il guadagno per qualche misura, preoccuparsi di eventuali variazioni della risoluzione col variare del guadagno effettuando opportune misure.

Analisi

- Fittare i picchi visibili nello spettro, chiedendosi che picchi sono...c'e` altro oltre a quelli attesi? Ricavare dal fit il Rate ai picchi e FWHM_{peak}

- GRAFICARE per i picchi analizzati: Rate vs. V_{BIAS} e FWHM/ E_{peak} vs. V_{BIAS}

Conclusioni

Scegliere la V ottimale tc. la risoluzione sia migliore e tc. ci sia massima raccolta degli eventi. Scegliere poi il GAIN tc i picchi di interesse siano attorno al canale 5000 e tc. che non ci siano troppi saturati all'ultimo canale dell'ADC.

2. Scelta dello Shaping Time

Scopo

Scelta dello shaping time di formatura del segnale che ottimizzi la risoluzione (uno ST troppo basso comporta perdita di informazione, uno ST troppo lungo rischia di indurre Pile-up, e soprattutto lo ST influenza il rapporto Segnale/Rumore per quel che riguarda il rumore elettronico)

Procedimento

- Acquisire spettri da sorgente al variare dello ST

Analisi

- Fittare i picchi (FWHM)

- GRAFICARE FWHM/ E vs. ST

Conclusioni

Scegliere lo ST che ottimizzi la risoluzione

3. Forma del segnale (Par.9.VII Knoll) – Rise e decay time $V_{Anodico}$, V_{Pre} , V_{Amp}

Scopo:

comprendere i tempi caratteristici del segnale negli step successivi della catena di lettura/formatura del segnale

Procedimento:

- Provare a valutare sull'oscilloscopio (o in altro modo):
 1. il t_{rise} e il t_{decay} dell'impulso in uscita dall'anodo
 2. il t_{rise} e il t_{decay} dell'impulso in uscita dal Pre
 3. il t_{rise} e il t_{decay} dell'impulso in uscita dall'Amp

Conclusioni:

- Fare considerazioni

4. Valutazione della linearita` dell'ADC**Scopo**

Valutare se la risposta dell'ADC sia lineare

Procedimento

Utilizzando un generatore di funzioni inviare impulsi di ampiezza nota (misurata all'oscilloscopio) all'ADC e acquisire per ciascuno uno spettro

Analisi

- Fittare il picco (centroide) corrispondente all'impulso inviato per ciascuno spettro acquisito
- GRAFICARE Ampiezza (V) vs. Canale

Conclusioni

- Valutare la curva di risposta. E` lineare? Esiste una zona di non linearita`?

5. Curva di calibrazione Ch-E e valutazione della linearita` del rivelatore**Scopo:**

Trovare i parametri della curva di calibrazione Ch-E utilizzando le righe di fondo e quelle delle sorgenti a disposizione (Na22, Th232, Co60, Ra226, multigamma...)

Procedimento:

- Mettere la sorgente davanti rivelatore(una per volta)
- Fissati il GAIN e il V_D
- Acquisire uno spettro per un tempo sufficiente da avere una buona statistica per i picchi principali e, se presenti, anche per i picchi di bassa energia (ANNOTARSI IL TEMPO DI MISURA per ciascuno spettro).
- Ripetere cambiando la distanza della sorgente dal rivelatore

Analisi:

- Fittare tutti i picchi che si riesce dello spettro
- GRAFICARE : E_nominale vs Ch (con relativi errori)
- Fittare i punti con una curva opportuna
- GRAFICARE i residui per visualizzare la bontà della curva ottenuta per i vari punti

Conclusioni:

- Che tipo di risposta dà il rivelatore?
- La calibrazione rimane costante al variare della distanza?

PARTE II: IMPOSTAZIONE DELLA CATENA PER LA COINCIDENZA**1. Scelta dell'NaI da usare come spettrometro/gate**

Nella misura in coincidenza userete uno dei due scintillatori per "triggerare" la coincidenza (*NaI(gate)*) e l'altro per effettuare la misura dello spettro energetico (*NaI(spettrometro)*).

In base alle misure effettuate siete in grado di dire, una volta scelti tensione di polarizzazione e ST, quale dei due scintillatori abbia le prestazioni migliori. Conviene usarlo come spettrometro o come gate?

2. Coincidenza dell'NaI con se stesso

Scopo: impostare la coincidenza, ovvero utilizzare NaI scelto come GATE e la catena con l'AMP&SCA per far selezionare solo gli eventi da 511 keV che l'*NaI(gate)* registra. Questi segnali triggereranno l'uscita digitale dell'AMP&TSCA, che costituirà poi il vostro segnale di gate da inviare all'acquisizione.

Suggerimenti:

cercare di capire come vada impostato in questa fase lo schema del circuito, per riuscire in contemporanea a visualizzare lo spettro acquisito dall'*NaI(gate)* e a selezionare in esso solo gli eventi di interesse (picco a 511 keV). Per far sì che la catena funzioni dovrete cercare di capire:

- che sincronia vuole l'MCA tra il suo input di GATE e l'input del segnale
- che sincronia c'è tra il vostro GATE e il segnale (usate l'oscilloscopio)
- come i timing dei moduli elettronici influenzano la sincronia tra GATE e segnale (tra le varie cose prestate attenzione anche a come diversi shaping time possano influenzare il tempo a cui il segnale raggiunge il suo massimo)
- come potete intervenire, se necessario, per migliorarla

Una volta impostate le soglie dell'AMP&TSCA per la selezione energetica dei segnali di "trigger" acquisiti dall'*NaI(gate)*, potete passare al punto successivo.

3. Coincidenza tra i due NaI

Scopo: impostare la coincidenza tra l'*NaI(gate)* e l'*NaI(Spettrometro)*.

In questa parte l'impostazione delle finestre energetiche di selezione sull'AMP&TSCA non vanno più toccate, vanno lasciate come impostate prima, visto che così facendo si sono selezionati i segnali voluti per triggerare la coincidenza sull'*NaI(spettrometro)*.

Andrà però nuovamente prestata attenzione alla sincronia temporale tra il GATE ed il segnale (che ora arriva dall'*NaI(spettrometro)*).
Servirsi sempre dell'oscilloscopio per osservare ed eventualmente modificare parametri etc. per migliorare la sincronia.

4. Ottimizzazione della distanza della sorgente dai rivelatori

Scopo: trovare la distanza tra la sorgente ed i due rivelatori che massimizzi l'efficienza di rivelazione dei segnali in coincidenza.

Suggerimento: per semplicità nell'analisi successiva è meglio mantenere la sorgente ad un'eguale distanza dai due rivelatori.

Svolgimento: Effettuare misure atte a determinare la distanza migliore tra la sorgente ed i rivelatori ed analizzarle.

PARTE III: CAMPAGNA DI MISURE

1. Misure senza assorbitore

Scopo: valutare per diverse posizioni della sorgente (fissata la distanza al valore ottimo trovato in precedenza) la variazione dell'angolo a cui si trova il massimo di intensità, senza materiale interposto tra la sorgente ed i rivelatori.

Procedimento: Effettuare campagne di misure (~30 misure per angolo per posizione) ed analizzare i dati per trovare per ogni distanza l'angolo a cui si trova il massimo e valutare anche la risoluzione angolare ottenuta.

2. Misure con diversi assorbitori

Scopo: valutare eventuali effetti dovuti alla presenza di materiale tra la sorgente ed i rivelatori.

Procedimento: Utilizzare un maninelli riempito con diverse sostanze (acqua, sale....) e ripetere misure analoghe a quelle svolte nel punto precedente. Analizzarle.

PARTE IV: VALUTAZIONE DELLA POSIZIONE DELLA SORGENTE

Scopo: sviluppare un algoritmo di simulazione che permetta di ricavare da misure di coincidenza PET-like la posizione della sorgente (distanza dai rivelatori...), stimando anche la risoluzione spaziale ottenibile (ipotizzando di non conoscere la posizione della sorgente).

Procedimento: analizzare la condizione geometrica sperimentale e scrivere un codice che, partendo dai parametri geometrici noti e dal confronto tra i dati simulati e quelli dati ottenuti dalle campagne di misure precedenti (intensità vs. angolo per le varie posizioni).