

Laboratorio di Fisica delle Interazioni Fondamentali
Università di Pisa

ESPERIENZA PRELIMINARE: CONDIZIONI DI LAVORO DI UN CONTATORE A SCINTILLAZIONE

Introduzione

L'esperienza preliminare ha lo scopo di introdurre alcuni strumenti di base utilizzati in questo laboratorio, e consiste nel mettere a punto un sistema di rivelatori a scintillatore plastico, utilizzandoli per la rivelazione di particelle ionizzanti (principalmente muoni) di provenienza cosmica.

- Utilizzando un alimentatore di alta tensione (HV), alimentare uno dei fotomoltiplicatori (PMT) a una tensione intermedia nell'intervallo consigliato dal produttore. Fare riferimento alla documentazione dell'alimentatore a disposizione per quanto riguarda il metodo di regolazione e monitoraggio della tensione di alimentazione e le precauzioni di sicurezza. Se presenti, verificare che i limitatori di tensione e corrente siano correttamente regolati. Alimentare il PMT e, se l'alimentatore lo consente, misurare la corrente assorbita a diverse tensioni, determinando la resistenza del partitore di tensione; se le specifiche del PMT usato sono note verificare che tale corrente corrisponda a quanto atteso. Prestare attenzione a non entrare in contatto con l'alta tensione!
- Collegare l'uscita del PMT all'oscilloscopio, prestando attenzione alla terminazione, e osservare il segnale annotandone forma, ampiezza, e durata. Osservare all'oscilloscopio la presenza di segnali di ampiezza e frequenza diversa, riflettere sulla loro origine e verificare l'effetto della tensione di alimentazione del PMT su di essi (mantenendola entro i limiti specificati). Valutare con l'oscilloscopio l'ordine di grandezza della frequenza degli impulsi di diversa ampiezza. Stimare la quantità di energia rilasciata nello scintillatore da una MIP e confrontarla con l'energia dell'impulso elettrico osservato, determinando l'ordine di grandezza del fattore di amplificazione.
- Familiarizzare con la documentazione di un discriminatore NIM, quindi collegare l'uscita del PMT ad esso, prestando attenzione alla terminazione della linea. Osservare all'oscilloscopio in contemporanea i segnali di ingresso

e di uscita, prestando attenzione alle lunghezze dei cavi e a come dividere il segnale. Verificare l'effetto delle regolazioni del discriminatore; prestare attenzione ad agire con delicatezza nell'agire con il cacciavite sui potenziometri che possono rompersi con manovre inadeguate. Verificare che lo strumento si comporti completamente secondo le aspettative.

- Sfruttando il livello di *trigger* dell'oscilloscopio, misurare il valore effettivo della soglia impostata sul discriminatore, e confrontare tale valore con la tensione di *monitor* letta sul *test-point* dello strumento mediante un multimetro, deducendo la relazione tra le due.
- Stabilire una durata adeguata del segnale di uscita dal discriminatore, e annotare i criteri che hanno portato a tale scelta.
- Familiarizzare con un contatore NIM (*scaler*), quindi utilizzarlo per misurare il tasso di conteggi; confrontare l'accuratezza della frequenza misurata dall'oscilloscopio e dal contatore. Riflettere sul tempo necessario per misurare la frequenza con una data precisione, e sulla distribuzione di probabilità dei conteggi. Verificare la stabilità temporale della frequenza di conteggio. Considerare possibili dipendenze della frequenza da fattori ambientali, e l'eventuale presenza di danneggiamenti nella copertura dei rivelatori in base alla sensibilità alla luce esterna.
- Fissata una soglia di discriminazione adeguata, in base a opportune considerazioni da specificare, misurare il tasso di conteggi in funzione della tensione di alimentazione e determinare se sia presente un *plateau*, riflettendo sulla sua origine. Confrontare l'ordine di grandezza dei valori misurati con quello atteso per il tasso di particelle cosmiche ionizzanti attraverso lo scintillatore, e giustificare differenze importanti.
- Preparare un secondo contatore analogamente a quanto fatto in precedenza e visualizzare entrambi i segnali sull'oscilloscopio, valutando la possibilità di identificare visivamente delle coincidenze. Calcolare la frequenza di coincidenze casuali attese, scegliendo i punti di lavoro in modo che essa non rappresenti un problema per la misura delle coincidenze reali.
- Familiarizzare con un modulo di coincidenza NIM e le sue specifiche, quindi collegare i due segnali ad esso. Tracciare la curva di ritardo (o curva di cavo) che riporta il numero di conteggi della coincidenza in funzione del

tempo di ritardo relativo tra i due segnali; discutere forma, larghezza e livelli assoluti della curva ottenuta, confrontandoli con le attese. Introdurre i ritardi necessari perchè i rivelatori risultino in tempo tra loro, annotandone i valori.

- Misurare con il contatore NIM la frazione di coincidenze casuali rispetto a quelle reali dovute al passaggio di una particella ionizzante in entrambi i rivelatori.
- Studiare l'andamento del tasso di coincidenze in funzione delle tensioni di alimentazione di entrambi i rivelatori utilizzati, verificando l'eventuale presenza di un *plateau* e determinando il punto di lavoro migliore, specificando i criteri adottati.
- Preparare un terzo rivelatore, mettendolo in tempo con i primi due. Variando soltanto le condizioni di uno dei tre, scelto in modo che l'effetto della sua accettazione geometrica si elimini, determinare la curva di efficienza assoluta di tale contatore in funzione della tensione di alimentazione e della soglia, e l'efficienza al punto di lavoro scelto, incluso l'errore. Discutere la misura, la sua dipendenza dai valori di altri parametri del sistema, e giustificare le scelte utilizzate per effettuarla.