Parte testuale della relazione.

Introduzione :

Lo scopo di questa esperienza era lo studio e la conseguente caratterizzazione di un rivelatore di tipo SiPM per poi utilizzare i risultati ottenuti per studiare tre tipi di cristalli di scintillazione (LySO, CsI, BGO) che sono stati utilizzati a loro volta per studiare tre fonti radioattive diverse( 22^Na, 57^Co e raggi cosmici)

Possibili Configurazioni:

La più importante delle caratterizzazioni è quella che riguarda la configurazione dell’apparato da utilizzare nello studio degli spettri energetici delle varie sorgenti radioattive. Come abbiamo detto la strumentazione è composta da un SiPM, una PSAU e un Digitizer e tutti e tre comunicano con il programma HERA che gestisce tutti i valori impostabili delle diverse componenti. Esistono 3 differenti configurazioni per con cui possono essere svolte le misurazioni e il primo punto della seconda parte richiedeva un’analisi di tutte e tre per capire quale fosse la migliore.

La prima configurazione prevedeva che il segnale in uscita dal SiPM passasse dalla PSAU la quale lo integrava su una capacità e lo trasformava in un segnale in tensione che in fine inviava al digitizer. Allo stesso tempo la PSAU, una volta ricevuto il segnale analogico dal SiPM, invia al digitizer un segnale di trigger per l’apertura del gate per la lettura del segnale in tensione. Con questa configurazione si è provato ad osservare lo spettro del 22-Na utilizzando il cristallo LySO riuscendo ad ottenere dei notevoli risultati; tuttavia, l’impostazione di guadagno non poteva essere maggiore di 2, in quanto si ha che per valori più alti, bastano anche un paio di unità, le componenti elettroniche saturano e si va a perdere completamente le caratteristiche principali dei segnali. Questo comporta l’impossibilità di riuscire a vedere come si comporta lo spettro al variare della V\_bias in quanto minime variazioni tensioni causano la completa saturazione dell’elettronica.

La seconda configurazione prevede invece di sdoppiare il segnale in uscita dal SiPM e mandarlo sia nel digitizer che nella PSAU. Ora questo set up sfrutta la PSAU come trigger esterno al digitizer e non come integratore del segnale; infatti, questo compito è svolto direttamente dal digitizer. Come nella prima anche in questa configurazione abbiamo analizzato lo spettro del 22-Na utilizzando il cristallo LySO e abbiamo osservato una riduzione della qualità dello spettro in quanto è presente in maniera importate la radiazione di fondo, ma non a tal punto da coprire i vari picchi energetici. Il vantaggio di questa configurazione sta proprio nelle impostazioni di guadagno del sistema in quanto possiamo lavorare con valori di 20/25, cosa che nel primo set up era impensabile. In questo modo siamo in grado di poter studiare lo spettro energetico a V\_bias diverse senza incappare nella saturazione completa dell’elettronica.

La terza configurazione invece prevedeva la completa esclusione dalla catena di lettura da parte della PSAU; infatti, sia il segnale che il trigger vengono direttamente dal digitizer. Anche in questa configurazione riusciamo a guardare lo spettro del 22-Na con LySO con un guadagno di 20/25, tuttavia la componente di rumore elettronico e quindi la conseguente riduzione della risoluzione dello spettro risultano essere più importanti rispetto alla seconda configurazione e quindi proprio per questa motivazione è stato deciso di non utilizzare questa configurazione.

Caratterizzazione del SiPM:

La prima parte di questa esperienza corrispondeva allo studio e la caratterizzazione di un SiPM, il come funzioni è già stato descritto nella parte di accenni di teoria. Questa parte era volta allo studio di quelli che sono i limiti e le possibili fonti di rumore intrinseche alla catena di lettura del segnale.

Dark count rate

La prima caratterizzazione da dover fare era quella relativa al Dark Count Rate, ovvero il rate di emissione di foto-elettroni a causa di agitazione termica. Lo studio di quest’effetto è avvenuto utilizzando sì il laser, collegato con fibra ottica al SiPM, ma spento e coperto da dei teli neri in modo da isolare il rivelatore dalle possibili sorgenti di fotoni emessi nel visibile. Quello che è stato possibile osservare è una forte presenza di segnali di singoli foto-elettroni emessi per agitazione termica, ma allo stesso tempo abbiamo riscontrato la presenza di segnali di due foto-elettroni seppure con frequenza minore.

Ora questa misura è stata fatta in maniera “statica” ovvero si è studiato questo effetto lasciando fissi valori di soglia e di guadagno. Una misura “dinamica” invece è quella dello ‘staircase’ plot, ovvero un grafico che mostra come la frequenza di emissione dei foto-elettroni, emessi per agitazione termica, cambia al variare dalla soglia. In questo caso si è notato che per determinati valori di soglia la frequenza diminuisce, il che indica che stiamo escludendo segnali di singolo foto-elettrone, per il primo salto, di doppio per il secondo per poi concludere nella totale assenza di segnali. In questa ultima configurazione si ha che il valore della soglia è talmente alto che la PSAU non riesce a leggere alcun tipo di segnale.

Staircase plot

Questa misura è stata ripetuta più volte variando la V\_bias e si è osservato un interessante andamento. Per V < 53V non si vedeva alcun tipo di segnale il che indica una condizione di lavoro in cui non si ha superato quella che è la V\_b per far partire la scarica Geiger. Operando quindi per tensione maggiori di 53V abbiamo osservato l’andamento a scaletta che ci aspettavamo. Quello che è bene sottolineare è che per V\_bias maggiori sempre maggiori i plateau che indicano la presenza di segnali delle varie quantità tendono a subire una traslazione verso valori di soglia sempre più alti, questo perché per V-bias più alte è più facile far partire una scarica geiger.