

LOGBOOK

1 Obiettivi e divisione temporale

11 volte $\sim 44h$

1 entree

3 (11-18): primi 2 punti scheda (punto di lavoro) 3 (20-27): punti 2-4 () 3 (2-9): punti 4-6 (analisi dati)

2 6/11/25

2.1 Punto 1

Ritardo segnale-segnale discriminato = 16 ns, da cursori oscilloscopio

Collegati PMT1, PMT2, PMT4. Siamo a 825V su ciascuno, trigger discriminatore a -20mV causa segnali piccoli, per appunto voltaggio minimo (i segnali si vedevano da 770V circa). Misuriamo efficienza PMT2

Potenziale PMT2 (V)	PMT1	PMT2	PMT4	triple	doppie 1&4
825	1718	1428	4006	35	38
800	1719	1165	3401	40	44
775	1675	910	3122	13	28
750	1711	547	3154	8	33
724	1373	239	3123	1	31
850	1678	1809	3091	37	40
875	1669	2535	3771	32	36
788	1600	1135	4124	21	28
813	1743	1318	2551	34	36
838	1628	1536	3166	24	28

Tabella 1: Su 100s di misurazione, PMT1 e PMT4 a 825V

Iniziamo lasciando 1, 4 a 825V a caso. Troviamo il punto di lavoro iterativamente: variamo V di PMT2 per qualche punto, troviamo l'efficienza, vediamo il plateau, mettiamo 1,4 su V sul plateau e riprendiamo le misure variando PMT2 con i nuovi valori di 1,4.

Dopo aver preso i punti, abbiamo notato che il plateau va da circa 800V a 860V, quindi 825V come punto di lavoro va bene e non dobbiamo riprendere i dati.

Conteggio accidentali (sono circa dell'ordine di 10^{-3} in 100s):

$$R_{accidentali} = R_i R_j (\Delta T_i + \Delta T_j - 2\tau_{min}) = 8,6 * 10^6 - 6 \quad (1)$$

dove $R_{i,j}$ sono i conteggi delle doppie su 100s rispettivamente di PMT1, PMT4 $\Delta T_i \sim 51.2ns$, $\Delta T_j \sim 78ns$, $\tau_{min} \sim 2ns$

Si vede quindi che possiamo trascurarle.

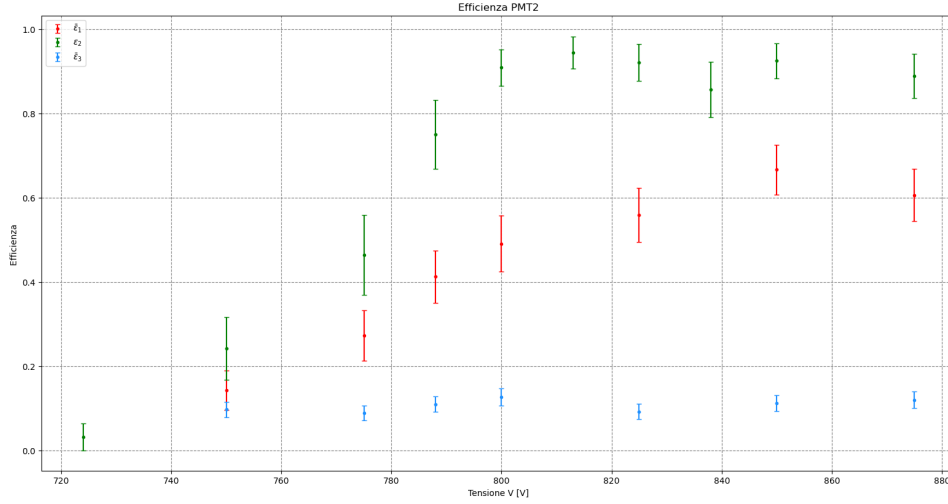


Figura 1: Triple/doppie di per ogni PMT considerato

2.2 Punto 1.2?

Riprendiamo le stesse misure MA per calcolare il rate di triple su doppie di PMT1 e PMT4, così poi, ricalcolando l'accettanza col Montecarlo, troviamo l'efficienza di questi 2. Sicuramente usciranno valori non accurati, ma quello che ci importa è farne i grafici e poter osservare che la zona di plateau si sovrappone con quella dell'efficienza del PMT2 (misura di cui invece ci possiamo fidare, accurata); riconfermiamo così che ha senso considerare 825V un buon punto di lavoro, ANCHE per PMT1 e PMT4, che sono poi i PMT che ci servono per le misure dei punti successivi.

DA FARE LE PROSSIME VOLTE: ACCETTANZE SU ROOT, RICALCOLO EFFICIENZE DI PMT1, PMT4 PIÙ GRAFICI

POI REMINDER: Per il punto 2 della relazione, consideriamo le doppie di tabella 1 e angolo $\theta = 0$ (angolo piccolo) e calcoliamo I_0 .

Poi, simuliamo su Root un flusso verticale che va sui PMT1, PMT4 e ne estrapoliamo il valore di I_0 , che consideriamo come valore accurato da confrontare con quello calcolato dalle misure. Così facendo, possiamo capire quant'è l'area efficace dei nostri PMT vedendo $\frac{I_{0,misurato}}{I_{0,simulato}}$

Potenziale PMT1 (V)	PMT1	PMT2	PMT4	triple	doppie 2&4
825	1721	1466	5279	33	59
800	1294	1448	5677	28	57
775	1029	1446	5643	15	55
750	690	1429	5976	8	56
850	2431	1437	4997	42	63
875	4327	1488	5098	37	61
788	1207	1494	6937	26	63

Tabella 2: Su 100s di misurazione, PMT2 e PMT4 a 825V

Potenziale PMT4 (V)	PMT1	PMT2	PMT4	triple	doppie 1&2
825	1518	1358	4980	24	259
800	1522	1380	3251	33	259
775	1485	1471	2406	25	281
750	1474	1447	1792	25	257
850	1483	1388	7159	31	275
875	1488	1462	9187	33	274
788	1551	1482	2824	33	300

Tabella 3: Su 100s di misurazione, PMT2 e PMT1 a 825V

3 11/11

Per calcolare le efficienze di 1 e 4, ecco i valori delle accettanze calcolati con il Montecarlo:

$$PMT1 : 0.565 \pm 0.002; PMT4 : 0.1037 \pm 0.0005$$

Con le accettanze, ricalcolo i valori di efficienza per confermare che 825V è un buon punto di lavoro.

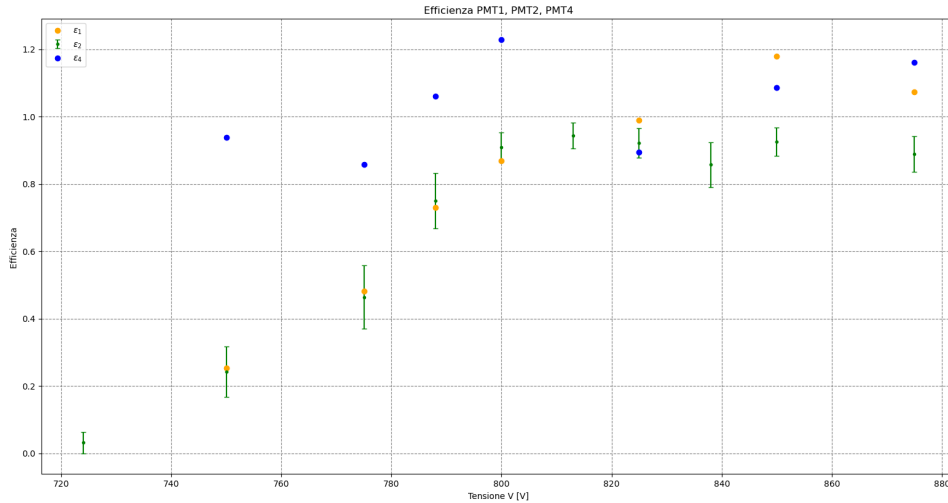


Figura 2: Efficienze di PMT1, PMT2, PMT4. Si osserva che siamo degli scemi, perchè è vero che questi sono i 3 PMT con cui lavoreremo, ma potevamo benissimo prendere le efficienze del PMT4 utilizzando anche il PMT3, seppur dopo non lo useremo nelle nostre misure. E' ovvio che PMT1 e PMT4 sono talmente distanti che con PMT1 non potrò mai avere una buona stima dell'efficienza di PMT4...

Siccome le efficienze del PMT4 fanno cagare e non si vede proprio un plateau nè una curva sensata, abbiamo pensato: ricalcoliamo l'efficienza di quest'ultimo prendendo il rapporto di triple su doppie lavorando con PMT2, PMT3 e PMT4 al posto di PMT1, PMT2 e PMT4. Questo perchè tra 1 e 4 c'è una gran distanza, ci sta che l'1 non sia il migliore con cui lavorare per stimare l'efficienza del 4, come vogliamo noi (maggior distanza, maggior angolo solido, più raggi che vanno sparsi e meno coincidenze...). Quindi, anche se poi non useremo il PMT3 per le nostre misure ma il PMT1, lo settiamo in condizioni di lavoro (il segnale e il discriminatore) e riprendiamo le stesse misure di prima, sperando in una miglior stima dell'efficienza di PMT4. PLIS

Prendiamo anche i dati con un valore in più di tensione, più basso, perchè vediamo solo un plateau;

almeno, vediamo una discesa sulla sinistra e ha più senso il grafico che stiamo vedendo.
Ricalcolo accettazione PMT4 con Montecarlo:

0.13

ACHTUNG: DISTANZA PMT1-PMT2 = 35.5 cm;
DISTANZA PMT2-3 = 24.5 cm;
DISTANZA PMT 2-4 = 100.5 cm.

Potenziale PMT4 (V)	PMT2	PMT3	PMT4	triple	doppie 2&3
825	1608	1458	4638	58	393
800	1686	1410	3178	53	368
775	1729	1454	2117	51	369
750	1698	1421	1618	52	370
850	1649	1434	6417	61	374
875	1629	1473	9150	57	373
788	1651	1404	2545	59	395
725	1758	1398	1299	29	390

Tabella 4: Su 100s di misurazione, PMT2 e PMT3 a 825V PER RICALCOLO EFFICIENZA PMT4

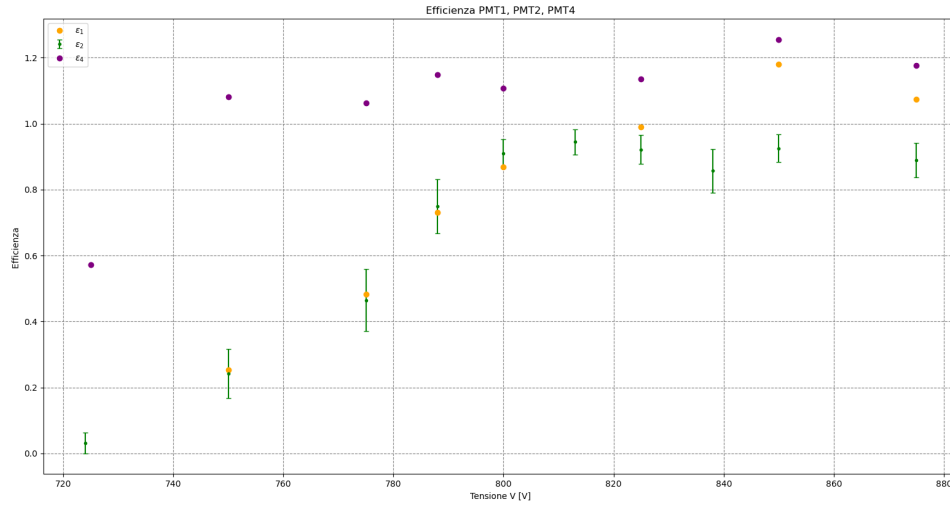


Figura 3: Efficienze di PMT1, PMT2, PMT4, dove quella di PMT4 è stata ricalcolata utilizzando PMT2, PMT3

Bene, ora top. 825V è un buon punto di lavoro, sta nel plateau di tutti e 3 i PMT con cui lavoreremo.

4 VERTICAL FLUX

Mettiamo clock su 10^6 , cioè circa 15min di misure di doppie 1&4 e, per check che vada tutto bene (dovrebbero dare circa lo stesso risultato), di triple 1&2&4. Aspettiamo.

PMT1	PMT2	PMT4	triple	doppie 1&4
15214	14333	48655	312	363

Tabella 5: Conteggi su ~ 15 min

Calcoliamo ora con il Montecarlo (come abbiamo fatto per le accettanze, stesso calcolo), il rapporto triple su doppie

Dobbiamo capire l'angolo solido di lavoro: prendiamo un punto centrale (poi spieghiamo perchè va bene considerare solo un fascio verticale centrale). Consideriamo che per φ ci sia isotropia, quindi l'integrale è già risolto in 2π . L'angolo solido infinitesimo è

$$d\Omega = 2\pi \int \sin\theta d\theta$$

dove consideriamo $\sin\theta \sim \theta$ perchè θ piccolo: infatti, $\sin\theta = \frac{\frac{L}{2}}{\sqrt{(\frac{L}{2})^2 + (z_{tot})^2}} \sim 0,1465$, dove $L=40$ cm e $z = 134.5$ cm (misurato con metro a nastro).

Integrando quindi $\sin\theta$ tra 0 e θ e moltiplicando per 2 (il seno è dispari), si ottiene come angolo solido $\Omega = 0,1349$.

$$\Omega = 4\pi \frac{(\cos\theta)^2}{2} \Big|_{\theta} \quad (2)$$

Dato questo angolo solido e ricordando che dobbiamo ancora stimare l'area efficace e che stiamo considerando flusso verticale, troviamo che

$$\frac{N}{\Omega A \Delta_T} = I_0 = \frac{363}{0,1349 sr * 0.08 m^2 * 1000 s} \sim 33,63 \quad (3)$$

dove N sono le doppie conteggiate, $A = (40 \times 20) cm^2$ e $\Delta_T = 1000 s$.

Ha senso? mmm, esce piccolo

Come implementiamo la simulazione con il Montecarlo di questo VERTICAL FLUX?

5 13/11

Prendiamo 15min di misure per un tot di angoli che ora decidiamo, per il calcolo del vertical flux.

Inclinazione	Direzione inclinazione	PMT1	PMT2	PMT4	triple	doppie 1&4
15	destra	14794	14019	48802	287	345
30	destra	13799	12885	50104	224	270
45	destra	11703	11694	43267	132	168
60	destra	10643	10523	41415	74	97
90	destra	17634	9070	38915	16	37
180	none	13607	13420	41242	264	307

Tabella 6: Conteggi su ~ 15 min al variare dell'angolo

Il muone è relativistico?

Dobbiamo capire come sistemare i delays nelle unità di coincidenza per poter fare in modo che prenda solo quelli che vengono dall'alto e non dal basso, quindi prima dobbiamo capire la loro velocità (così capiamo in quanto tempo vanno da PMT1 in alto a PMT4 in basso).

Calcoliamo la velocità del muone: ci interessano quelli con massa $> 0.1 GeV$ e vale

$$\beta = \sqrt{1 - \frac{1}{(\frac{E_{cin}}{mc^2} + 1)^2}}$$

la velocità minima che ha un muone è quindi $\sim 0.86c$. Siccome l'intensità maggiore si ha in prossimità di 0.1 GeV, consideriamo questa come velocità.

Considerata la distanza tra PMT1 e PMT4, quindi il tempo che ci impiega un muone per andare dall'uno all'altro è

$$\frac{1.36m}{0.86 * 3 * 10^8 m/s} \sim 5,27ns$$

.Dovremo quindi settare, dopo, il discriminatore.

Capiamo un attimo il ritardo introdotto da tutti gli strumenti di misura:

-cavi tra uscita PMT, oscilloscopio e moduli -i abbiamo checkato con il multimetro che fossero buoni, quindi ci fidiamo del ritardo introdotto che c'è scritto sull'etichetta e li abbiamo quindi scelti in modo che $t_{ritardo,tot}$ sia uguale;

-passaggio del raggio cosmico per il fotomoltiplicatore -i siccome li abbiamo settati tutti allo stesso voltaggio (e sono tutti uguali), consideriamo che al massimo introduce lo stesso errore di offset, quindi ok;

-arrivo del raggio cosmico da punto di atterraggio sullo scintillatore all'ingresso del fotomoltiplicatore -i facciamo un Montecarlo che simuli una distribuzione di quanto tempo ci impiega un fotone emesso in seguito all'arrivo di un raggio cosmico, rimbalzando nel nostro scintillatore, ad arrivare all'ingresso del fotomoltiplicatore;

-lunghezza cavi da fotomoltiplicatore a struttura con i moduli -i osserviamo i segnali non discriminati all'oscilloscopio, togliendo le resistenze di 50Ohm che chiudono l'input del canale (uno per volta); così, osserviamo i rimbalzi del segnale che va dall'uscita del fotomoltiplicatore all'ingresso in oscilloscopio e che da qui rimbalza e torna indietro. Misuriamo $2\Delta_T$ e confrontiamo se i due canali ci danno o meno lo stesso risultato.

Manca da mettere gli errori sulle misure:

-sulle triple dobbiamo usare la formula di su;

-sulle doppie, le consideriamo come distribuzione Poissoniana, quindi $\propto \sqrt{N_{doppie}}$.

Mission: capire come fare arrangiare il Montecarlo che simuli i fotoni che rimbalzano nello scintillatore; capire la cosa dei delays di tempo, per capire quanti raggi vengono da sotto o da sopra
Guarda errori e finisci errori sui cavi