

# ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione di Genova

---

INFN/BE-90/10  
28 Settembre 1990

M. Anghinolfi, A. Rottura:

**UN SEMPLICE MONITOR PER MISURARE L'INTENSITA' TOTALE DI UN  
FASCIO DI FOTONI DI ENERGIA INTERMEDIA**

**UN SEMPLICE MONITOR PER MISURARE L'INTENSITA' TOTALE DI  
UN FASCIO DI FOTONI DI ENERGIA INTERMEDIA**

M. Anghinolfi, A. Rottura  
INFN - Sezione di Genova, Via Dodecanes 32, 16143 Genova

**1. INTRODUZIONE**

Recentemente é stata installata in ADONE una nuova 'facility' consistente in un fascio di fotoni marcati prodotto dalla bremsstrahlung degli elettroni circolanti su un jet di Argon <sup>(1)</sup>. Numerose sono state le proposte per utilizzare tale fascio di energia compresa tra 200 e 1200MeV: tra queste la misura della sezione d'urto del fotoassorbimento nucleare su elementi leggeri è quella che ha destato maggior interesse essendo in grado di determinare quantità sufficientemente "model independent", in una regione ancora praticamente inesplorata<sup>(2)</sup>. Per effettuare questo tipo di misura sul Carbonio (attualmente già in corso presso i Laboratori Nazionali di Frascati), abbiamo seguito il metodo della trasmissione: la sezione d'urto fotonucleare è ottenuta in questo schema sottraendo alla misura della attenuazione totale il contributo atomico che può essere determinato con buona precisione in altri modi.

Nel nostro esperimento occorre un monitor d'intensità totale del fascio a monte dell'assorbitore, l'assorbitore di grafite stesso e uno spettrometro per misurare i fotoni trasmessi: in un fissato intervallo energetico è poi necessario determinare il numero di fotoni con l'assorbitore inserito e disinserito sul fascio, normalizzando al monitor d'intensità totale.

Indicando con  $N_{out}(K)dK$  e con  $N_{in}(K)dK$  il numero di fotoni rivelati nell'intervallo di energia tra  $K$  e  $K+dK$  rispettivamente con l'assorbitore disinserito o inserito, si ha:

$$N_{in}(K)dK = N_{out}(K)dK \exp\{-[\mu_N(K) - \mu_A(K)]t\} \quad (1)$$

ove  $t$  è lo spessore dell'assorbitore e  $\mu_N(K)$  e  $\mu_A(K)$  sono i coefficienti di attenuazione nucleare ed atomica all'energia  $k$ :  $\mu = \sigma N_0 \rho / A$  con  $N_0$  numero di Avogadro,  $\rho$  ed  $A$  densità e peso atomico dell'assorbitore.

Invertendo l'equazione (1) si ottiene la sezione d'urto di fotoassorbimento sul nucleo  $A$  all'energia  $K$ :

$$\sigma_N(k, A) = A / (N_0 \rho t) \ln[N_{out}(k) / N_{in}(k)] - A / (N_0 \rho) \mu_A(k) \quad (2)$$

Come si è già detto, affinché l'equazione (2) sia valida occorre che  $N_{out}(k)$  ed  $N_{in}(k)$  siano normalizzati alla stessa intensità di fotoni a monte dell'assorbitore: il monitor descritto in questo report è stato realizzato proprio per questo scopo, essendo risultata insufficientemente precisa la normalizzazione con i soli contatori di tagging.

## 2. IL MONITOR

Dovendo essere garantita una elevata stabilità e riproducibilità, si è deciso di utilizzare come monitor un sistema molto semplice con un numero limitato di parametri da tenere sotto controllo.

La figura 1 illustra il monitor che abbiamo realizzato: è composto da due sottili plastici  $A$  e  $B$  ciascuno dei quali è visto ai due lati da due fototubi tramite le guide di luce opportunamente sagomate.

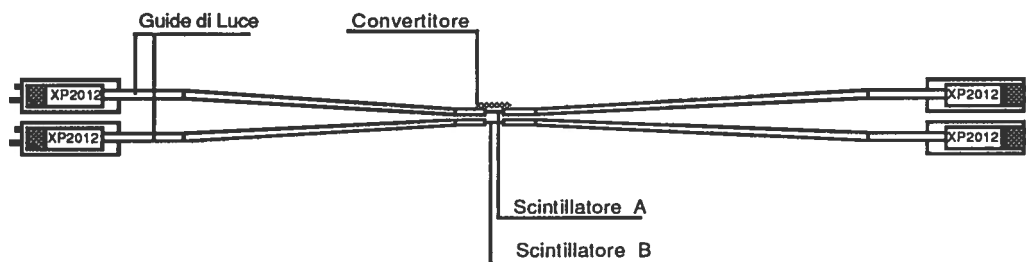
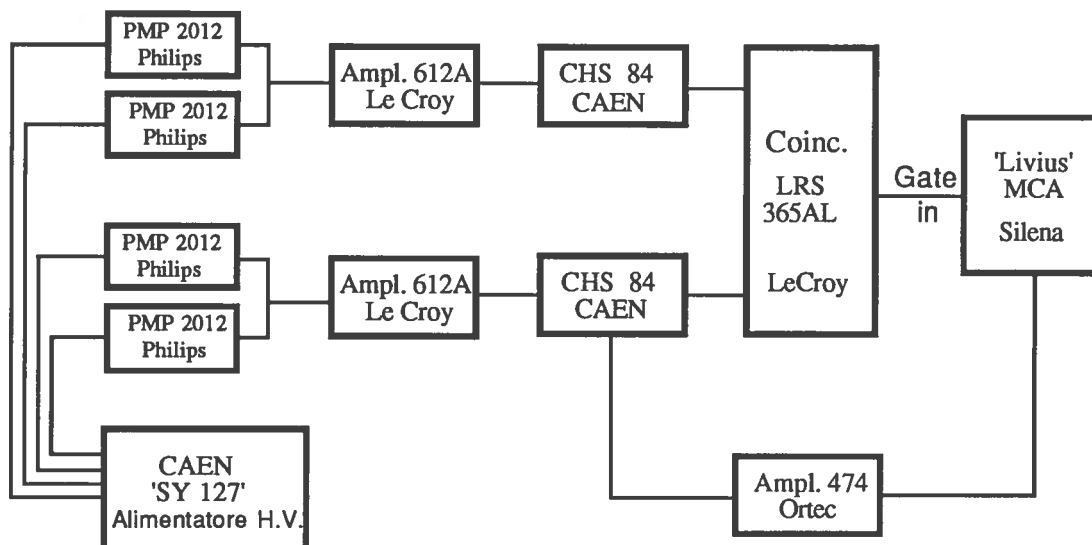


Fig. 1 : Il monitor.

I plastici sono del tipo NE102 A e misurano  $25 \times 25 \text{ mm}^2$  di superficie e 3mm di spessore. La dimensione della superficie è stata scelta di poco superiore al profilo del fascio di fotoni incidente, mentre lo spessore risulta sufficientemente grande da misurare la perdita di energia degli elettroni con buona risoluzione e abbastanza piccolo da rendere trascurabile la conversione dei fotoni nello stesso. Questo monitor, infatti, più che i fotoni misura essenzialmente gli elettroni o, meglio, le coppie prodotte dalla conversione dei fotoni nel sottile convertitore (cfr. fig. 1): una misura del numero di questi eventi risulta in altre parole proporzionale al flusso incidente totale. Il convertitore è composto da un foglio di W di  $0,014 \text{ gr/cm}^2$  di spessore sufficiente per convertire la percentuale di fotoni necessaria a rendere ottimale l'errore statistico sulla determinazione del flusso totale.

Il monitor deve operare in un elevato campo magnetico: un accoppiamento degli scintillatori ai fototubi è impossibile in quanto la focalizzazione degli elettroni dal fotocatodo sul primo dinodo sarebbe impedita. Per ovviare a questo problema due guide di luce lunghe ognuna 575 mm portano il segnale dallo scintillatore a due fototubi posti fuori dal magnete.

I fotomoltiplicatori sono avvolti ognuno in due cilindri di  $\mu$ -metal dallo spessore di 1mm per essere schermati dal campo magnetico residuo.



**Fig.2 : La catena elettronica**

I fotomoltiplicatori sono del tipo XP2012 della Philips e sono stati scelti in base alle dimensioni, al loro elevato guadagno ( $3 \times 10^6$ ) e al basso valore del tempo di salita del loro segnale di risposta (2.5 ns.)

In figura 2 è schematizzata la catena elettronica a valle del sistema: gli impulsi prelevati dagli anodi dei fotomoltiplicatori corrispondenti allo stesso scintillatore sono sommati a cavo per migliorare il rapporto segnale rumore ed il segnale somma inviato all'amplificatore LeCroy 612A, discriminato e messo in coincidenza con l'analogo proveniente dall'altro scintillatore. Il segnale di coincidenza è utilizzato come gate al segnale lineare misurato al multicanale MCA 'LIVIUS'.

### 3. RISULTATI

La figura 3 illustra lo spettro osservato al multicanale del rivelatore A in coincidenza con B tramite la catena discussa sopra. Il picco P2 in alto corrisponde alla perdita di energia di una coppia  $e+e-$  mentre quello in basso P1 è relativo alla perdita di energia di un solo elettrone Compton. L'ampiezza relativa dei due picchi è molto diversa in quanto per i fotoni del nostro range energetico la sezione d'urto per produzione di coppie è decisamente maggiore di

quella Compton. La curva continua rappresenta la distribuzione teorica di Landau convoluta con una risoluzione statistica del 10%; questo valore relativamente basso indica che la raccolta di luce del sistema é complessivamente buona.

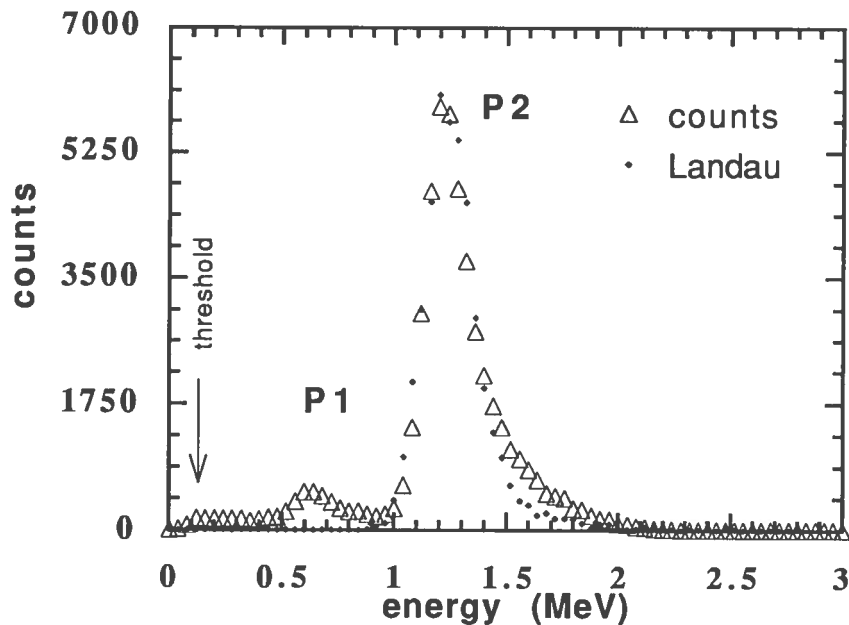


Fig.3: spettro del contatore A ad un fascio di fotoni di bremsstrahlung.

I conteggi intorno alla soglia, indicata con 'theshold' in Fig. 3, sono molto ridotti rispetto a quelli del picco: questo fatto é estremamente importante in quanto possibili fluttuazioni della soglia o dell'amplificazione influenzano poco l'area totale dello spettro che é proporzionale al flusso incidente di fotoni ossia alla quantità che vogliamo misurare. La presenza di tali fluttuazioni é stata tuttavia investigata misurando ad istanti diversi la posizione del picco P2 che risulta, come mostrato in fig.4 sufficientemente stabile.

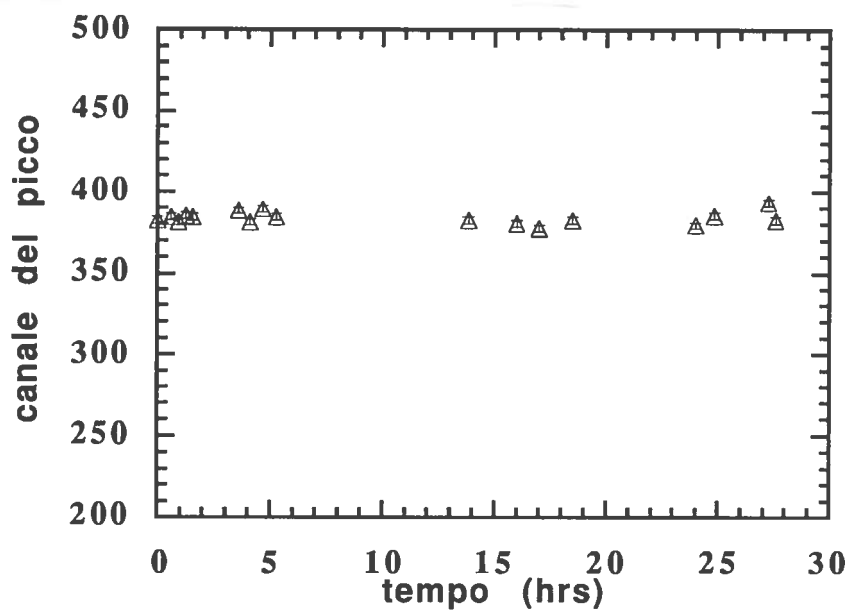


Fig.4 :La stabilità del picco P2 in funzione del tempo

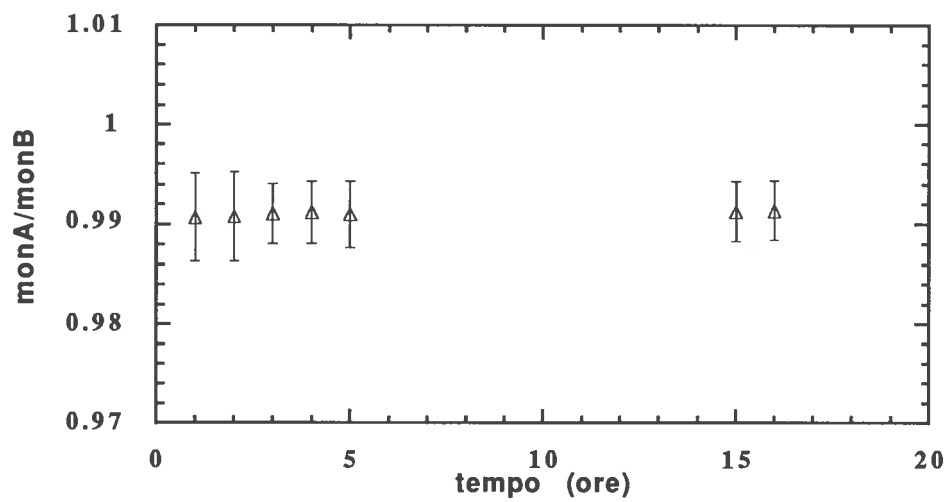


Fig 5: la riproducibilità del monitor

Infine, per determinare la riproducibilità di questo monitor, si sono misurati ad una scala le coincidenze dei segnali provenienti dai fototubi di ciascun plastico sia per il primo rivelatore che per il secondo. Il rapporto delle scale è illustrato in figura 5 in funzione dell'istante iniziale della misura: su di un intervallo di tempo più che sufficiente per raccogliere un set di dati, la riproducibilità di questo monitor risulta di qualche ‰, valore compatibile con la precisione richiesta dalla nostra misura.

#### **REFERENZE**

- (1) M.Albicocco et al. : Report LNF 86/29(R)
- (2) M.Anghinolfi et al. : Report LNF 89/045 (R)