

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE  
Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-81/37(NT)  
24 Giugno 1981

M. Albicocco e A.R. Reolon: UN SISTEMA DI CAMERE  
PROPORZIONALI A FILI PER MISURARE LA POSIZIONE  
ED IL PROFILO DEI FASCI DEL LEALE.

M. Albicocco e A.R. Reolon: UN SISTEMA DI CAMERE PROPORZIONALI A FILI PER MISURARE LA POSIZIONE ED IL PROFILO DEI FASCI DEL LEALE.

#### 1. - INTRODUZIONE.

Recentemente presso il Laboratorio LEALE è stato realizzato un sistema di camere proporzionali a fili bigap che permettono di misurare contemporaneamente, con la risoluzione di  $\pm 1$  mm, la posizione ed il profilo radiale e trasversale dei fasci di positroni e di fotoni<sup>(2)</sup>. Un simile sistema fornisce pertanto un affidabile controllo delle caratteristiche dei fasci quali forma, posizione del baricentro, intensità, ecc.

In Fig. 1 è mostrata la parte finale del canale di trasporto del fascio di positroni, le cui caratteristiche sono state illustrate in dettaglio altrove<sup>(1, 2)</sup>.

La camera usata sul fascio di positroni (CM2 in Fig. 1) ha area utile di  $(5.6 \times 5.6)$  cm<sup>2</sup> e può essere inserita, con comando a distanza, esattamente nella posizione del bersaglio di annichilazione (H in Fig. 1).

L'altra camera, usata sul fascio di fotoni (CM1 in Fig. 1), ha un'area utile di  $(11.6 \times 11.6)$  cm<sup>2</sup> e può essere inserita in corrispondenza dell'uscita della camera da vuoto dello spettrometro a coppie (P.S. in Fig. 1), ossia subito avanti al bersaglio di fotoreazione.

Come è noto, il fascio di fotoni del LEALE è un fascio quasi monocromatico, ossia il picco di annichilazione è accompagnato da un ineliminabile spettro continuo di bremsstrahlung che costituisce un fondo indesiderato. E' possibile ridurre tale fondo, a spese dell'intensità, sfruttando la diversa dipendenza angolare delle sezioni d'urto dei processi (di annichilazione e di bremsstrahlung), ossia selezionando i fotoni ad un angolo  $\theta_\gamma$  diverso da  $0^\circ$ , rispetto a quello dei positroni.

Nel caso in esame ciò viene effettuato variando l'angolo di incidenza dei positroni sul centro del bersaglio di annichilazione impartendo, per mezzo di due magneti a poli piani (B5 e B6

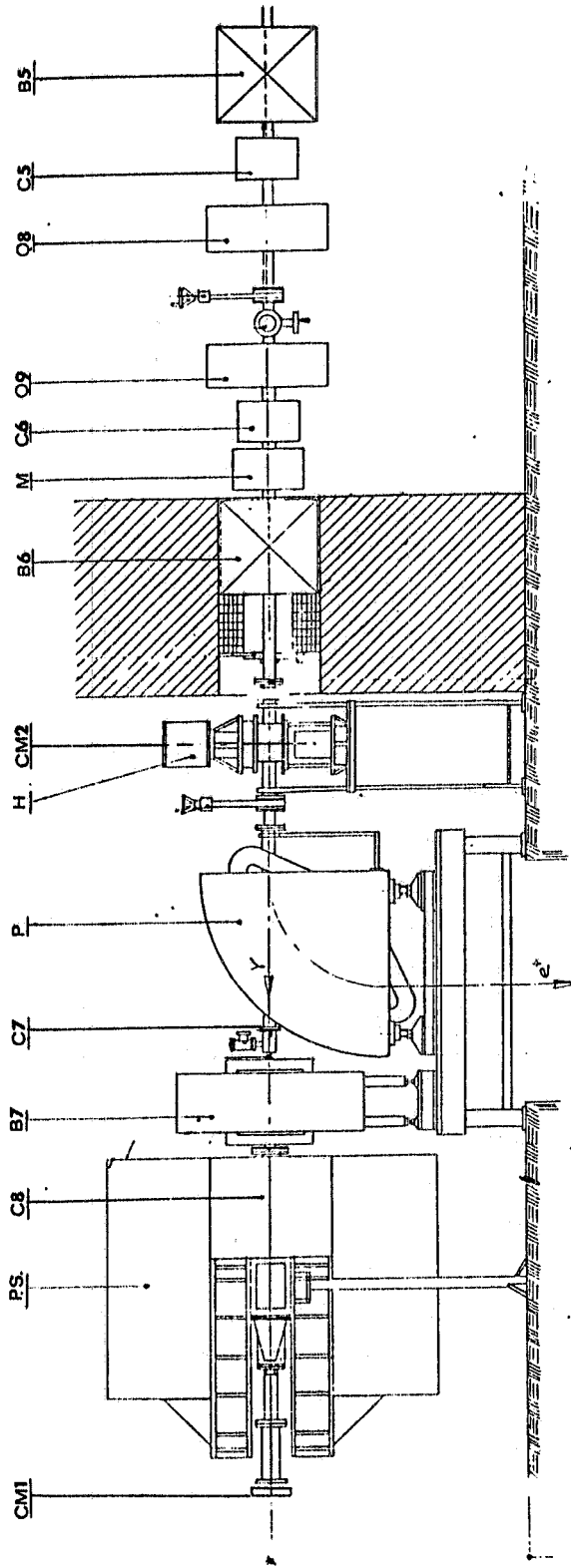


FIG. 1 - Parte finale del canale di trasporto dei positroni del LEALE. CMI = camera monitor per il fascio di fotoni; P.S. = spettrometro a coppie; C7, C8 = collimatori del fascio di fotoni (C7 collimatore di ferro di 2 cm di diametro, spessore 11.9 r.l., C8 collimatore di piombo di diametro variabile da 1.5 cm a 1.9 cm, spessore 89 r.l.); B7 = magnete pulitore che deflette il fascio di positroni di 90° in basso, in un pozzo di spegnimento contenente una tazza di Faraday; H = targhetta di idrogeno; CM2 = camera monitor per il fascio di positroni; B5, B6 = magneti; M = monitor di intensità; C5, C6 = collimatori di rame del fascio di positroni (diametro 7 mm e 6 mm rispettivamente); Q8, Q9 = quadrupoli.

in Fig. 1), due piccole deflessioni verticali di segno opposto al fascio di positroni (per ulteriori dettagli vedi ref. (3)). Conseguentemente la misura dell'angolo  $\theta_\gamma$  si riduce a una misura, eseguibile con una delle camere in questione, degli spostamenti del baricentro del fascio di positroni nel punto targhetta.

In questa nota verranno descritte le caratteristiche costruttive delle camere e l'elettronica di rivelazione ad esse associata. Verranno poi presentati alcuni risultati ottenuti con un fascio di positroni di diametro di circa 2 cm, intensità  $10^9 - 10^{11}$  positroni/s e massima corrente per impulso uguale a  $\sim 60 \mu\text{A}$ .

## 2. - DESCRIZIONE DELLE CAMERE.

Le camere a fili sono state costruite presso i Laboratori Nazionali di Frascati usando tecniche standard.

Le maggiori difficoltà incontrate in fase di progetto e realizzazione della camera monitor per il fascio di positroni (Fig. 2) sono state determinate principalmente dallo spazio molto limitato in cui la camera doveva essere inserita, lungo il canale di trasporto del fascio.

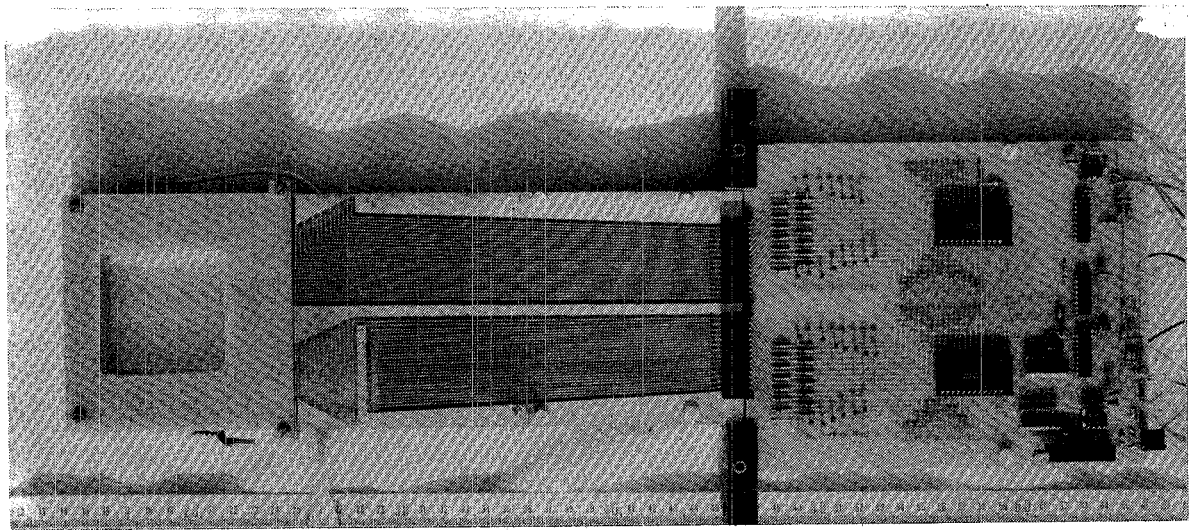


FIG. 2 - Camera a fili usata sul fascio di positroni con piastra di circuito stampato per collegare i fili di segnale all'elettronica.

Il sistema della targhetta (H in Fig. 1) possiede infatti 3 posizioni di lavoro, completamente automatizzate, con precisione di ripetibilità di  $\pm 0.5 \text{ mm}^{(4)}$ . Queste posizioni sono: a) posizione con cella di Kapton contenente  $\text{H}_2$  liquido con relativi schermi in mylar; b) posizione a luce libera per operazioni di allineamento; c) posizione di controllo del fascio tramite camere a fili in aria, con canale di inserimento di dimensioni  $(3.8 \times 12.3 \times 31.0) \text{ cm}^3$  in cui le camere sono interposte tra due finestre sottili di alluminio di diametro 80 mm e spessore 1 mm. Questo ha limitato le dimensioni della camera e ha posto l'esigenza di prolunga

re i fili di segnale con due piastre di circuito stampato, di realizzazione particolarmente laboriosa quella utilizzata per il prolungamento dei fili di segnale orizzontali, in modo da portare i connettori di collegamento con l'elettronica fuori dal canale di inserimento.

In Fig. 3 è mostrato uno schema semplificato della camera monitor per il fascio di positroni.

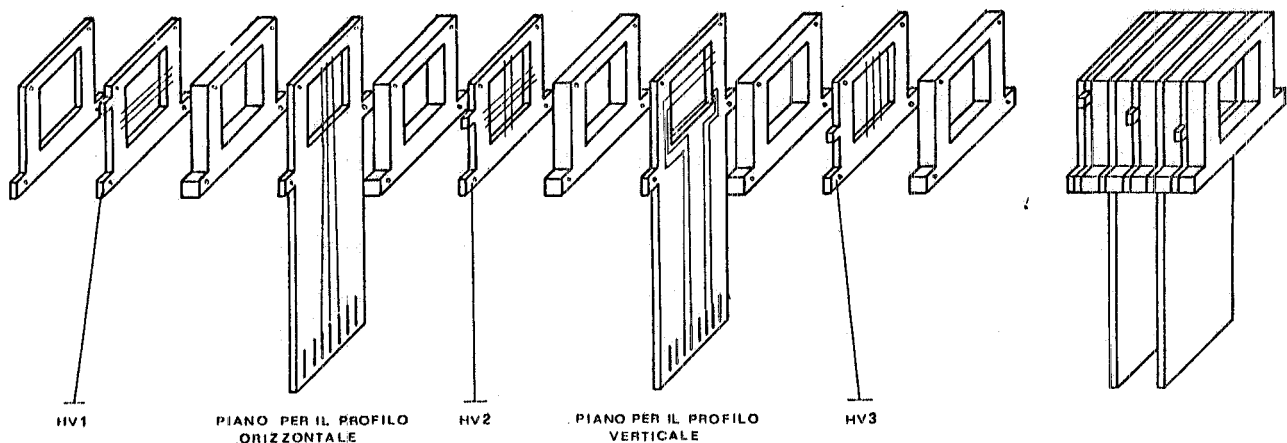


FIG. 3 - Schema della struttura meccanica della camera a fili mostrata in Fig. 2.

Questa è composta da tre piani di fili di alta tensione e due piani di fili di segnale che permettono di misurare, con la stessa sensibilità, il profilo orizzontale e quello verticale del fascio.

I fili sono fissati su una cornice di vetronite di 11 cm di lato e con un'apertura quadrata di 6 cm. I due piani di fili di segnale sono composti ciascuno di 30 fili di tungsteno dorato del diametro di  $20 \mu\text{m}$ , posti a 2 mm di intervallo. I primi due fili e gli ultimi due sono di una lega di rame-berillio e hanno un diametro di  $100 \mu\text{m}$ .

I piani di alta tensione sono costituiti da fili di molibdeno dorato di spessore  $\phi = 50 \mu\text{m}$ , spazati fra loro di 1 mm. Il piano di H. V. centrale che divide la camera in due zone di uguali caratteristiche è costituito, a differenza degli altri due piani di H. V., da una griglia di fili in modo da ottenere un campo elettrico il più possibile simile nelle due zone della camera.

La gap tra i piani di fili di tensione e di segnale è di 6 mm e il gas usato è la classica miscela magica di Charpak<sup>(5)</sup> (0,5% Freon 13-B1, 4% methylal, 23,5% isobutano, 72% Argon).

La camera è chiusa da sottili finestre di mylar ed è tenuta insieme da quattro viti, di cui due sono poste sugli spigoli della camera e due su opportune piazzuole di vetronite sporgente dai bordi. Queste sono necessarie perchè lungo i bordi della camera ci sono i circuiti stampati per i fili di segnale. Inoltre, su ogni cornice di vetronite è stata fatta una sede per O-ring.

La realizzazione della seconda camera monitor per la misura del profilo del fascio di fotoni non è stata condizionata da esigenze dovute all'area sperimentale in cui doveva essere collocata. Questa camera ha caratteristiche costruttive del tutto simili a quelle mostrate nello schema di Fig. 3.

### 3. - ELETTRONICA DI RIVELAZIONE.

L'elettronica di rivelazione relativa ad ogni piano di fili di segnale è attaccata direttamente alle camere con due connettori a 15 pin.

I segnali analogici proporzionali all'intensità del fascio sono ottenuti, come mostrato nello schema a blocchi dell'elettronica di Fig. 4, connettendo una capacità tra ogni filo e massa per integrare la carica lasciata dalle particelle.

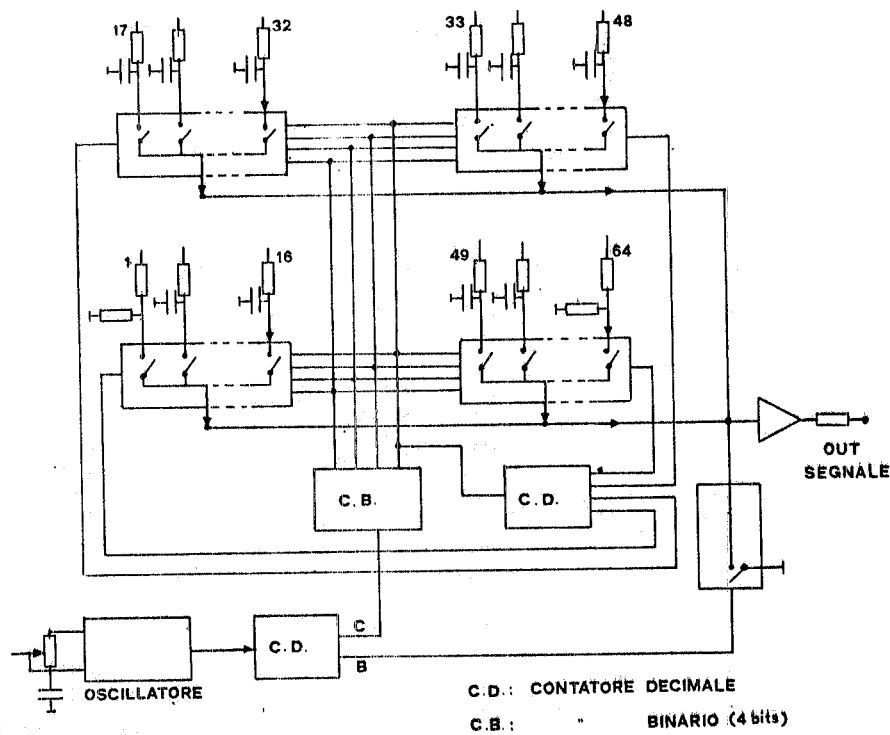


FIG. 4

Mediante un oscillatore ed un circuito decodificatore, viene poi trasmesso, in modo sequenziale, all'amplificatore di uscita il contenuto relativo ai fili e viene azzerata ciascuna capacità subito dopo aver trasferito il suo contenuto.

Il tempo di integrazione è  $T = 10 nt$  dove  $1/t$  è la frequenza dell'oscillatore,  $10 t$  è il tempo di trasferimento in uscita dell'impulso e  $n$  è il numero di fili di segnale (60 e 30, rispettivamente per MC1 e MC2) più due (quattro per la camera più grande) che corrispondono ad impulsi fissi utilizzati per segnalare l'inizio e fine camera, come è mostrato nel diagram-

ma dei tempi di Fig. 5. Il tempo  $t$  viene anche utilizzato per azzerare, in sequenza, le capacità.

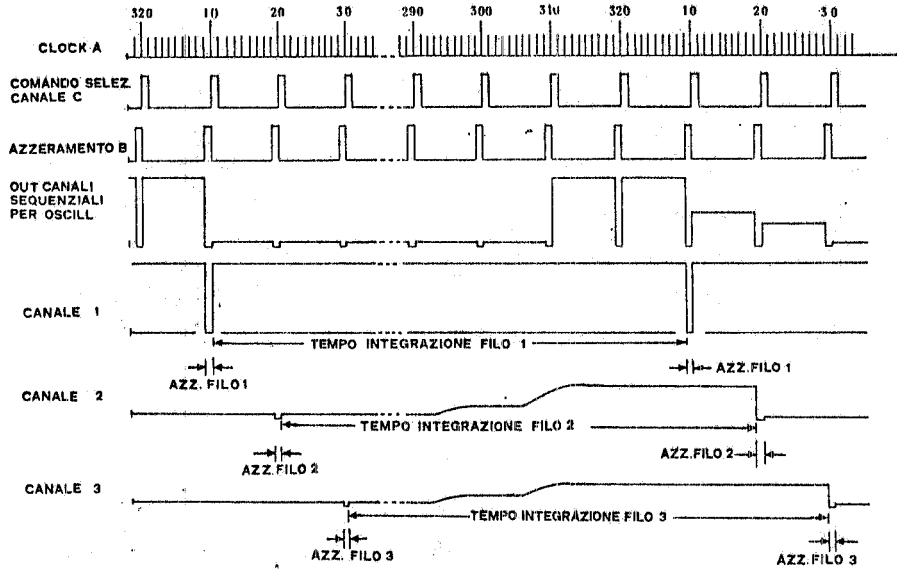


FIG. 5

Inoltre anche il filo centrale del piano per la misura del profilo orizzontale del fascio (v. Fig. 3), è segnalato da un impulso fisso che serve da riferimento. In Fig. 6 è riportata l'elet-

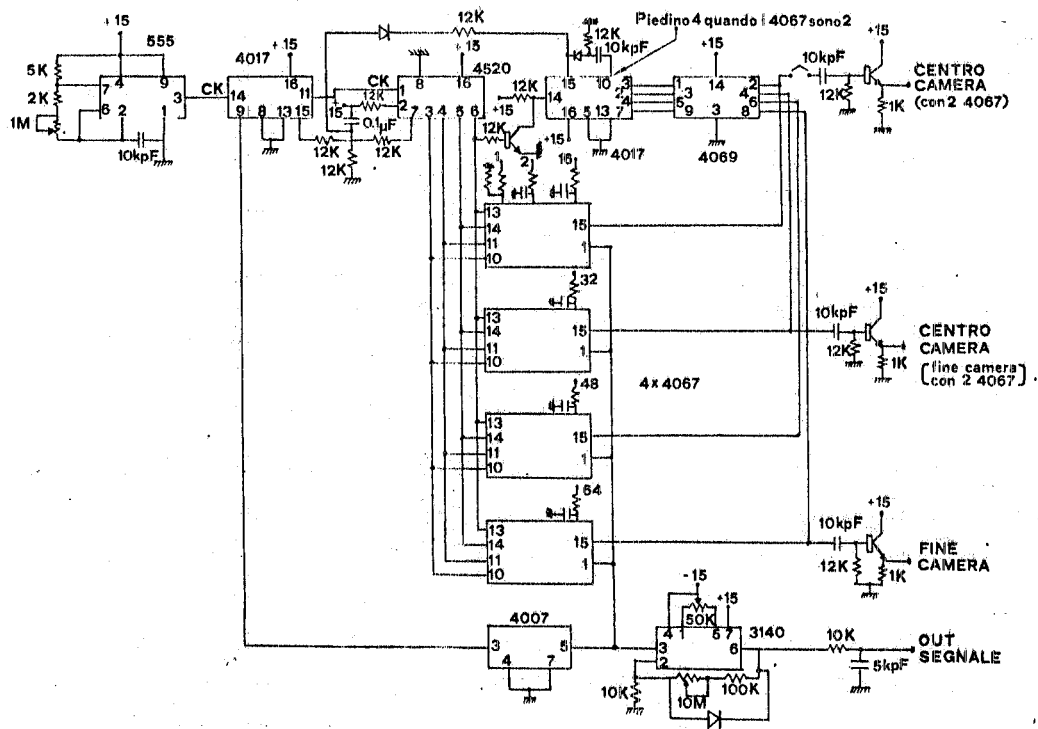


FIG. 6

tronica delle camere a fili. Il circuito è composto rispettivamente da due (per la camera MC2) e quattro (per la camera MC1) multiplexer analogici a 16 canali (CMOS - 4067) che servono a selezionare, in maniera sequenziale, l'informazione dei fili e dal circuito logico.

I fili di lettura sono connessi ai multiplexer mediante una resistenza da  $10\text{ M}\Omega$  e una capacità da  $0.1\ \mu\text{F}$ . Per non avere perdite nella capacità, anche per tempi di integrazione lunghi, l'impedenza di ingresso ai multiplexer deve essere la più alta possibile. Per questo motivo sono stati scelti i multiplexer CMOS che presentano un'impedenza di ingresso dell'ordine di  $10^{11}\ \Omega$ . La resistenza di  $10\text{ M}\Omega$  serve soltanto per protezione (in caso di scariche) sia dell'alimentatore di H. V. che dell'elettronica. Ai fini dell'integrazione il valore di questa resistenza ha poca importanza in quanto ogni filo è un generatore di corrente ideale.

Il circuito logico è composto da un oscillatore (CMOS - 555) la cui frequenza può essere variata, per mezzo di un potenziometro, da 50 Hz a 6 KHz (tale range può essere cambiato secondo le esigenze). L'oscillatore è collegato con un contatore decimale decodificatore a 10 uscite (CMOS - 4017), di cui l'uscita 10 (C in Fig. 4) pilota un contatore binario a 4 bits (CMOS - 4520) per il selezionamento dei fili. Il sedicesimo impulso in uscita del contatore binario pilota un altro contatore decimale decodificatore a 10 uscite, che abilita i multiplexer. L'uscita 9 del primo contatore decimale (B in Fig. 4) comanda il circuito di azzeramento del canale precedentemente selezionato.

L'uscita multiplexata dei fili viene amplificata tramite un amplificatore operazionale ad alta impedenza di ingresso (TTL - 3140), il cui guadagno può essere variato da 10 a 1000. I segnali di uscita relativi ai fili di segnale orizzontali e verticali possono essere visti contemporaneamente su un oscilloscopio ottenendo 2 istogrammi proporzionali all'intensità del fascio in funzione della posizione.

La tensione di lavoro delle camere e il tempo di integrazione delle capacità possono essere variate a distanza (nel nostro caso dalla Sala controllo LEALE). Questo permette di scegliere le condizioni migliori di lavoro delle camere monitor e avere un controllo sulla loro sensibilità. Il rumore di fondo delle camere si può considerare trascurabile e rimane costante per tutto il range di frequenze dell'oscillatore.

#### 4. - MISURA DEL PROFILO DI FASCIO DEI POSITRONI.

Inizialmente, sono state effettuate misure in laboratorio con una sorgente di  $\text{Str}^{90}$ , opportunamente collimata, per trovare le migliori condizioni di lavoro della camera. Da queste misure risulta che la risposta delle camere è uniforme entro il 2-3% per tutti i fili di lettura e che la posizione della sorgente può essere determinata con la precisione di 1 mm.

Le condizioni di lavoro della camera monitor sono poi state ottimizzate in base alle caratteristiche del fascio di positroni in modo da ottenere una buona sensibilità della camera e di operare in condizioni lontane dalla saturazione. Per trovare tali condizioni di lavoro, cioè la tensione della camera e la frequenza di lettura degli integratori, è necessario verificare



che variando la tensione o la frequenza intorno ai valori scelti, varino corrispondentemente i segnali dei fili ma rimanga costante la larghezza a metà altezza del profilo del fascio.

Le Figg. 7a e 7b rappresentano misure del profilo orizzontale del fascio di positroni effettuate con la camera CM1, per due diversi valori della tensione della camera (rispettivamente H. V. = 1000 Volt e H. V. = 1500 Volt) e per lo stesso tempo di integrazione.

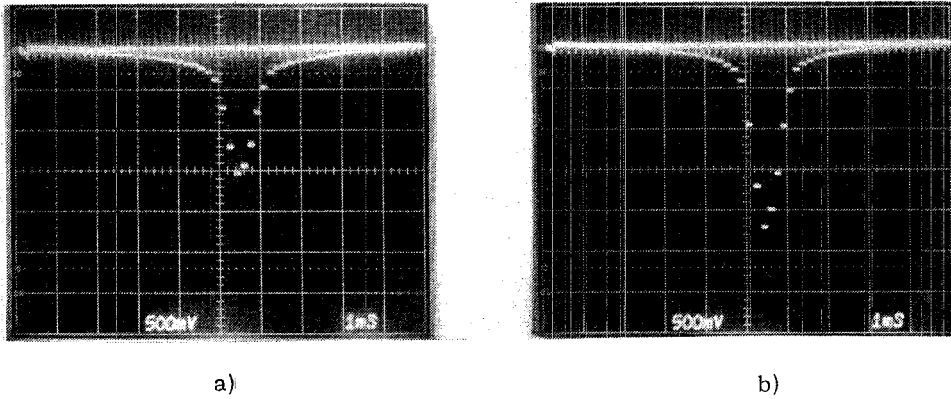


FIG. 7 - Profilo orizzontale del fascio di positroni. a) Condizioni di lavoro della camera: H. V. = 1000 Volt, frequenza di integrazione = 100 Hz; b) Condizioni di lavoro della camera: H. V. = 1500 Volt, frequenza di integrazione = 100 Hz.

Tali misure si riferiscono a un fascio di 200 MeV, con massima corrente per impulso uguale a  $35 \mu\text{A}$ . Il tempo di integrazione della camera è stato fissato in modo tale da vedere un solo impulso di fascio cioè  $\sim 10^8$  positroni/cm<sup>2</sup>.

Le Figg. 8a e 8b rappresentano misure del profilo orizzontale e verticale del fascio di fotoni effettuate con la stessa camera nella posizione indicata in Fig. 1 (CM1). Per confronto

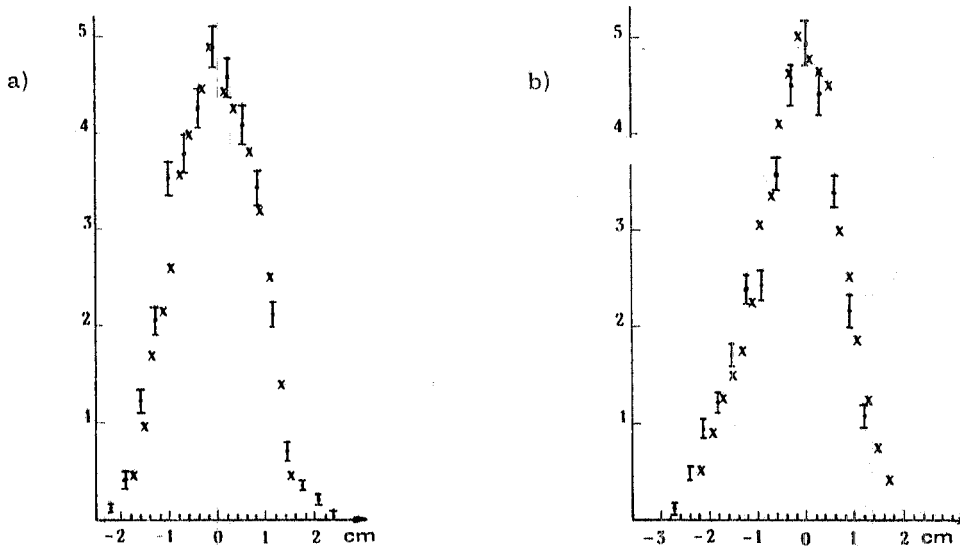


FIG. 8 - a) Profilo orizzontale del fascio gamma. I punti indicano misure di fotofissione, il simbolo x indica le misure con la camera monitor. Condizioni di lavoro della camera: H. V. = 2800 Volt, frequenza di integrazione = 20 Hz. b) Profilo verticale del fascio gamma. Condizioni di lavoro uguali a quelle della figura a).

sono riportati anche i profili del fascio gamma, ottenuti misurando le tracce di frammenti di fotofissione prodotti in sandwich di vetro posti nella stessa posizione della camera MC1. Come si vede l'accordo tra le due misure è abbastanza buono.

Si ringraziano per la collaborazione i Signori R. Riondino e A. Di Virgilio.

#### BIBLIOGRAFIA.

- (1) - G. P. Capitani, E. De Sanctis, S. Faini, C. Guaraldo, R. Malvano, G. Ricco, M. Sanzone e R. Scrimaglio, Stato di avanzamento del progetto gamma monocromatici e programma sperimentale preliminare, Frascati report LNF 72/99 (1972).
- (2) - G. P. Capitani, E. De Sanctis, C. Guaraldo, G. Ricco, M. Sanzone, R. Scrimaglio and A. Zucchiatti, The monochromatic gamma beam facility of Frascati LEALE Laboratory, Frascati report LNF-77/45 (1977)
- (3) - P. Di Giacomo e V. Lucherini, Sistema magnetico utilizzato al LEALE per selezionare il fascio di fotoni ad angoli diversi da  $0^\circ$ , Frascati report LNF-78/8 (1978).
- (4) - B. Dulach, Caratteristiche meccaniche della targhetta di annichilazione in  $H_2$  del LEALE, Frascati Internal Memo M-9
- (5) - G. Charpak, H. G. Fisher, C. R. Gruhn, A. Minten, F. Sauli, G. Pech and G. Flügge, Nuclear Instr. and Meth. 99, 279 (1972).
- (6) - V. Bellini, E. De Sanctis, P. Di Giacomo, V. Emma, S. Gentile, C. Guaraldo, S. Lo Nigro, V. Lucherini, C. Milone, G. S. Pappalardo and A. R. Reolon, Fission induced in heavy elements by the LEALE monochromatic photon beam at Frascati, Frascati report LNF-79/7 (1979).