

LNF-63/35
16. 5. 1963.

G. Sanna: UN DISPOSITIVO PER LA FOCALIZZAZIONE E L'ANALISI MAGNETICA DI PIONI CARICHI FOTOPRODOTTI DALL'ELETTRONSINCROTRONE DI FRASCATI.

Parte I^a: DESCRIZIONE TECNICA DEI DISPOSITIVI COSTRUITI.

Nota interna: n. 200

Nota interna: n° 200
16 Maggio 1963

G. Sanna: UN DISPOSITIVO PER LA FOCALIZZAZIONE E L'ANALISI MAGNETICA DI PIONI CARICHI FOTOPRODOTTI DALL'ELETTRO-SINCROTRONE DI FRASCATI. Parte 1^a - DESCRIZIONE TECNICA DEI DISPOSITIVI COSTRUITI.

A) - INTRODUZIONE.

Nella presente nota viene fornita la descrizione tecnica di un dispositivo per la focalizzazione e l'analisi magnetica di particelle cari che fotoprodotte dall'elettrosincrotrone dei Laboratori di Frascati.

Tale dispositivo, interamente progettato e per la massima parte realizzato presso i suddetti Laboratori, fu ideato con l'intento di utilizzare l'elettrosincrotrone come sorgente di pioni carichi di bassa energia (50 ÷ 100 MeV) con intensità sufficiente a permettere l'esecuzione di esperienze con tecniche visuali di rivelazione (camere a bolle, a diffusione, a scintilla o emulsioni nucleari).

I dati sulla fotoproduzione di π^{\pm} in vari nuclei complessi riportati in alcuni lavori sperimentali^(1, 2), mostrano la possibilità di ottenere con dispositivi di focalizzazione e dispersione magnetica, aventi aperture angolari dell'ordine di 10^{-2} sterad e risoluzioni energetiche di $\sim \pm 10\%$, flussi pionici (nell'intervallo di energia sopra indicato) di $\approx (10 \div 10^2)$ particelle/sec.

Tali fasci pur non risultando competitivi in intensità e risoluzione con quelli disponibili attorno a macchine acceleratrici di tipo di verso^(3, 4), possono tuttavia essere utilizzati per particolari esperimenti^(5, 6).

Il dispositivo realizzato risulta costituito da due lenti magnetiche a gradiente alternato⁽⁷⁾, da una sorgente di pioni situata nel fuoco del doppietto, e da un magnete analizzatore in energia con campo uniforme e focalizzazione sui bordi di entrata e di uscita⁽⁸⁾.

La soluzione ottica adottata ci sembrò quella che meglio conciliava le richieste di intensità e risoluzione con i fattori economici, con servando al tempo stesso una discreta flessibilità delle caratteristiche dell'ottica in previsione di utilizzazioni diverse del dispositivo. Le indicazioni preliminari per il dimensionamento dei quadrupoli e del magnete furono tratte da alcuni lavori di Sternheimer e Judd^(9, 10, 11). Il dispositivo costruito è stato poi predisposto e tarato per una particolare condizione d'impiego in relazione alle esigenze di uno degli esperimenti accennati^(6, 12).

I criteri seguiti per la scelta delle caratteristiche geometriche e magnetiche che determinano le condizioni di funzionamento del dispositivo, come pure le sue caratteristiche ottiche (luminosità, e risoluzione in energia) verranno descritti in una successiva nota interna.

In essa saranno pure descritti dettagliatamente i calcoli in approssimazione gaussiana ed i calcoli dell'aberrazione di cromaticità delle lenti quadrupolari.

In altre note successive verranno descritte:

- a) le misure magnetiche effettuate sui quadrupoli e sul magnete allo scopo di ricavare le informazioni necessarie all'impostazione dei calcoli sopra menzionati.
- b) le misure di controllo delle proprietà ottiche effettuate mediante lo impiego di un "odoscopio a filo" che permetteva di visualizzare le traiettorie percorse dalle particelle entranti nel dispositivo con pre fissate condizioni iniziali.
- c) le misure per il controllo del potere risolutivo effettuate mediante l'uso di una sorgente monocromatica di particelle α .

Verrà infine svolto un confronto dei risultati ottenuti con le diverse tecniche.

B) - COMPONENTI DEL DISPOSITIVO.

Nella fig. 1 è mostrato l'insieme del dispositivo di focalizzazione e di analisi. Esso si può ritenere costituito dalle parti seguenti:

- 10) - Doppietto di lenti magnetiche a gradienti alternati (lenti quadrupolari).
- 20) - Magnete analizzatore in energia.
- 30) - Bersaglio nel quale sono fotoprodotti i mesoni π^{\pm} dal fascio γ dell'elettrosincrotrone.

- 4°) - Banco metallico di sostegno e slitte per il montaggio e l'allineamento dei quadrupoli e del magnete.
- 5°) - Cablaggio dei circuiti di alimentazione e resistori di regolazione delle correnti. Cavi per il controllo delle correnti e delle temperature nei quadrupoli e nel magnete. Tubazioni del circuito di raffreddamento dei diversi magneti.
- 6°) - Sistema a tenuta di vuoto contenente 2 diaframmi per la definizione delle proprietà ottiche dell'insieme.

Nelle condizioni reali di impiego, il dispositivo si completa posteriormente con un telescopio di conteggio le cui caratteristiche e composizione dipendono dalle esigenze del particolare esperimento da svolgere. Tuttavia, in tale telescopio, un particolare contatore a scintillazione con superficie sensibile di forma e dimensioni opportune disposto dietro al magnete analizzatore, a distanza prefissata da esso, ha lo scopo di definire la banda energetica selezionata dall'intero dispositivo^(x).

Nei paragrafi successivi sono brevemente descritti componenti sopra elencati.

C) - LENTI MAGNETICHE QUADRUPOLARI⁽⁺⁾.

Nella stessa fig. 1 è visibile il doppietto di lenti quadrupolari, mentre nella tabella I sono elencati i relativi dettagli tecnico-costruttivi. La fig. 2 riproduce il disegno costruttivo della scarpa e della espansione polare dei quadrupoli. La sola differenza esistente tra Q_1 e Q_2 è nella lunghezza assiale delle espansioni (175 mm per Q_1 e 132 mm per Q_2). Nella stessa figura sono rese visibili le differenze tra il profilo teorico della scarpa polare (iperbole equilatera di equazione $xz = a^2/2$) ed il profilo realmente adottato. Quest'ultimo profilo è determinato da fattori diversi, come la disponibilità di uno spazio sufficiente per l'alloggiamento delle bobine, la semplicità della lavorazione meccanica, la saturazione del ferro, ecc. Il profilo polare praticamente adottato si ispira, in linea di massima, a studi precedenti sull'argomento^(13, 14). Esso risulta costituito nella parte centrale da un arco di circonferenza (rag-

(x) - In alternativa può essere usata una fenditura, di forma e dimensioni identiche alla parte sensibile del contatore, ricavata in una lastra di piombo di spessore conveniente.

(+) - Le due lenti quadrupolari saranno nel seguito contraddistinte rispettivamente con i simboli Q_1 e Q_2 . La lente Q_1 è, tra le due, quella che viene attraversata per prima delle particelle fotoprodotte nel Bersaglio.

gio 1, 15 a, apertura 60°) passante per il vertice dell'iperbole teorica e disposto simmetricamente rispetto all'asse x' . Il profilo si continua poi, agli estremi dell'arco suddetto, con le tangenti alla circonferenza. Queste tangenti risultano infine interrotte nei punti in cui esse sono intersecate dalle rette di equazione: $z' = \pm 1, 11 a$.

In relazione al montaggio dei quadrupoli si può dire quanto segue.

I due quadrupoli sono montati su un unico banco di slitte munito di 4 viti calanti per il livellamento. Le slitte permettono, per ciascun quadrupolo, l'esecuzione comoda e precisa dei seguenti spostamenti indipendenti (realizzati per facilitare l'allineamento e la messa a punto geometrica del doppietto):

- 1) Traslazione longitudinale (lungo l'asse s di fig. 2).
Distanza minima tra Q_1 e Q_2 : 50 mm
Distanza massima tra Q_1 e Q_2 : 400 mm
- 2) Rotazione attorno all'asse s , di $\pm 1^\circ, 30'$.
- 3) Rotazione attorno ad un asse verticale passante per il centro del quadrupolo di $\pm 1^\circ, 30'$.
- 4) Spostamento trasversale orizzontale (normale all'asse s) di ± 1 mm.
- 5) Spostamento trasversale verticale (normale all'asse s) di ± 1 mm.

D) - MAGNETE ANALIZZATORE IN ENERGIA^(x).

Nelle figg. 1 e 4 è visibile il magnete analizzatore. Nella tabella II sono invece raccolti i dettagli di carattere tecnico ad esso relativi. La fig. 3 mostra invece i dettagli di costruzione dei poli. Va osservato che le espansioni polari si presentano curvate con un raggio di curvatura R ed angolo al centro φ . Sono inoltre visibili i "tips" a forma di trapezio rettangolo (disposti simmetricamente alle estremità del profilo polare) per migliorare l'omogeneità del campo magnetico nel traferro.

Le due estremità dei poli corrispondenti alle testate sono ruotabili entro $\pm 18^\circ$ attorno ad essi verticali in modo tale da variare le condizioni di foccheggiamento del fascio di particelle ai bordi del magnete. Il magnete analizzatore è poi montato su un banco di slitte munito di 4 viti calanti per il livellamento. Le slitte permettono di effettuare i seguenti spostamenti indipendenti (realizzati per facilitare l'allineamento del magnete rispetto al doppietto):

- 1) Traslazione lungo un asse orizzontale inclinato di $14^\circ, 20'$ rispetto all'asse quadrupoli. L'ampiezza della traslazione è di ± 45 mm.

(x) - Il magnete analizzatore sarà nel seguito contraddistinto con il simbolo M.

- 2) Traslazione trasversale (normale alla precedente) di ± 60 mm.
- 3) Rotazione attorno ad un asse verticale di $\pm 8^\circ$.

Tutte le ampiezze degli spostamenti e delle rotazioni indicate si intendono riferite alle posizioni standard di lavoro.

E) - SORGENTE DEI PIONI.

Nell'impiego ordinario il dispositivo Q_1, Q_2, M è predisposto per la selezione di π^\pm di energia cinetica $T = 75$ MeV ad un angolo $\theta_L = 90^\circ$ del fascio γ . Con tale disposizione, ed utilizzando elettroni accelerati ad 1 GeV, si viene a sfruttare sia l'elevato valore della sezione d'urto di fotoproduzione alla risonanza $3/2, 3/2$, sia l'elevata intensità di fotoni di energia attorno a 300 MeV contenenti nella "Bremsstrahlung".

La sorgente comunemente usata è costituita da un cilindretto di rame elettrolitico di diametro $2. B_1$ ed altezza $2. A_1$, il cui asse viene fatto coincidere con l'asse del fascio γ . Il raggio B_1 della sorgente è stato scelto circa eguale al raggio del fascio γ non collimato alla distanza del radiatore interno del sincrotrone alla quale la sorgente è stata posta (= 325 cm).

Infatti, se si considera la distribuzione angolare della "Bremsstrahlung" prodotta da elettroni da 1 GeV in un radiatore di tantalio di spessore pari a 0,5 mm (15), si può stimare che prendendo $B_1 = 1.5$ cm, la sorgente sia investita da circa il 90% dell'intensità totale.

L'altezza $2. A_1$ della sorgente è invece fissata caso per caso. Essa infatti, unitamente alle caratteristiche focali e dispersive del sistema Q_1, Q_2, M e alle dimensioni del contatore di uscita (cfr. B), contribuisce a determinare il potere risolutivo dell'insieme.

Il cilindretto di rame (cfr. figg. 4 e 5) è montato su un sottile supporto di Perpex il quale può scorrere lungo l'asse dei quadrupoli per mezzo di un sistema di ruotismi e di viti mosso da un motore elettrico c. c. 24 Volt. Lo spostamento della sorgente può quindi avvenire con comando e controllo remoti (ad es. dalla Sala Conteggio). Tale spostamento che è al max di 50 mm, può avvenire solo da un lato rispetto alla posizione normale di lavoro che corrisponde all'inizio della corsa e che coincide col 1° fuoco del doppietto Q_1, Q_2 . Ciò facilita la esclusione della sorgente dal fascio γ quando si devono eseguire misure di controllo del fondo di particelle che attraversa il dispositivo. Il controllo a distanza della posizione della sorgente si effettua nel modo seguente: il ruotismo che comanda la rotazione della vite che trascina il portatore, comanda anche la rotazione del cursore di un potenziometro He-

lipot costituente i due rami di un ponte di Weathstone. Il ponte risulta equilibrato quando la sorgente trovasi nel punto di lavoro.

Le variazioni delle resistenze dei due rami determinano un pas saggio di corrente in un microamperometro inserito nella diagonale del ponte. Tale corrente è, per piccoli spostamenti della sorgente, proporzionale allo spostamento stesso. Lo schema del circuito relativo è mostrato nella fig. 6.

L'errore compiuto nell'apprezzamento dello spostamento max (50 mm) con il sistema descritto è di $\sim 0,25$ mm.

F) - BANCO DI SOSTEGNO.

Il doppietto di quadrupoli, il magnete analizzatore e i relativi banchi di slitte sono montati su un rigido bancone metallico che assicura l'invariabilità delle posizioni relative dei vari componenti del sistema magnetico, una volta che sia stata effettuata la messa a punto geometrica.

Sullo stesso bancone sono montati:

- 1) I resistori semifissi e variabili posti in derivazione agli avvolgimenti dei quadrupoli per la regolazione della corrente negli stessi.
- 2) Tutto il cablaggio di alimentazione.
- 3) Le tubazioni del circuito di raffreddamento (in parte metalliche ed in parte in gomma).
- 4) I cavi per controllo delle correnti che alimentano i quadrupoli ed il magnete (dai relativi derivatori di precisione alla morsettiera di sezionamento).
- 5) Cavi per controllo temperatura nei quadrupoli e nel magnete (dalle relative termocoppie alla scatola di sezionamento).

G) - CIRCUITI VARI.

Lo schema elettrico complessivo della alimentazione dei quadrupoli e del magnete è mostrato nella fig. 7. In essa sono pure indicati i comandi degli alimentatori stabilizzati ed il circuito di controllo delle correnti.

Le figg. 8, a ed 8, b rappresentano invece i vari circuiti di raffreddamento. Sono pure indicati i relativi controlli di temperatura. Nel circuito di raffreddamento, i quadrupoli ed il magnete sono connessi tra loro in parallelo e sono alimentati da un'unica condotta che

adduce la portata complessiva.

H) - SISTEMA A TENUTA DI VUOTO.

Esso (cfr. fig. 9) è stato realizzato per lo studio sperimentale delle proprietà del sistema Q_1, Q_2, M mediante una sorgente di particelle monocromatiche (Po^{210}). (+)

Una scatola cilindrica di acciaio inossidabile con asse coincidente con quello dei quadrupoli, contiene la sorgente radioattiva. Una delle basi della scatola reca il braccio portasorgente che può essere ruotato di 90° su comando dall'esterno (cfr. fig. 10). In tal modo la sorgente può essere spostata dalla sua posizione ordinaria di lavoro e nascosta dietro uno schermo senza dover distruggere il vuoto. Un tubo di rame collega, attraversando i due quadrupoli, la scatola portasorgente ad una camera a vuoto, anch'essa in acciaio inossidabile, e collocata tra le espansioni polari del magnete analizzatore. Nel tubo suddetto, in corrispondenza del primo quadrupolo, è posto un diaframma orizzontale, costituito da due guance di Pb opportunamente distanziate e completate, esternamente al tubo, da tasselli pure di Pb incastrati tra le espansioni polari. All'ingresso della camera, (relativamente al flusso di particelle) è posta una scatola contenente due blocchi di Pb a facce piane e parallele disposti orizzontalmente. La distanza verticale tra i blocchi può essere eventualmente variata. Il sistema può quindi funzionare come collimatore verticale. Il raccordo tra quest'ultima scatola ed il tubo di rame è effettuato con un giunto flessibile (Tombac). Il tubo attraversante i quadrupoli può essere facilmente disinserito grazie al particolare disegno delle flange ed all'impiego di guarnizioni di Indio per la tenuta del vuoto.

La camera del magnete presenta nel lato frontale una finestra con flangia per l'eventuale introduzione di sonde per la misura del campo magnetico. All'uscita la camera si raccorda con un sistema di tubi a flangia di grande diametro, l'ultimo dei quali porta 2 piastre scorrevoli l'una rispetto all'altra. La seconda di queste piastre (cfr. fig. 11) reca un contatore a scintillazione per la rivelazione delle particelle α ed il diaframma per la definizione della banda energetica selezionata. L'insieme, piastra-diaframma-contatore, risulta così spostabile lungo una direzione (orizzontale o verticale). La tenuta di vuoto è assicurata da guarnizioni di neoprene del tipo "O rings" montate in corrispon-

(+) - Se richiesto, il sistema a tenuta di vuoto può essere utilizzato, con qualche variante, anche per l'impiego con i π^\pm .

denza di ogni giunzione.

Ogni parte del sistema di vuoto è poi accuratamente e ripetibilmente riferita ai quadrupoli o al magnete. Ciò permette di disporre di riferimenti comodi e precisi per l'allineamento dei magneti stessi.

Il contatore a scintillazione utilizza un cristallo di $CsI(Tl)$ montato su una corta guida di luce in Perpex. La tenuta di vuoto è realizzata tra la piastra mobile e la guida di luce (cfr. fig. 12), evitando in tal modo il montaggio sotto vuoto del partitore di tensione del fotomoltiplicatore.

Il vuoto è effettuato con una pompa rotativa Galileo con portata a pressione atmosferica di 60 mc/h. Una trappola ad aria liquida impedisce l'eventuale diffusione di vapori di olio dalla pompa nel sistema di vuoto e la loro eventuale deposizione sulla sorgente α e sul cristallo del contatore a scintillazione.

Il rientro d'aria è agevolmente effettuato per mezzo di una valvola apposita.

La misura del vuoto è effettuata mediante termocroci Galileo e le pressioni ottenute sono inferiori a 2×10^{-2} torr.

Ringrazio vivamente il Prof. E. Amaldi per avermi proposto l'argomento e per il suo continuo interesse e consiglio. Mi è gradito inoltre ringraziare il Prof. G. Sacerdoti ed il Sig. G. Pasotti del Gruppo Magneti per l'assistenza fornita nel progetto elettromeccanico.

Ringraziamenti vanno pure ai Sigg. A. Catitti e A. Marra che, validamente contribuirono alla progettazione di alcune parti meccaniche, ed ai Sigg. R. Rulli e G. Ferrario per l'accurata esecuzione dei lavori ad essi affidati.

BIBLIOGRAFIA.

- (1) - J. M. Peterson, W. S. Gilbert, R. S. White: Phys. Rev. 81, 1003 (1951).
- (2) - J. R. Water: Phys. Rev. 113, 1133 (1959).
- (3) - H. L. Anderson, J. Marshall et al. : The university of Chicago 170 inch. synchrocyclotron-final report - Institute for Nuclear Studies - University of Chicago - July 1950 January 1952.
- (4) - V. P. Dzhelepov et al. : Proceeding of CERN Symposium on High Energy Accelerators and Pion Physics (CERN - Geneva, 1956) vol. I, pag. 504.
- (5) - G. Matthiae, G. Campos Venuti: Cattura di π^- in nuclei complessi - Laboratori Nazionali di Frascati, LNF-61/19, pag. 139 (1961)
- (6) - M. Ageno, E. Amaldi, B. Rispoli, G. Sanna: Misure di vite medie di mesoni π su traiettorie rettilinee e circolari - Laboratori Nazionali di Frascati, LNF-61/19, pag. 140 (1961).
- (7) - E. D. Courant, M. S. Livingston, H. S. Snyder: Phys. Rev. 88, 1190 (1952).
- (8) - W. G. Cross: Rev. Sci. Instr. 22, 717 (1951).
- (9) - R. M. Sternheimer: Rev. Sci. Instr. 24, 573 (1953).
- (10) - R. M. Sternheimer: Rev. Sci. Instr. 23, 629 (1952).
- (11) - D. L. Judd: Rev. Sci. Instr. 21, 213 (1950).
- (12) - M. Ageno, E. Amaldi, G. Matthiae, B. Rispoli, G. Sanna: Misura di vita media di mesoni π su traiettoria rettilinea o circolare. Laboratori Nazionali di Frascati, LNF-62/37, pag. 118 (1962).
- (13) - I. E. Dayton, F. C. Shoemaker, R. F. Mozley: Rev. Sci. Instr. 25, 485 (1954).
- (14) - S. Van der Meer: CERN (P. S.) MM 31 - (1957), unpublished.
- (15) - G. Diambri, A. Figuera, B. Rispoli, A. Serra: Laboratori Nazionali di Frascati, LNF-60/39 (1960); Nuovo Cimento 19, 250 (1961).

TAB. I - CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE LENTI QUADRUPOLARI (Q_1 , Q_2)

- Materiale usato per tutta la struttura in ferro:	acciaio ricotto Terni T 11 S a basso tenore di Carbonio (3×10^4 A-sp/m, 20 Kgauss)
- Forma del giogo e sue dimensioni:	torica a sezione rettangolare. Diametro est. toro: 650 mm Diametro int. toro: 490 mm Sezione toro: $80 \times 175 \text{ mm}^2$ (Q_1) $80 \times 132 \text{ mm}^2$ (Q_2)
- Forma delle scarpe polari:	prismatiche a sezione rettangolare
- Profilo teorico delle espansioni polari:	4 rami delle iperboli equilateri di equazioni: $xz = \pm 1250 \text{ mm}^2$
- Raggio del cerchio di gola (cerchio passante per i 4 vertici delle iperboli):	$a = (50 \pm 0,2) \text{ mm}$
- Lunghezza assiale delle espansioni polari:	$l_1 = (175 \pm 0,1) \text{ mm}$ (Q_1) $l_2 = (132 \pm 0,1) \text{ mm}$ (Q_2)
- Avvolgimento:	costituito da n.4 bobine (una per polo) connesse elettricamente in serie. Ogni bobina è realizzata con conduttore di rame elettrolitico a sezione quadrata $8 \times 8 \text{ mm}^2$ con foro interno quadrato $5 \times 5 \text{ mm}^2$ per il raffreddamento.
- N° spire per polo:	L'isolamento è realizzato con nastratura in vetro-mica spessore 0,12 mm, 1/2 sovrapposta. La nastratura è impregnata con vernice Monti e Martini tipo 39 essiccata in forno. $N_p = 54$
- Resistenza avvolgimenti a 20°C (4 bobine connesse in serie):	$R_1 = 94 \times 10^{-3} \text{ ohm}$ (Q_1) $R_2 = 56 \times 10^{-3} \text{ ohm}$ (Q_2)
- Raffreddamento:	ad acqua in circuito aperto. Le 4 bobine polari di ogni quadrupolo sono connesse in parallelo nel circuito di raffreddamento.
- Pressione dell'acqua di raffreddamento.	$\sim 2 \text{ atm.}$
- Portata acqua (per quadrupolo):	$\sim 0,1 \text{ litri/sec.}$
- Resistenze dei derivatori per la misura delle correnti di eccitazione:	$R_{S1} = 0,24 \times 10^{-3} \text{ ohm}$ (60 mV, 250 Amp.)(Q_1) $R_{S2} = 0,30 \times 10^{-3} \text{ ohm}$ (60 mV, 200 Amp.)(Q_2)
- Precisione dei derivatori suddetti:	$\pm 0,1\%$
- Controllo della temperatura:	effettuato per mezzo di 4 termocoppie (2 per quadrupolo)
- Corrente eccitazione max:	$I_{1MAX} = I_{2MAX} = 500 \text{ Amp.}$
- Gradiente max:	$G_{1MAX} \approx 1370 \text{ gauss/cm}$ (Q_1) $G_{2MAX} \approx 1230 \text{ gauss/cm}$ (Q_2)
- Potenza dissipata (max):	23,5 KW (Q_1) 14 KW (Q_2)
- Peso complessivo:	$\sim 400 \text{ Kg}$ (Q_1) $\sim 300 \text{ Kg}$ (Q_2)

TAB. II - CARATTERISTICHE TECNICHE DEL MAGNETE ANALIZZATORE (M)

- Materiale usato per tutta la struttura in ferro:	stesso tipo di acciaio usato per i quadrupoli (cfr. Tab. I)
- Forma e dimensioni della carcassa:	a "C" con sezione rettangolare 450x220 mm ²
- Forma delle espansioni polari:	Settore teorico a sezione rettangolare
- Apertura angolare del settore:	$\varphi = 28^{\circ}.40'$
- Raggio medio del settore:	R = 1000 mm
- Angolo max di rotazione della testata del polo:	$\theta_{\max} = \pm 18^{\circ}$
- Profilo delle facce polari:	piano parallelo entro ± 0.1 mm. Il profilo è corretto alle estremità con "tips" trapezoidali per migliorarne l'omogeneità del campo.
- Larghezza traferro:	2. b = (180 \pm 0.1) mm
- Altezza traferro:	2. c = (100 \pm 0.1) mm
- Avvolgimento:	Costituito da n. 2 bobine (una per polo) connesse elettricamente in parallelo. Ogni bobina è realizzata con conduttore dello stesso tipo usato per i quadrupoli e con eguale tecnica di isolamento.
- N° spire per polo:	N _p = 147
- Resistenza avvolgimento a 20°C (2 bobine connesse in parallelo):	R _M = 112 x 10 ⁻³ ohm
- Raffreddamento:	ad acqua in circuito aperto. Le 2 bobine polari sono connesse in parallelo nel circuito di raffreddamento.
- Pressione dell'acqua di raffreddamento:	~ 2 atm.
- Portata acqua:	~ 0.1 litri/sec
- Resistenza del derivatore per la misura della corrente di eccitazione:	R _{S_M} = 0.24 x 10 ⁻³ ohm (60 mV, 250 Amp.)
- Precisione del derivatore suddetto:	$\pm 0.1\%$
- Controllo della temperatura:	effettuato per mezzo di 2 termocoppie (1 per ogni bobina)
- Corrente eccitazione max (bobine in parallelo):	I _M (MAX) = 800 Amp.
- Campo max:	B _{O_M} (MAX) \approx 11 Kgauss
- Potenza dissipata (MAX):	72 KW
- Peso complessivo:	~ 1800 Kg

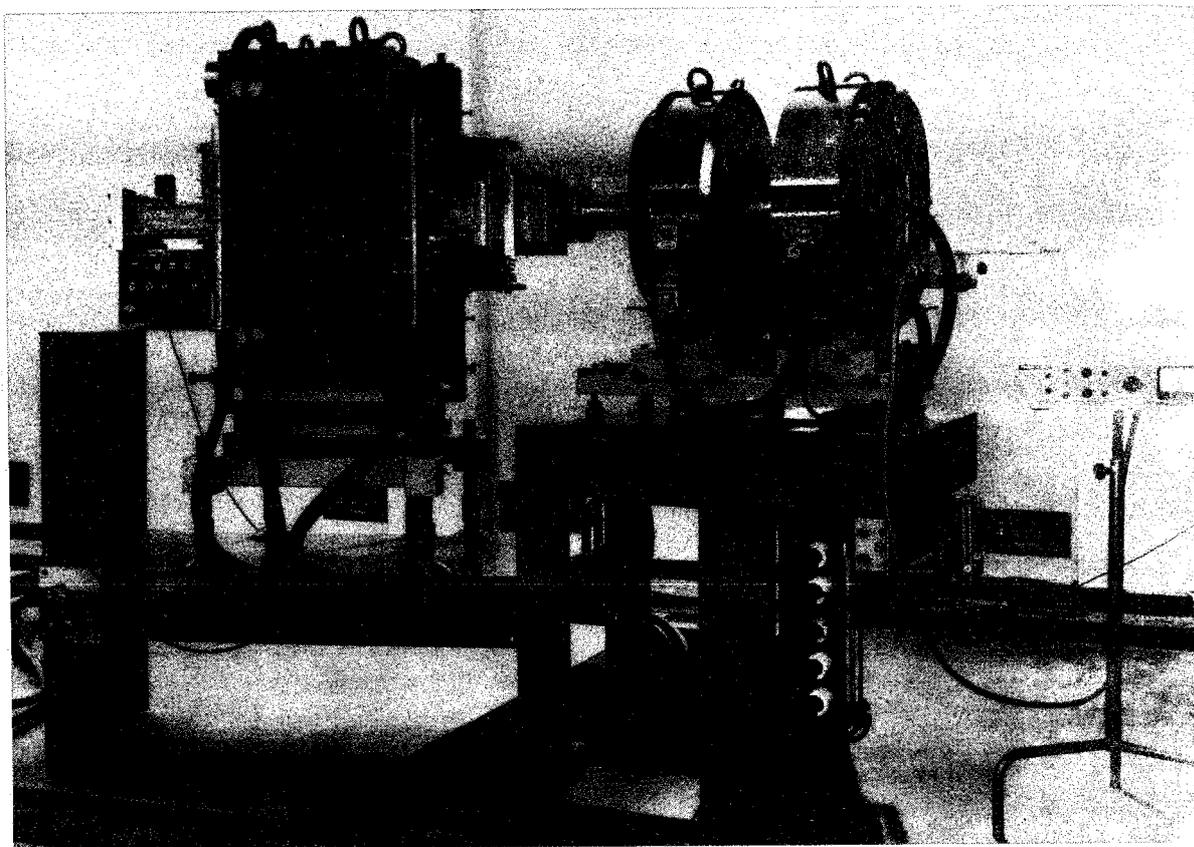


Fig. 1 - Insieme del dispositivo magnetico predisposto per l'utilizzazione sul fascio γ dell'elettrosincrotrone.

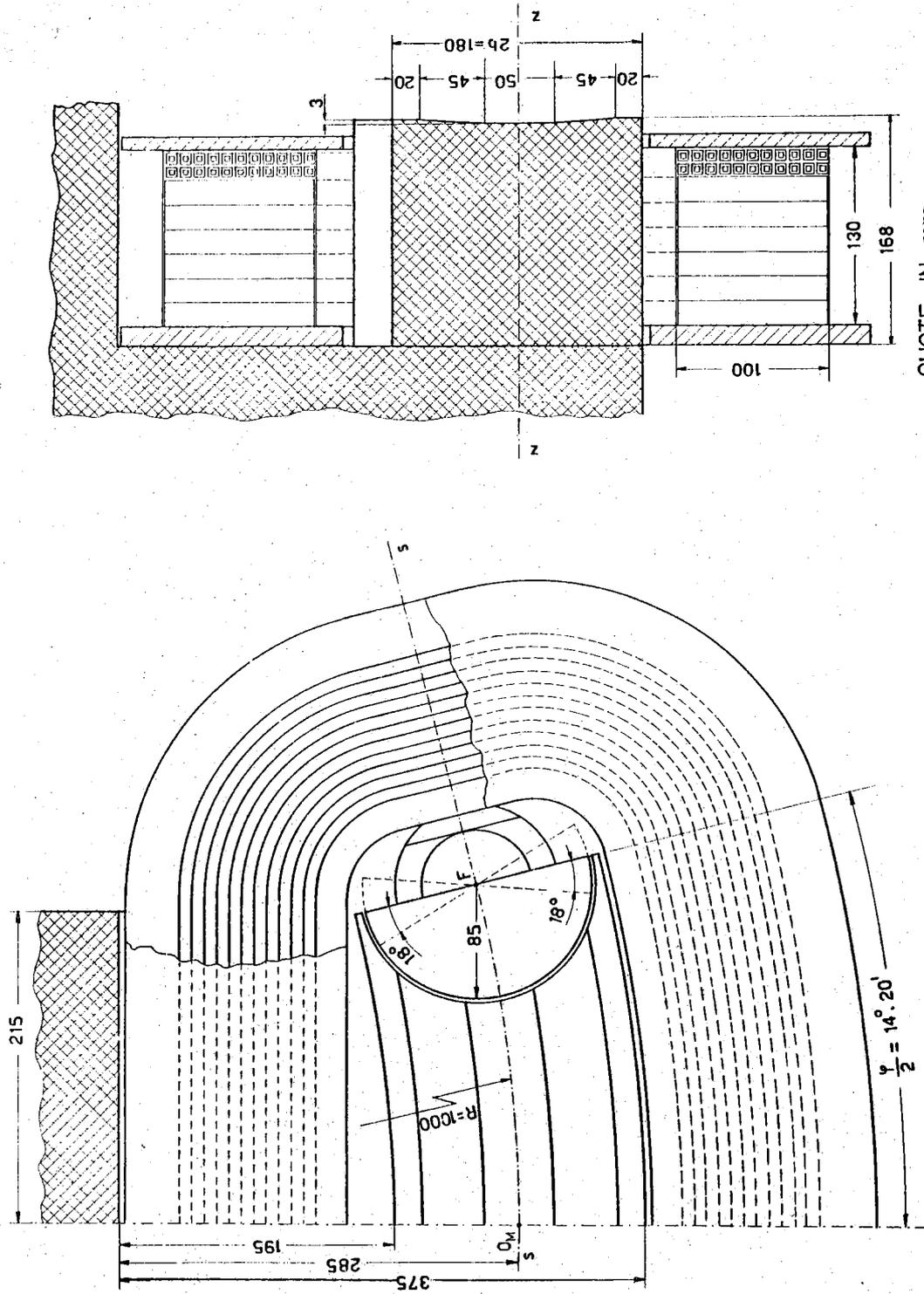


FIG. 3

Particolare del polo e della bobina del magnete analizzatore.

- a) Vista in pianta di un polo e della sua testata ruotabile.
- b) Sezione del polo e della bobina con il piano di simmetria verticale del magnete. E' mostrato il profilo polare con i tips di correzione del campo magnetico.

co.

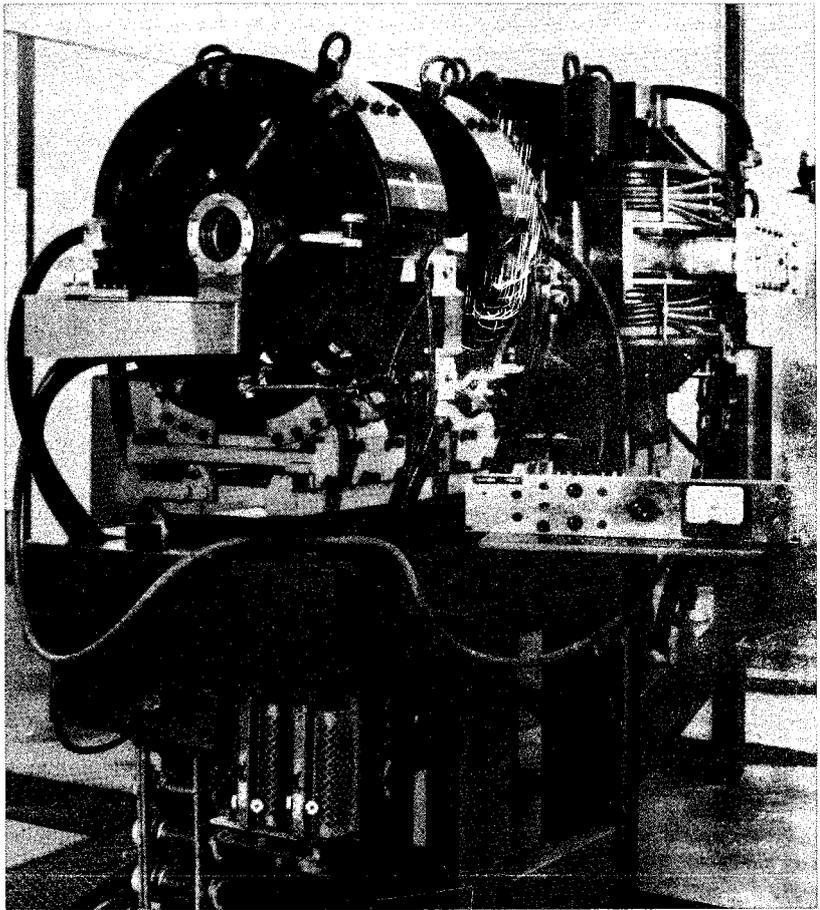


Fig. 4 - Vista frontale del dispositivo magnetico. E' visibile il portasorgente telecomandabile dalla sala conteggio ed il relativo pannello per il comando ed il controllo degli spostamenti.

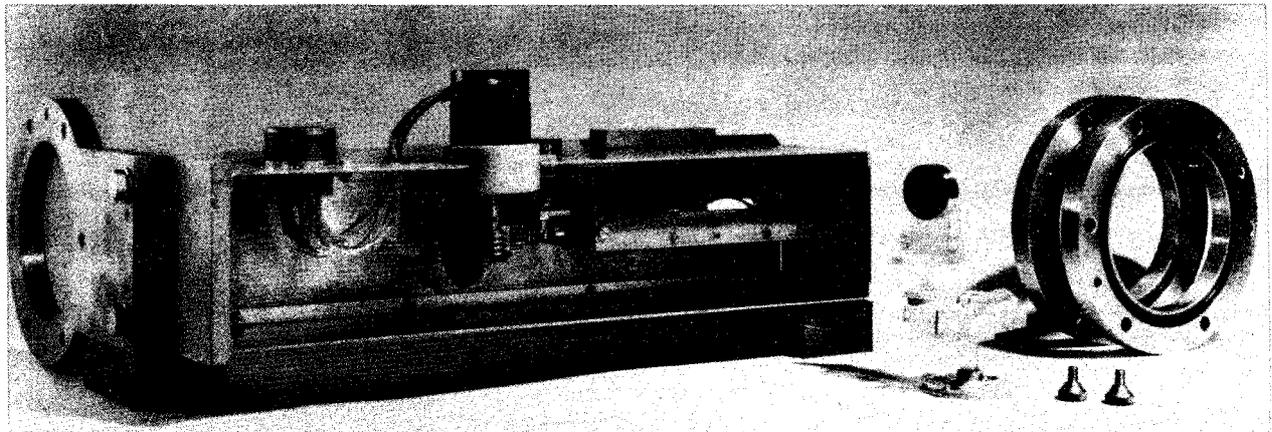
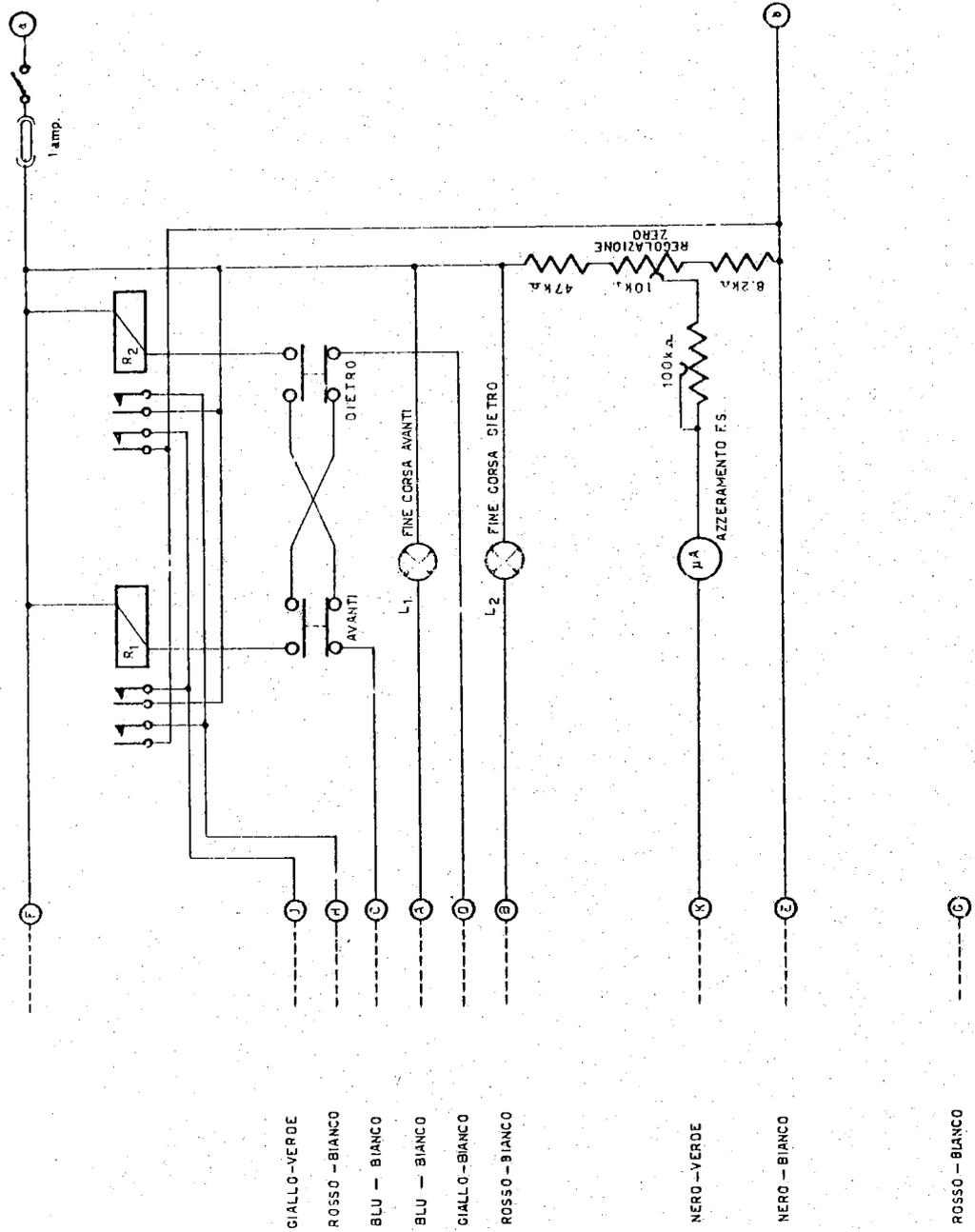


Fig. 5 - Dettagli costruttivi del portasorgente e del dispositivo di comando degli spostamenti.



CIALLO-VERDE
 ROSSO - BIANCO
 BLU - BIANCO
 BLU - BIANCO
 CIALLO-BIANCO
 ROSSO - BIANCO
 NERO -VERDE
 NERO - BIANCO
 ROSSO - BIANCO

FIG. 6

Schema elettrico del circuito di comando e controllo degli spostamenti della sorgente dei π^+ .

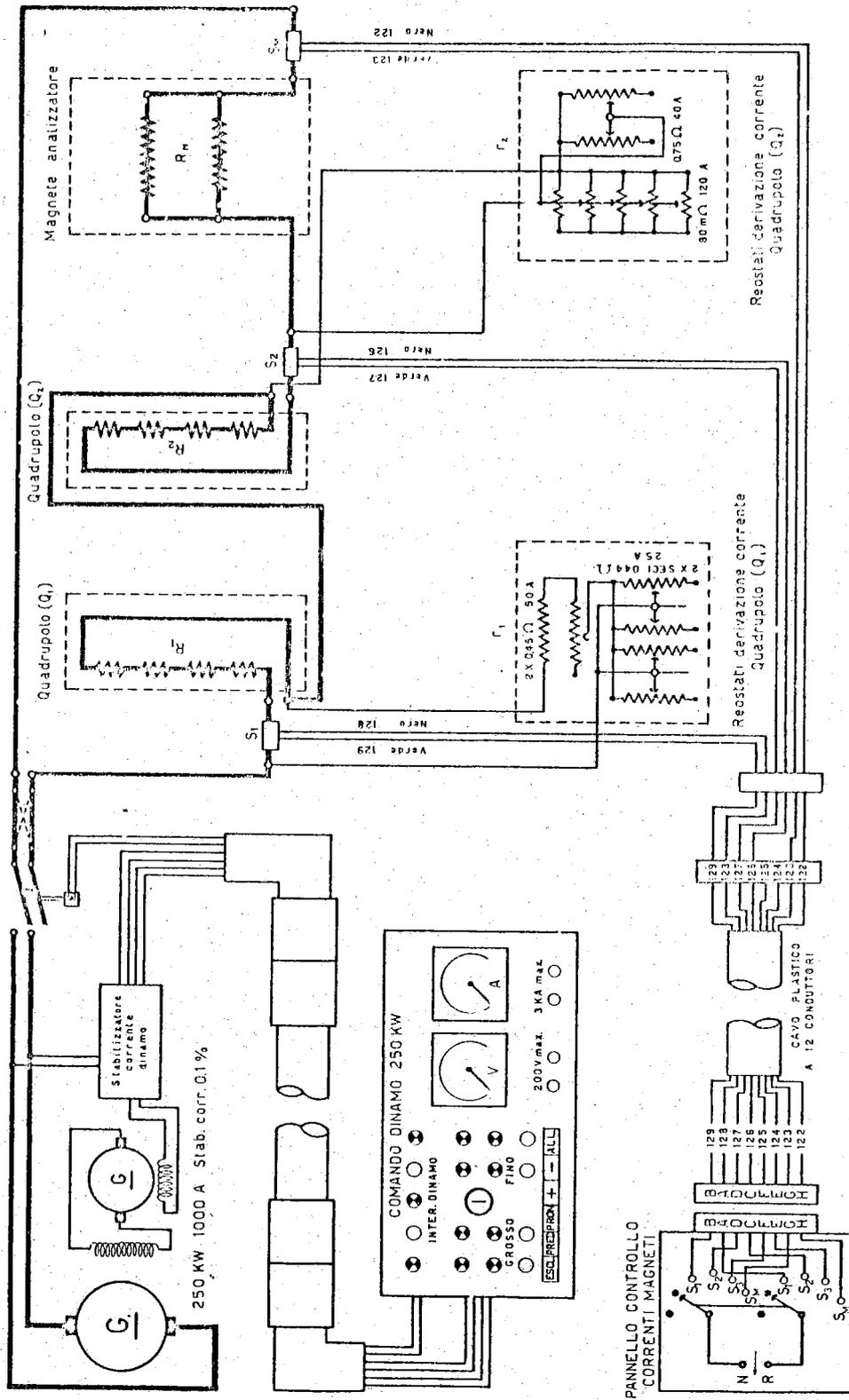
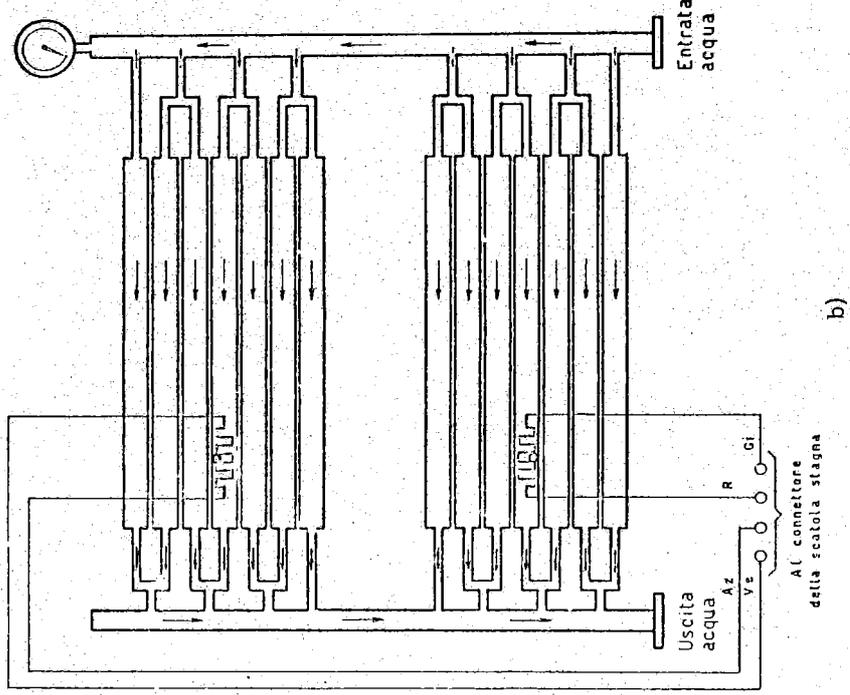
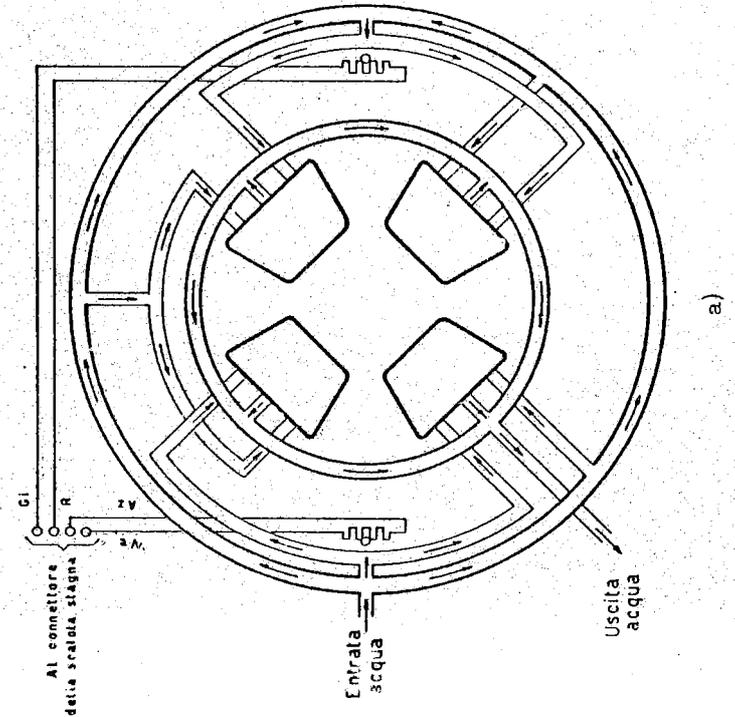


FIG. 7

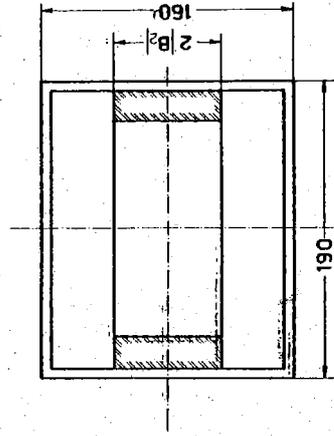
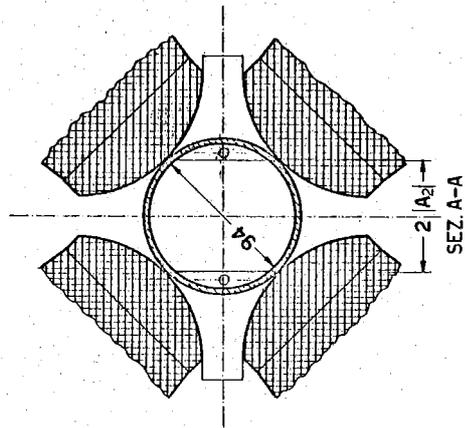
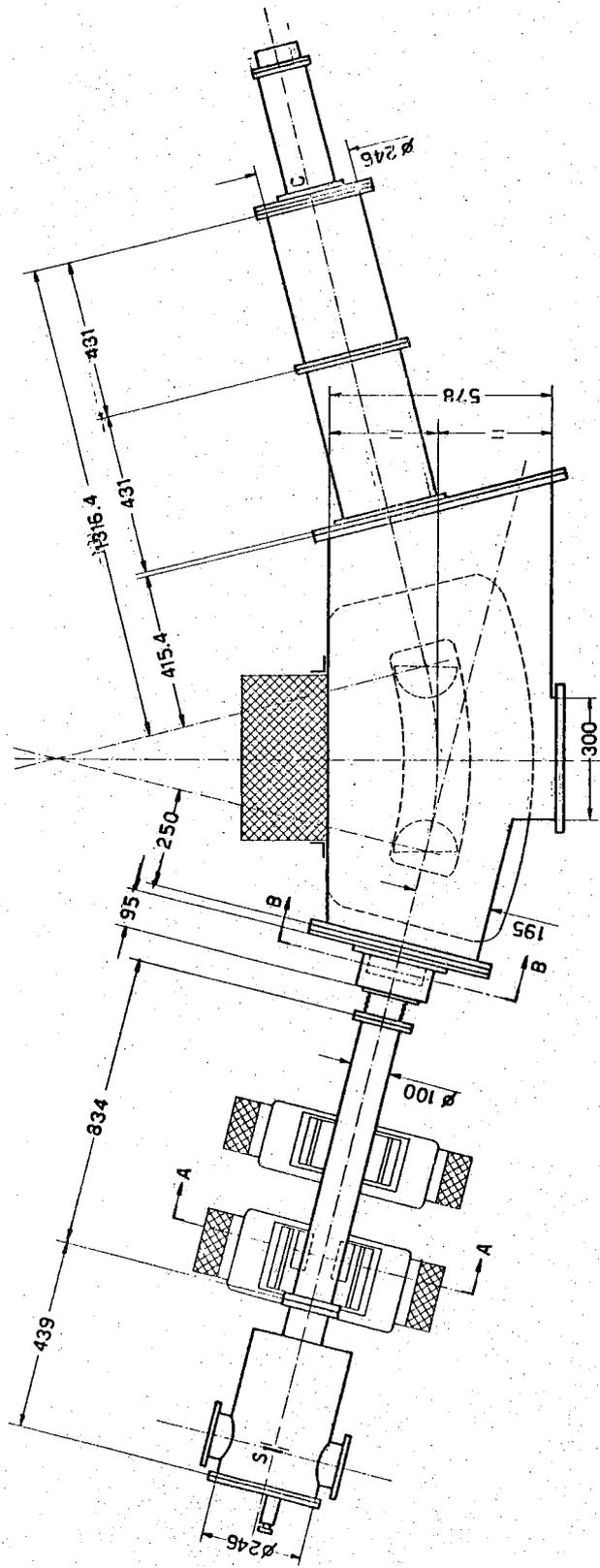
Schema elettrico dei circuiti di alimentazione dei quadrupoli e del magnete analizzatore. Sono pure rappresentati schematicamente i comandi dei generatori di alimentazione ed i controlli delle correnti.



b)
 Circuito di raffreddamento dei magneti. Sono mostrati anche i controlli di temperatura.



a)
 Circuiti di raffreddamento di un quadrupolo.



SEZ. A-A

FIG. 9

SEZ. B-B

Schema di insieme del sistema a tenuta di vuoto per la calibrazione dei magneti con una sorgente monochromatica di particelle α . S indica la sorgente radioattiva. C indica il contatore a scintillazione. Nelle sezioni A - A e B - B sono visibili i particolari dei due collimatori orizzontale e verticale.

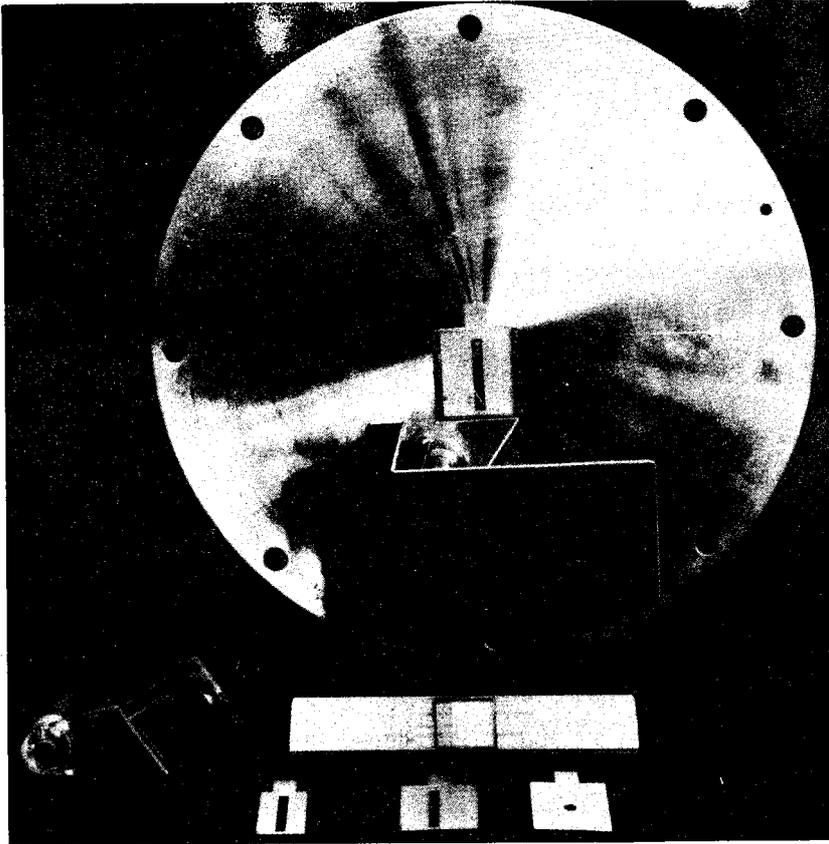


Fig. 10 - Particolari del montaggio della sorgente α . Sono visibili la sorgente, il braccio ruotabile di sostegno e lo schermo montati sulla piastra circolare di chiusura della scatola portasorgente. In basso sono visibili un'altra sorgente con il relativo supporto ed alcuni diaframmi.

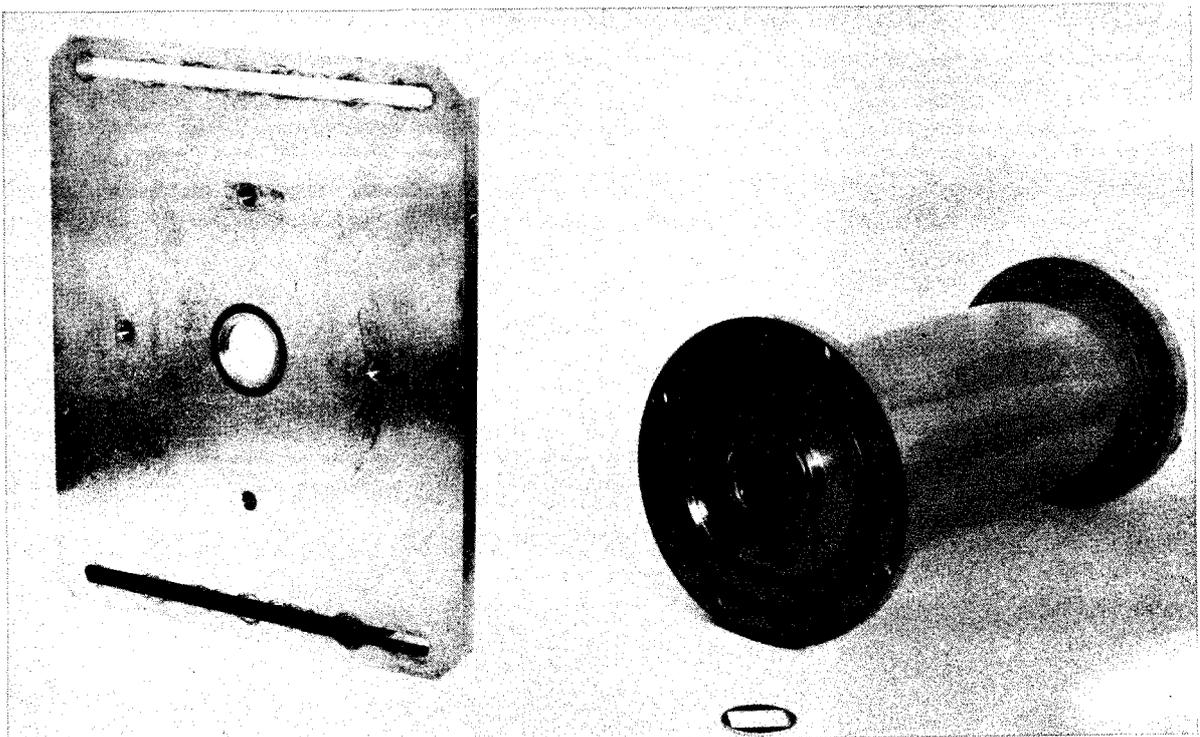
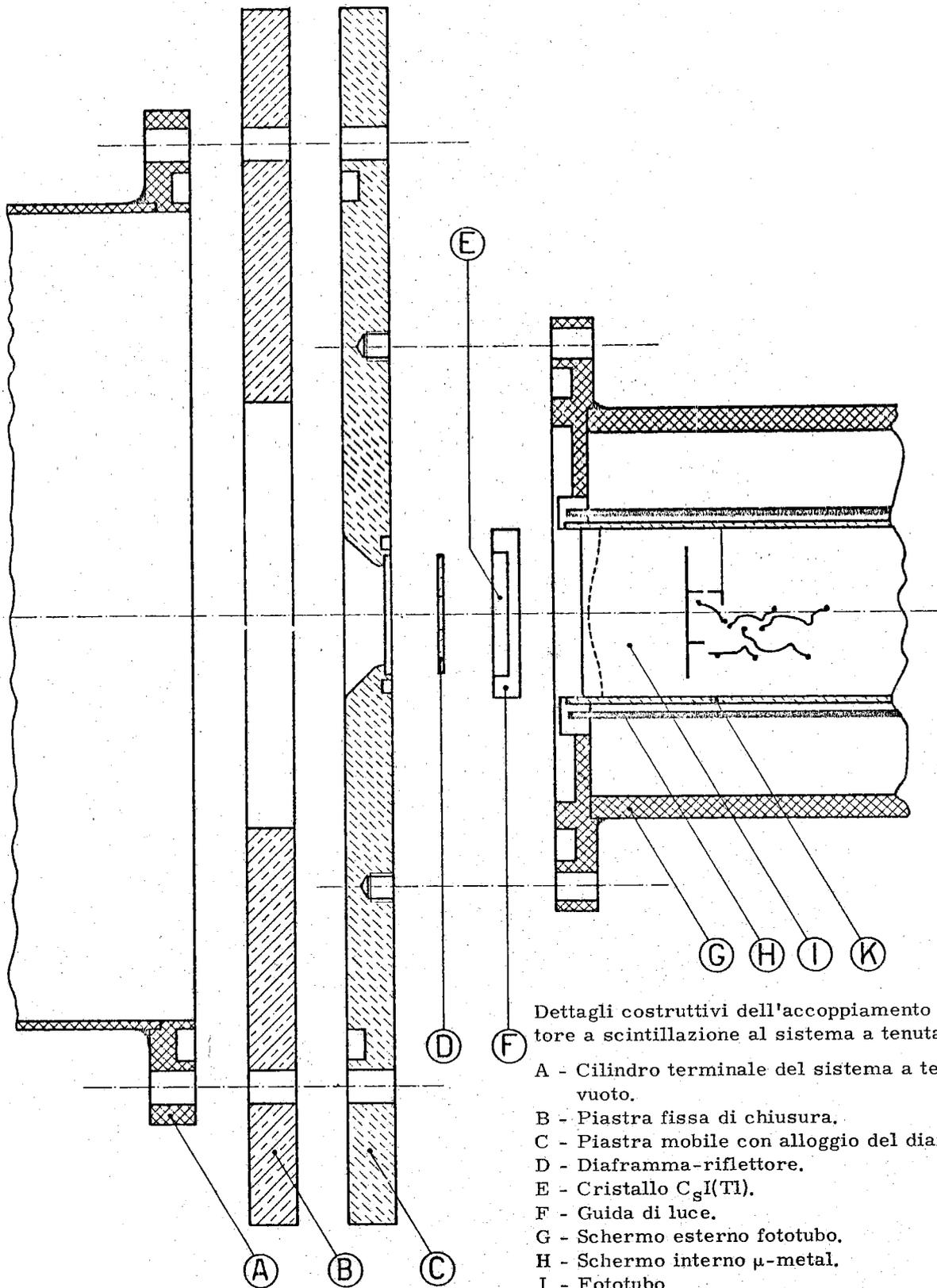


Fig. 11 - Particolari della piastra mobile di chiusura, del diaframma per la definizione dell'energia e del contatore a scintillazione usati nelle misure con particelle α .



Dettagli costruttivi dell'accoppiamento del contatore a scintillazione al sistema a tenuta di vuoto.

- A - Cilindro terminale del sistema a tenuta di vuoto.
- B - Piastra fissa di chiusura.
- C - Piastra mobile con alloggiamento del diaframma.
- D - Diaframma-riflettore.
- E - Cristallo $C_6I(Tl)$.
- F - Guida di luce.
- G - Schermo esterno fototubo.
- H - Schermo interno μ -metal.
- I - Fototubo
- K - Schermo elettrostatico.

FIG. 12