

LNF-71/90
20 Dicembre 1971

B. Bartoli, D. Bisello, A. Cattoni, D. Cheng, C. Costa, F. Felicetti, P. Monacelli, A. Mulachiè, M. Nigro, H. Ogren, I. Peruzzi, L. Pescara, M. Piccolo, F. Ronga, R. Santangelo, E. Schiavuta, F. Sebastiani, V. Silvestrini e F. Vanoli: STUDIO DI UN DISPOSITIVO MAGNETICO CON CAMPO LONGITUDINALE PER LA SPERIMENTAZIONE CON ADONE. -

LNF-71/90
20 Dicembre 1971

B. Bartoli, D. Bisello^(o), A. Cattoni, D. Cheng, C. Costa^(o), F. Felicetti, P. Monacelli⁽⁺⁾, A. Mulachiè^(o), M. Nigro^(o), H. Ogren, I. Peruzzi, L. Pescara^(o), M. Piccolo, F. Ronga, R. Santangelo^(o), E. Schiavuta^(o), F. Sebastiani⁽⁺⁾, V. Silvestrini e F. Vanoli^(*): STUDIO DI UN DISPOSITIVO MAGNETICO CON CAMPO LONGITUDINALE PER LA SPERIMENTAZIONE CON ADONE.

INTRODUZIONE. -

Come è noto, è in fase di avanzata realizzazione la costruzione di un dispositivo magnetico per la sperimentazione con Adone (MEA) secondo un progetto costruttivo che era già completamente definito fin dal 1968, prima ancora che Adone entrasse in funzione.

Le caratteristiche principali del MEA si possono così riassumere:

- campo magnetico $B = 4,5$ Kgauss all'interno di un volume cilindrico di diametro $\phi = 2$ m e altezza di 2 m.
- disposizione dell'asse del cilindro: orizzontale e ortogonale ai fasci.
- angolo solido, dal centro della sezione dritta, utile per l'analisi in momento: $\Delta\Omega_c = .42 \times 4\pi$. Ad una distanza di 37 cm dal centro, che è la lunghezza r. m. s. della sorgente a $E = 1.5$ GeV, l'angolo solido si riduce a $.3 \times 4\pi$.
- Angolo solido per la rivelazione di fotoni: $\Delta\Omega_N = .27 \times 4\pi$, praticamente costante anche per sorgente estesa.
- Regioni di θ esplorate: $30^\circ < \theta < 150^\circ$.
- $\Delta p/p \simeq .02$ a 1 GeV/c.

(o) - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Padova.
(+) - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Roma.
(*) - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Napoli.

La rivelazione delle particelle è effettuata mediante un dispositivo costituito di scintillatori, camere proporzionali e camere a scintilla ottiche, disposte come mostrato nella presentazione schematica di fig. 1. L'analisi d'impulso è basata sulle camere a scintilla ottiche interne C_1 e C_2 ; C_1 con elettrodi piani in Alluminio, C_2 a larga gap, con elettrodi costituiti da piani di fili al solo scopo di essere trasparenti e consentire così la fotografia.

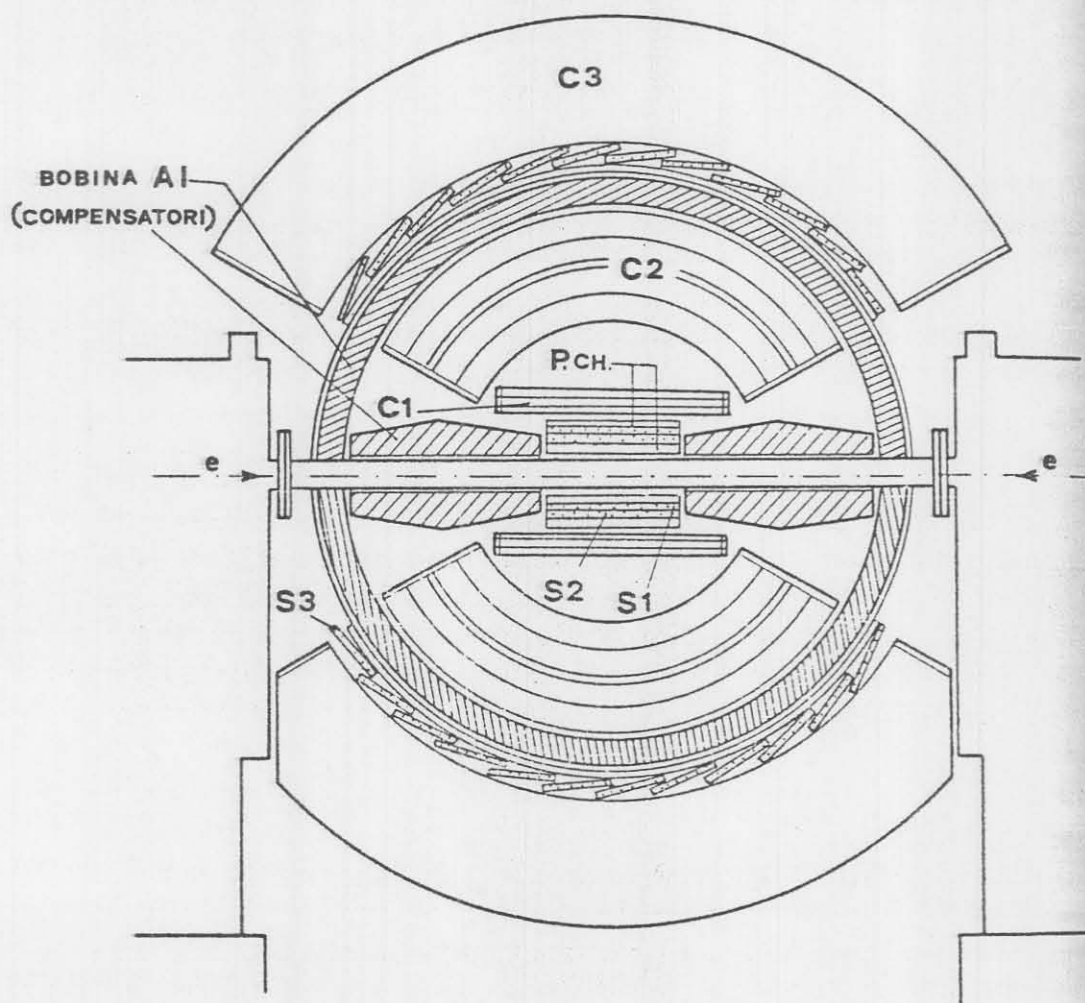


FIG. 1 - Sezione del dispositivo MEA con campo magnetico trasversale ai fasci. - C3: camere a scintilla di ferro; S3, S2, S1: scintillatori; C2: camere a scintilla a larga gap; C1: camere a scintilla a piatti di Al; P. CH. : camere proporzionali.

Le camere proporzionali P. Ch. sono state inserite allo scopo di rendere meno selettivo il trigger e consentire in particolare di rivelare configurazioni in cui non necessariamente una particella penetri fino alla corona di contatori S_3 , e attraversi quindi almeno 11 cm di alluminio.

Il taglio in energia cinetica, che per pioni sarebbe di 110 MeV, è notevolmente abbassato e si possono in tal modo realizzare dei sistemi di trigger che impongono limitazioni piuttosto modeste sulle configurazioni effettivamente rivelabili.

Ciò nonostante in alcuni casi particolarmente importanti, come ad esempio quello della produzione di coppie $p\bar{p}$, il fatto che i contatori siano oltre la bobina, rende praticamente nulla l'efficienza al di sotto di un'energia totale $2E \simeq 2400$ MeV.

Al momento della scelta della configurazione da dare al MEA, fu a lungo dibattuto se fosse più conveniente una disposizione con campo longitudinale o trasversale rispetto ai fasci. E' opportuno ricordare i motivi principali per cui si decise in favore della disposizione trasversale, benchè per ovvie considerazioni di simmetria quella longitudinale fosse da un punto di vista della fisica preferibile.

a) Concatenazione con la camera da vuoto di Adone:

La disposizione longitudinale non può infatti essere praticamente realizzata senza che la bobina sia concatenata con la ciambella, e non sembrava pensabile - come non lo è oggi - un rientro d'aria in Adone ogni qualvolta si volesse intervenire sull'apparato. Vedremo più avanti che si può oggi ovviare a questo inconveniente, essendo divenuta accessibile alle tecniche del vuoto la realizzazione di una valvola che consente di smontare il magnete senza effettuare rientri d'aria altro che nella sezione interessata.

b) Incrocio ad angolo dei fasci di Adone:

In conseguenza di questo modo di funzionamento di Adone la compensazione del magnete longitudinale appariva più problematica che per la disposizione trasversale. Non operando Adone con l'incrocio ad angolo, in realtà la situazione si è capovolta a favore del longitudinale. Inoltre, come vedremo di seguito, l'estensione della sorgente comporta una dipendenza più forte dell'angolo solido dal punto sorgente nella disposizione trasversale.

c) Ottica.

Con la disposizione longitudinale non è praticamente possibile la fotografia all'interno del magnete. I dispositivi completamente digitali imposti di conseguenza non apparivano 3 anni fa abbastanza fidabili e sviluppati anche a livello di soft-ware, specie considerando la totale ignoranza dei processi che si andavano a rivelare.

Questi motivi, come abbiamo via via accennato, non sono dunque oggi più validi e anzi come vedremo di seguito accentuano le limitazioni, che la scelta della disposizione trasversale ha comportato, proprio allo studio dei processi di produzione con alta molteplicità, che le esperienze di prima generazione hanno annunciato particolarmente interessanti.

Quando, come naturale sviluppo del nostro lavoro attuale, ci siamo posti il problema di sostituire l'apparato ottico di rivelazione del MEA con un apparato completamente digitizzato, abbiamo pertanto preso in considerazione la possibilità di disporre l'attuale magnete con l'asse longitudinale rispetto ai fasci.

Il risultato di questo atteggiamento è stata la constatazione, che con una spesa relativamente modesta è possibile realizzare un secondo magnete, longitudinale, servito dagli stessi impianti generali del MEA, e operante in alternanza su una diversa sezione diritta. Le caratteristiche del magnete longitudinale possono essere scelte in modo che le informazioni sperimentali da esso fornite siano complementari a quelle offerte dal MEA. Considerando che l'esperienza derivante dagli esperimenti di prima generazione consiglia che un apparato non sia mantenuto in misura in maniera continua, ci è sembrato opportuno portare lo studio del magnete longitudinale fino alle soglie del progetto costruttivo. Le conclusioni di questo esame sono contenute nel presente rapporto, che è così articolato:

- paragrafo 2: Progetto dell'analizzatore magnetico longitudinale (MAL);
- paragrafo 3: Confronto del MAL con il MEA;
- paragrafo 4: Ragioni per la realizzazione di un apparato del tipo MAL;
- paragrafo 5: Costi dell'apparato;
- paragrafo 6: Conclusioni.

2. - PROGETTO DELL'ANALIZZATORE MAGNETICO LONGITUDINALE (MAL). -

2.1. - Considerazioni generali -

Cominciamo con il considerare le caratteristiche generali che richiediamo per il dispositivo di rivelazione. Esse infatti impongono alcune condizioni al magnete stesso.

a) Il sistema di contatori deve consentire un trigger che imponga alle particelle un taglio di energia per range inferiore a 50-60 MeV. Ciò può essere realizzato mediante due corone di contatori, di cui una intorno alla ciambella e la seconda di raggio più grande possibile, ma comunque interna alla bobina onde non introdurre perdite per interazioni nucleari.

b) Il sistema di camere a scintilla deve essere digitizzato e composto di almeno tre mantelli cilindrici coassiali, necessari per la misura della freccia della traiettoria delle particelle cariche. Ogni mantello, di spessore il più piccolo possibile onde ridurre l'imprecisione nell'analisi introdotta dallo scattering multiplo, deve constare d'altra parte di almeno 4 camere in grado di fornire senza ambiguità le coordinate delle particelle rivelate con una efficienza molto elevata.

c) L'angolo solido sia il più grande possibile.

d) l'efficienza di rivelazione per fotoni deve essere elevata anche per fotoni di energia relativamente bassa (≈ 100 MeV). A causa dello

spessore ($10 \div 15$ cm di Al) della bobina, questa ultima condizione può essere soddisfatta solo ponendo il rivelatore di fotoni all'interno della bobina. Vedremo che anche senza perdita di risoluzione in momento il rivelatore per fotoni può coincidere con il rivelatore dell'ultimo punto delle tracce prodotte dalle particelle cariche.

2.2. - Caratteristiche di massima del magnete. -

La scelta ottimale delle dimensioni della bobina e del campo B da essa prodotto si fonda sulle seguenti considerazioni.

- La lunghezza massima esterna L del magnete è imposta dalla distanza l fra le due flange della sezione diritta: poniamo $L = l - 4$ cm = 236 cm.
- L non rappresenta la lunghezza interna utile, in quanto la bobina deve essere chiusa da due dischi di ferro che consentano la chiusura del circuito magnetico. Lo spessore di questi dischi, s, dipende dal flusso che devono raccogliere e quindi dal campo B e dal raggio r della bobina.
- L'angolo solido utile per l'apparato sperimentale dipende dalla lunghezza interna $d = 236 - 2s$ e dal raggio r della bobina.
- Il $\Delta p/p$ della misura del momento dipende da r (la lunghezza della traccia misurata varia linearmente con r) e ovviamente da B.

Nella tabella I sono riportati valori di $\Delta p/p$ per $p = 1$ GeV/c e $\Delta \Omega$ per varie scelte di B ed r. Per $\Delta p/p$ si è considerato qui il solo effetto che viene dalla imprecisione Δx nella localizzazione di una singola scintilla; per Δx si è preso .3 mm. Nel calcolo di s si è imposto che B nel ferro non superi 15 KGauss; in particolare anche tra i fori che sarà necessario prevedere nei piastroni per alloggiare i fotomoltiplicatori. Il campo residuo nei fori risulta facilmente schermabile nel modo usuale (mumetal).

Naturalmente valori elevati di B ed r comportano alte potenze di alimentazione e maggiore quantità di ferro per il ritorno del flusso. Un limite a queste due quantità è imposto dal fatto che l'attuale alimentatore del MEA può dissipare sulla bobina al più 1800 KW e dal fatto che è opportuno mantenere il peso complessivo del mantello di ferro per il ritorno del flusso e della bobina del magnete sotto le 20 ton, in maniera da essere rimovibili con il carro ponte della sala Adone. Nella tabella I sono riportati i limiti introdotti da queste condizioni: per il peso del ferro si è fissato il massimo a 17 ton. Le migliori coppie di valori di $\Delta p/p$ e $\Delta \Omega$ dedotti dalla tabella I sono riportati in fig. 2.

La scelta dei parametri del magnete dipende quindi da un compromesso fra la richiesta di precisione nell'analisi in momento e l'angolo solido. Come risulterà nel paragrafo 3 per avere prestazioni complementari al MEA è opportuno aumentare $\Delta \Omega$ a scapito di $\Delta p/p$ e quindi un ragionevole compromesso si ottiene con $r = 85$ cm e $B = 7.5$ KGauss.

TABELLA I

 $\Delta p/p$ PER PIONI DI 1 GeV/c E, TRA PARENTESI,

 $\frac{1}{2} \int_{\text{apparato}} d \cos \theta$ IN FUNZIONE DI B ED r

B (kgauss) r (cm)	5	7.5	10	12.5	15
45	40 % (89) %	27 (86)	20 (82)	16 (75)	14 (68)
55	.19 (.86)	.13 (.83)	9.6 (79)	(7.7) (74)	6.4 (68)
65	11 (82)	7.5 (79)	5.6 (75)	4.5 (70)	3.7 (63)
75	7.2 (78)	4.8 (75)	3.6 (70)	2.9 (64)	2.4 (58)
85	5 (74)	3.4 (70)	2.5 (64)	2.0 (58)	
95	3.8 (69)	2.5 (66)	1.9 (59)		

La zona tratteggiata corrisponde a configurazioni per cui la potenza dissipata è maggiore di 1800 KW e (o) il peso del ferro supera 17 ton.

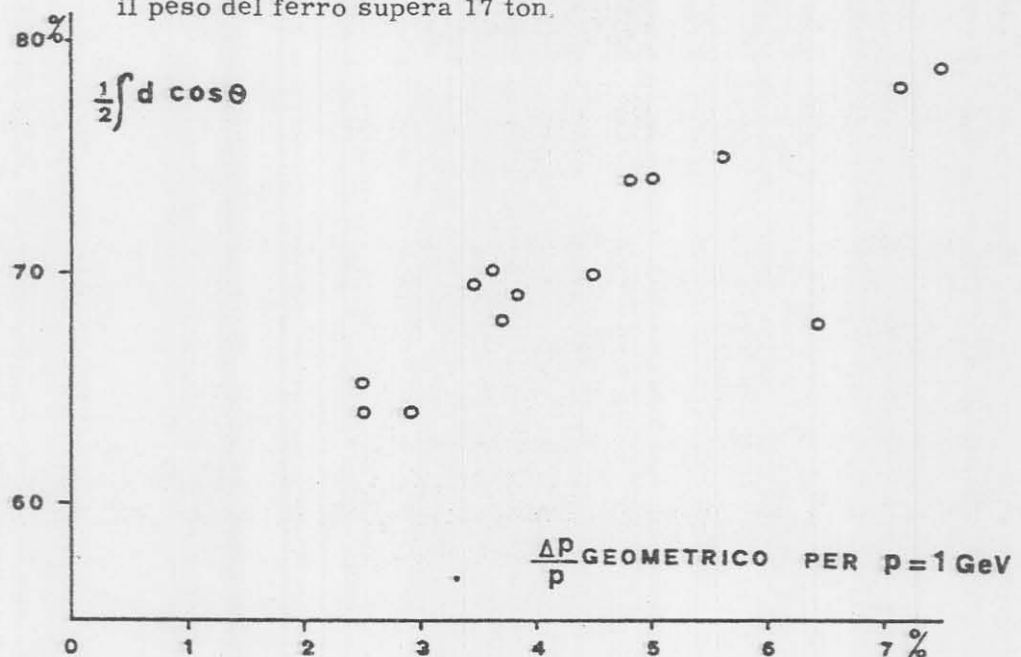


FIG. 2 - Sommario delle caratteristiche delle varie soluzioni esaminate per ottimizzare il dimensionamento del magnete longitudinale (vedi Tabella I).

2.3. - Descrizione del magnete ed interferenze con Adone. -

In base alle considerazioni precedenti si è progettato un magnete longitudinale le cui caratteristiche principali sono raccolte nella tabella II e nelle figure 3, 4.

TABELLA II
CARATTERISTICHE DEL MAGNETE LONGITUDINALE

BOBINA	
Dimensioni : lunghezza	168 cm
diametro interno	170 cm
diametro esterno	193 cm
Peso	~ 3000 Kg
Campo magnetico	8 KGauss
Corrente	5000 A
Tensione	290 V
Potenza assorbita	1.45 MW
Numero spire	228 su 3 strati
Sezione spire	34 x 22 mm ² con foro ϕ 9 mm
Portata impianto raffreddamento	~ 20 l/sec
Pressione H ₂ O di raffr.	< 10 Atm
ΔT H ₂ O di raffr.	~ 18° C
FERRO RITORNO FLUSSO	
Peso mantello	15000 Kg
Peso piastre di chiusura	2 x 9000 Kg
Induzione max nel mantello e fra i fori sui piastroni	16 KGauss
ALIMENTATORE	
Corrente	5000 A
Tensione	400 V
Regolazione	10 ⁻³

Il magnete è montato su un carrello analogo a quelli già esistenti, in maniera da facilitare l'estrazione dell'insieme magnete-apparato-ciambella dall'anello.

Per limitare il rientro d'aria alla sola sezione dritta, che viene asportata, sono previste delle valvole a saracinesca montate sulla ciambella nello spazio fra le coppie di quadrupoli adiacenti alla sezione dritta.

Valvole di questo tipo sono già state realizzate al Cern; la tenuta è fatta tramite guarnizioni metalliche su cui va esercitata una pressione dell'ordine di 10 ton.

E' possibile adattare lo stesso sistema al nostro caso e al proposito esiste già un progetto del gruppo Adone per la realizzazione di tale val-

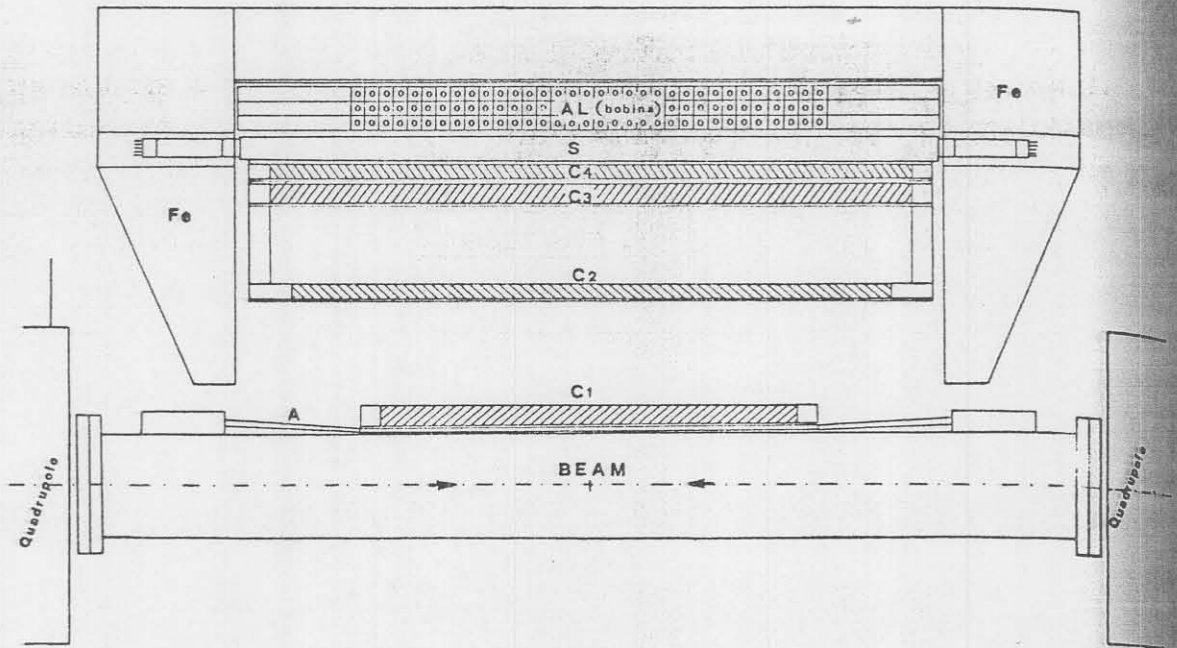


FIG. 3 - Sezione del dispositivo con campo longitudinale (MAL) con un piano contenente fasci.

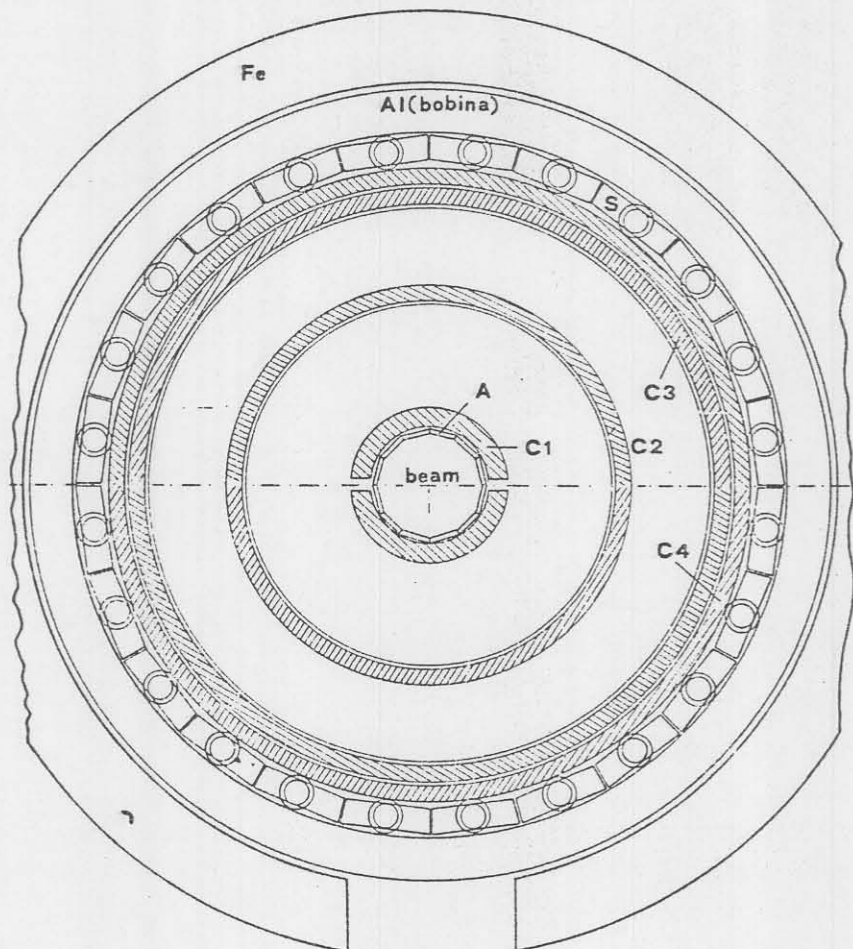


FIG. 4 - Vista frontale del dispositivo con campo longitudinale (MAL).

vola. Un'altra possibilità, suggerita dallo stesso gruppo è l'uso di guarnizioni di viton, già adoperate nel sistema di vuoto di Adone. Quest'ultima alternativa è di sicura realizzazione ma probabilmente può alterare localmente il vuoto.

Dopo aver spostato il magnete fuori dell'anello si può accedere all'apparato, sfilando i dischi di ferro di chiusura.

L'interferenza del magnete longitudinale con i fasci circolanti è sicuramente un problema di più facile risoluzione di quanto non sia per il magnete trasversale: mancando l'incrocio ad angolo l'unico effetto dovrebbe consistere in un accoppiamento fra le oscillazioni radiali e quelle verticali.

Eventuali compensazioni di questo effetto sono ottenibili con elementi posti fuori della sezione dritta, interamente libera per l'apparato sperimentale ed il magnete^(x).

2.4. - Descrizione dell'apparato sperimentale. -

L'apparato sperimentale è costituito (vedi fig. 3, 4) da camere a scintilla con lettura magnetostriativa per la determinazione di angoli e curvatures delle tracce, e da due corone di scintillatori.

Il nucleo centrale attorno alla ciambella, vedi fig. 5 è costituito da una corona di 12 scintillatori A, spessi 5 mm, visti ciascuno da 2 fotomoltiplicatori, e da 2 camere a scintilla semicilindriche C₁, con 6 piani di filo. Tra gli scintillatori e la ciambella è stato lasciato spazio per isolare termicamente la camera a vuoto in modo da consentire di degassarla anche con l'apparato montato.

In fig. 6 è data anche una stratigrafia del dispositivo. Il punto centrale della traccia è determinato dalla camera a scintilla C₂, con 6 piani di fili.

Il contributo da scattering multiplo all'errore di misura del momento proviene in buona parte da questa camera: per questo motivo la camera sarà montata su un tubo di 2 mm di spessore di Plexiglass anzichè d'Al come le altre (vedi fig. 6).

Il punto estremo della traiettoria è determinato da due camere a scintilla, C₃ e C₄, a 4 piani di fili. Davanti a ciascuna di queste è posto un convertitore di 6 mm di Pb che permette di rivelare con buona efficienza fotoni d'energia superiore a 80-100 MeV.

(x) - Tale problema è attualmente allo studio del gruppo macchina di Adone il quale sta esaminando anche i risultati ottenuti, in una situazione simile, ad ACO.

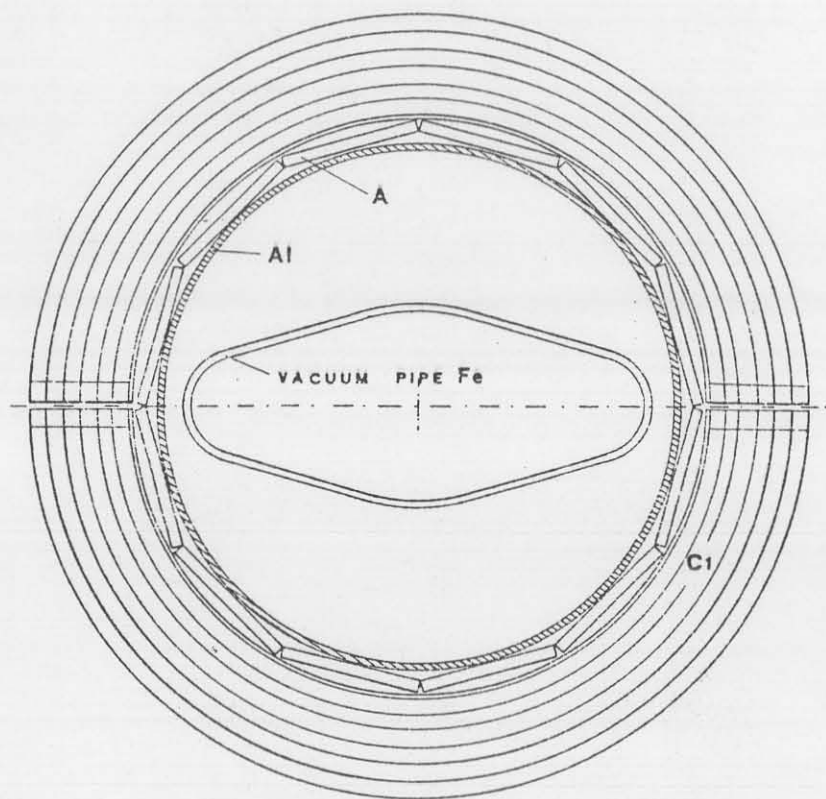


FIG. 5 - Particolare del dispositivo con campo longitudinale nell'intorno della camera da vuoto.

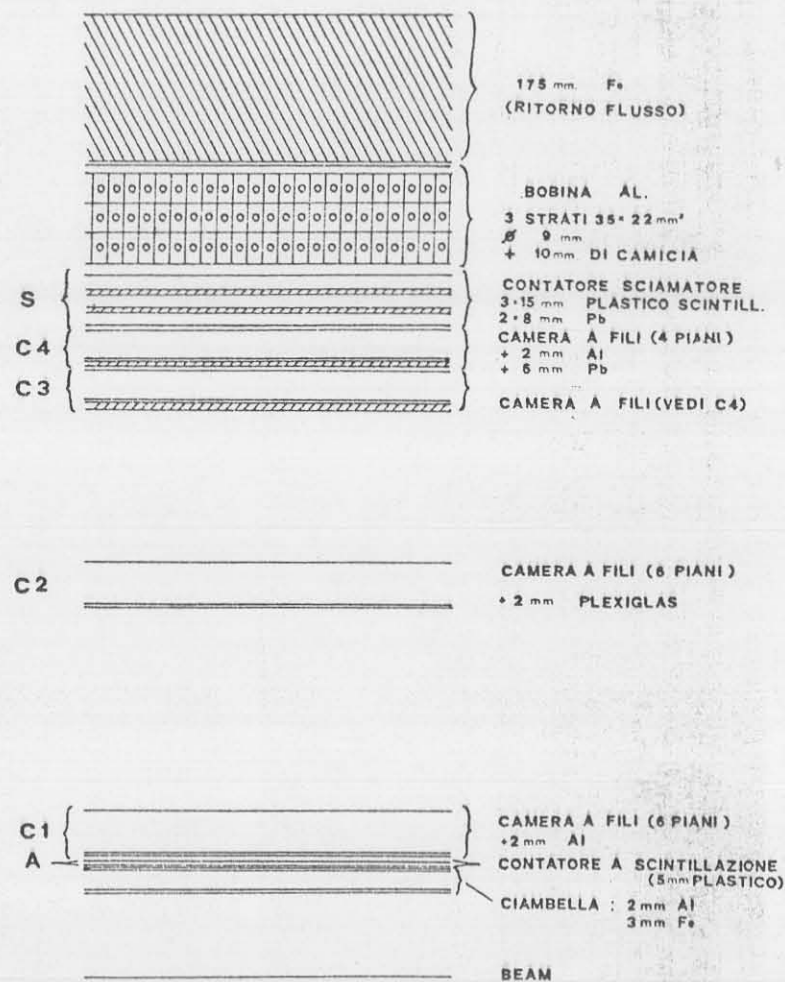


FIG. 6 - Stratigrafia del dispositivo con campo longitudinale (MAL).

Questo convertitore non introduce apprezzabile errore per scattering multiplo sulla misura delle coordinate delle particelle cariche in quanto si trova a ridosso delle ultime camere C_3 e C_4 .

Inoltre le particelle cariche che abbiano un momento sufficiente per raggiungere C_4 (con un angolo tale da poter essere rivelate) hanno anche energia sufficiente, nel caso dei π , per superare questo convertitore: in questo modo non viene introdotto alcun ulteriore taglio in energia.

Dopo C_3 e C_4 e immediatamente all'interno della bobina è posto un mantello di 24 contatori a scintillazione (S), visti ciascuno da due fotomoltiplicatori. Ognuno di questi contatori, vedi fig. 6, è costituito da tre strati di scintillatore plastico da 15 mm, intervallati da due convertitori di Pb da 8 mm. Questi contatori, oltre a rivelare il passaggio delle particelle cariche e partecipare così all'elaborazione del trigger, danno quindi informazioni sull'energia di γ ed elettroni.

E' inoltre prevista una misura di tempo di volo tra questi contatori e quelli interni (contatori A) per ridurre i conteggi di raggi cosmici^(x).

Le informazioni fornite dai contatori (ampiezze, tempi di volo..) e delle camere a scintilla verranno raccolte preelaborate e memorizzate con il calcolatore Laben 70, il cui impiego è già previsto per il MEA. Si prevede di estendere l'interface Camac di cui il Laben 70 è già dotato.

L'angolo solido ricoperto da questo apparato risulta $\Delta\Omega_c = .66 \times 4\pi$ per l'analisi in momento di particelle cariche e vale invece $\Delta\Omega_N = .71 \times 4\pi$ per fotoni. I valori di questi angoli solidi dipendono poco dalla lunghezza della sorgente, come si vede in fig. 7. Nella stessa figura è riportato per confronto anche l'angolo solido coperto dal MEA.

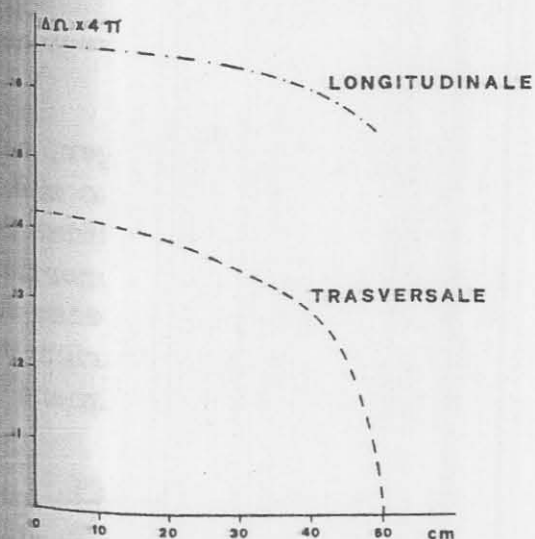


FIG. 7 - Angolo solido al variare del punto sorgente per i due dispositivi MEA e MAL.

(x) - Vedi nota alla pagina seguente.

In fig. 8 è riportato l'errore totale nella misura del momento $\Delta p/p$ per pioni.

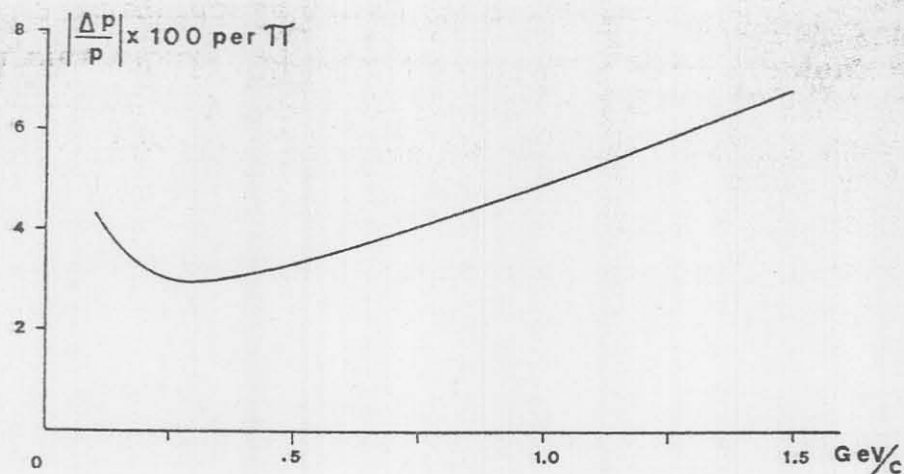


FIG. 8 - Precisione nell'analisi in momento con il dispositivo longitudinale.

I valori riportati sono calcolati nell'ipotesi che si riesca a misurare le coordinate delle tracce con una precisione di .3 mm, e che la camera C_2 centrale sia costituita da 6 piani di fili in rame da 100μ spazati di 1 mm e da 2 mm di plexiglass di supporto (vedi fig. 6).

L'energia cinetica minima richiesta ad un π per arrivare ai contatori più esterni (S) è $T = 65$ MeV: questo valore diventa $T = 110$ MeV per i K, e $T = 140$ per i protoni.

3. - CONFRONTO DEL MAL CON IL MEA. -

Riassumiamo in Tabella 3 i dati più importanti dal punto di vista fisico dei due dispositivi MAL e MEA.

In fig. 9 riportiamo, sempre di entrambi i dispositivi la regione di angolo solido coperta.

In tabella 4 sono riportati i valori delle efficienze di trigger, nella ipotesi che questo sia dato da almeno 2 particelle. Nel calcolo si è tenuto conto della influenza dei tagli in energia e dell'angolo solido. Per il MEA si è partiti dalla ipotesi conservativa che le camere proporzionali non partecipino al trigger. In tabella 5 sono raccolte le efficienze di rivelazione di configurazioni complete, in cui tutti i prodotti carichi sono rivelati e la presenza di π^0 sia marcata dalla rivelazione di almeno

(x) - Il rate dei cosmici previsto è ~ 18 conteggi/sec; non occorre quindi di una misura particolarmente accurata dei tempi di volo per ridurre la velocità di conteggi da cosmici ad un valore accettabile per un apparato con raccolta on-line.

TABELLA III
 CARATTERISTICHE DELL'APPARATO
 TRASVERSALE E LONGITUDINALE

	Trasversale (MEA)	Longitudinale (MAL)
Angolo solido per l'analisi in momento, $\Delta\Omega_c$	.43 x 4 π	.66 x 4 π
Angolo solido per rivelazio ne di fotoni $\Delta\Omega_N$	.27 x 4 π	.71 x 4 π
$\frac{\Delta p}{p}$ a 1 GeV/c per pioni	.020	.045
Taglio in energia per trigger (pioni)	110 MeV	65 MeV
Materiale davanti ai con- tatori di trigger g/cm ²	37	22
$\lambda_{\text{collisione}}$	.51	.14

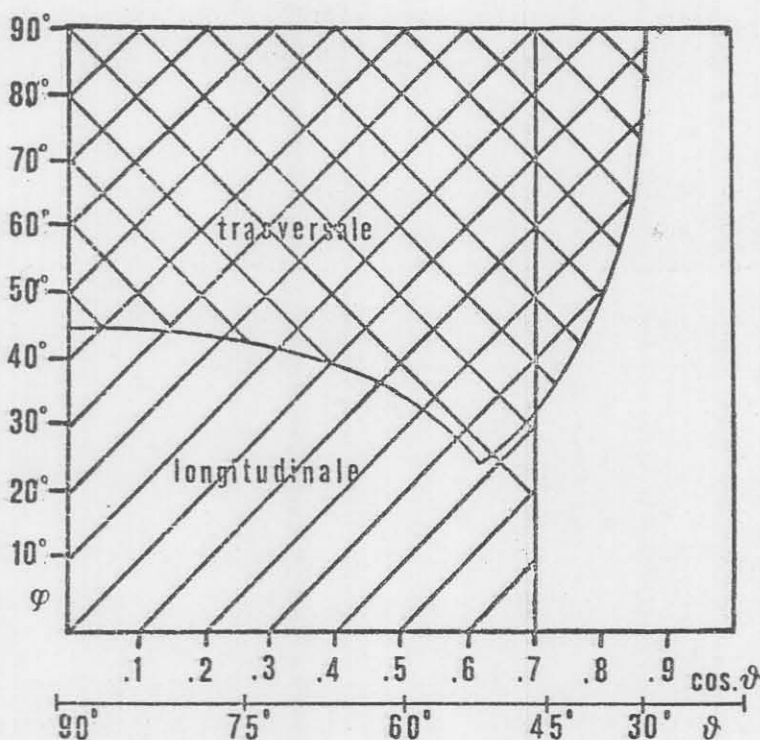


FIG. 9 - Zone d'angolo solido coperte dai due dispositivi MEA-MAL. E' mostrata solamente la regione $0 \leq \theta \leq \pi$, $0 \leq \varphi \leq \pi/2$.

TABELLA IV

EFFICIENZE DI TRIGGER PER VARIE REAZIONI DEL
DISPOSITIVO TRASVERSALE E LONGITUDINALE

Efficienze di trigger	Trasversale (MEA)	Longitudinale (MAL)
$\chi (2\pi^+ 2\pi^-)$	.28	.87
$\chi (3\pi^+ 3\pi^-)$	.40	.98
$\chi (4\pi^+ 4\pi^-)$	.45	.99
$\chi (5\pi^+ 5\pi^-)$	.34	.96

un γ . La scelta della precisione del MEA è stata dettata dalla opportunità di separare i processi $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$, $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ fino all'energia massima $2E = 3$ GeV. Come mostrato in fig. 10 tale precisione consente di distinguere in molti casi, con la sola analisi in momento, i diversi processi di produzione di una coppia di particelle cariche e una neutra ($e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$, $K^+K^-\pi^0$, etc...).

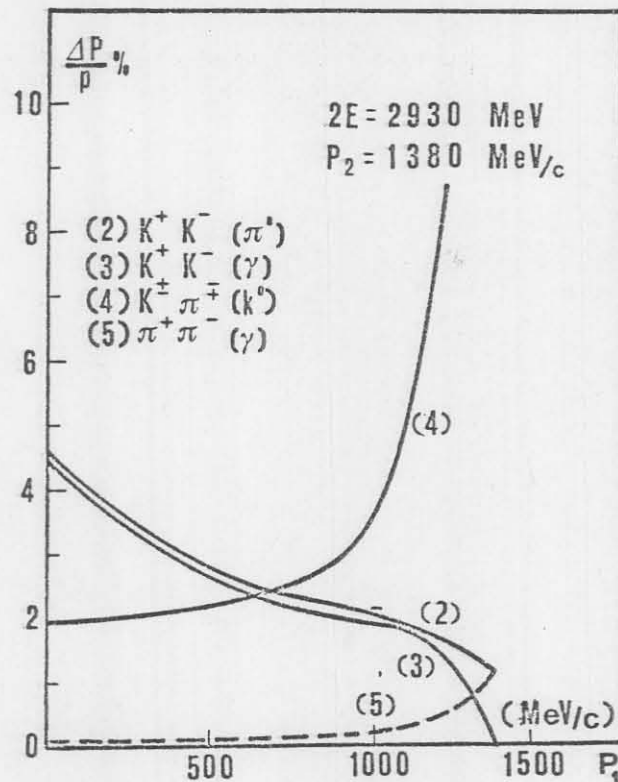


FIG. 10 - Risoluzione in momento necessaria a separare le reazioni indicate dal canale $\pi^+\pi^-\pi^0$. Fissato il momento di una particella p_2 al valore massimo si fa variare il momento dell'altra p_1 spostandosi nella regione più sfavorevole del Dalitz-plot della reazione.

All'aumentare della molteplicità dei carichi prodotti la sola analisi in momento fatto su due particelle cariche non è ovviamente sufficiente ad identificare i diversi canali, qualsiasi sia la precisione di tale misura. Diventa più importante rivelare, anche con una precisione minore, tutti i prodotti della reazione: dalla tabella 5 si vede chiaramente che il MEA ha una efficienza sufficiente per studiare processi con non più di 4 carichi.

Processi con molteplicità elevata sono evidentemente misurabili solamente con apparati con angolo solido più elevato: come si vede dalla tabella 5 il MAL mantiene efficienze ragionevoli anche per processi con 6, 8 o più prodotti. La minore precisione in momento del MAL non è importante nello studio di processi ad alta molteplicità purchè si riveli la configurazione completa dell'evento.

TABELLA V

EFFICIENZE DI RIVELAZIONE PER CONFIGURAZIONI COMPLETE DEL DISPOSITIVO TRASVERSALE E LONGITUDINALE

Efficienze di rivelazione per configurazioni complete	Trasversale (MEA)	Longitudinale (MAL)
$\eta (2\pi^+ 2\pi^-)$	3.4 %	17.5 %
$\eta (2\pi^+ 2\pi^- \pi^0)$	solo carichi	16.1
	carichi + 1γ	13.2
$\eta (3\pi^+ 3\pi^-)$	.5	5.7
$\eta (3\pi^+ 3\pi^- \pi^0)$	solo carichi	4.4
	carichi + 1γ	3.4
$\eta (4\pi^+ 4\pi^-)$	.05	1.0
$\eta (4\pi^+ 4\pi^- \pi^0)$	solo carichi	.5
	carichi + 1γ	.3
$\eta (2\pi^+ 2\pi^- 2\pi^0)$	solo carichi	14.8
	carichi + 1γ	14.2
$\eta (3\pi^+ 3\pi^- 3\pi^0)$	solo carichi	3.1
	carichi + 1γ	2.9

4. - RAGIONI PER LA COSTRUZIONE DI UN APPARATO DEL TIPO MAL

Le esperienze di prima generazione hanno mostrato la necessità di studiare anche i processi ad elevata molteplicità che possono essere studiati solo con apparati che ricoprono buona parte dell'angolo solido, come evidenziato dalle proposte di esperienza di seconda generazione. La necessità di fare anche l'analisi in momento delle particelle rivelate risulta chiara quando si pensi che anche nel caso favorevole di 4 particelle viste su 4 prodotte, la determinazione dei momenti dalle sole direzioni è un processo con "0 constraints".

Sembra quindi necessario che un dispositivo del tipo del MAL venga installato in Adone come complementare al MEA, per questo genere di misure.

Il MAL oltre ad avere un angolo solido maggiore del MEA, presenta dei tagli più regolari in angolo (vedi fig. 9) che, aggiunto ai tagli più bassi in energia, lo rendono adatto a indagare con maggiore completezza i Dalitz-plot di questi processi.

E' chiaro che la tecnica di acquisizione dei dati per mezzo di calcolatore on-line permette di elaborare i dati medesimi con buona rapidità, purchè i processi siano del tipo programmato: rimane invece al MEA, con il suo sistema di acquisizione a mezzo film, il riconoscimento di eventuali processi di tipo particolare e per ora non prevedibili.

5. - STIMA DEI COSTI. -

Riportiamo in tabella 6, una stima dei costi articolata in una parte relativa al magnete ed una relativa al dispositivo.

Come si vede dalla tabella 7 i costi sono per l'acquisto di elettronica standard; non si prevede la costruzione di circuiti importanti.

Non abbiamo riportato nello schema quella parte di elettronica che proviene da precedenti esperienze (Bosone).

6. - CONCLUSIONI. -

Il progetto MAL che abbiamo ora descritto presenta le caratteristiche di complementarità al MEA, in quanto l'aumento dell'angolo solido rende accessibili all'esperienza reazioni non ben visibili con il MEA.

La spesa di 48.4 Milioni per il magnete è modesta in quanto si usano le attrezzature generali del MEA. Tenendo conto del costo che ha comportato l'istallazione di tali servizi, una maggiore utilizzazione dei medesimi appare oltretutto economicamente conveniente.

Il costo previsto per l'apparato sperimentale di circa 100 milioni non supera quello di analoghe esperienze di seconda generazione propo-

TABELLA VI

STIMA DEI COSTI DEL PROGETTO

MAGNETE	
Al bobine, 3 ton	2.4
Lavorazione bobine	4.0
Ferro, 33 ton	33.0
Supporti e allacci	9.0
	<hr/>
Totale magnete	48.4 MLire
APPARATO SPERIMENTALE	
72 fotomoltiplicatori con alimentazione	18.0
Scintillatore plastico 30 m ² , spessore 1.5 cm	12.0
Camere a scintilla (costruzione)	8.0
	<hr/>
Totale apparato sperimentale	38.0 MLire
ELETTRONICA	58.0 MLire
	<hr/>
TOTALE	144.4 MLire

TABELLA VII

STIMA DEI COSTI PER ELETTRONICA

9 discriminatori ottupli EG/G	7.2
24 mixer lineari EG/G	9.6
Altra elettronica EG/G	3.0
4 crates nim EG/G alimentati	4.0
16 gate lineari rapidi e ADC CAMAC compatibili LeGroy	13.4
Elettronica lettura camere magnetostrittive, CAMAC compatibile	15.8
Cavi e materiale di consumo	5.0
	<hr/>
TOTALE	58.0 MLire