

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-71/105
Dicembre 1971

ATTIVITA' DEI LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI
dal 1 Luglio 1969 al 31 Dicembre 1970

LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI DEL CNEN

INTRODUZIONE. -

Le attività di ricerca dei Laboratori Nazionali di Frascati (LNF), nel periodo in esame, si possono brevemente così riassumere :

Attività nel campo delle macchine acceleratrici :

- Funzionamento dell'elettrosincrotrone ;
- Funzionamento, miglioramento e modifiche degli impianti dell'anello di accumulazione, Adone ;
- Funzionamento e modifiche degli impianti dell'acceleratore lineare ;
- Realizzazione del magnete per esperienze con l'anello di accumulazione.

Attività nel campo della ricerca di fisica della alte energie e di fisica nucleare :

- Esperienze presso l'elettrosincrotrone ;
- Esperienze presso l'anello di accumulazione ;
- Esperienze presso l'acceleratore lineare (progetto Leale), Laboratorio pioni, Laboratorio gamma monocromatici ;
- Esperienze di fisica di alte energie con raggi cosmici (in collaborazione con il Laboratorio di Cosmogeofisica del CNR, Torino).

Hanno collaborato alle esperienze fisici dei Laboratori Nazionali di Frascati, fisici appartenenti alle varie sezioni dell'INFN ed ospiti provenienti da laboratori esteri.

Attività di ricerca tecnologica :

- del gruppo criogenico ;
- del gruppo magneti esperienze ;
- del gruppo elettronico ;
- del gruppo tecnologie.

Attività di ricerca del gruppo teorico.

Attività di ricerca del gruppo calcoli numerici.

1. - ELETTRONOSINCROTRONE. -

Dall'1 Luglio 1969 al 31 Dicembre 1970 la macchina è stata utilizzata dagli sperimentatori per un totale di 5.579 ore (dall'1/7/1969 al 9/10/1969 è stata ferma per vertenze sindacali).

L'indice di gradimento medio indicato dagli sperimentatori, in base all'intensità, stabilità, durata dell'impulso, ecc. del fascio, è stato dell'88%.

Il grafico di Fig. 1 schematizza, per il periodo in oggetto, il funzionamento settimanale della macchina.

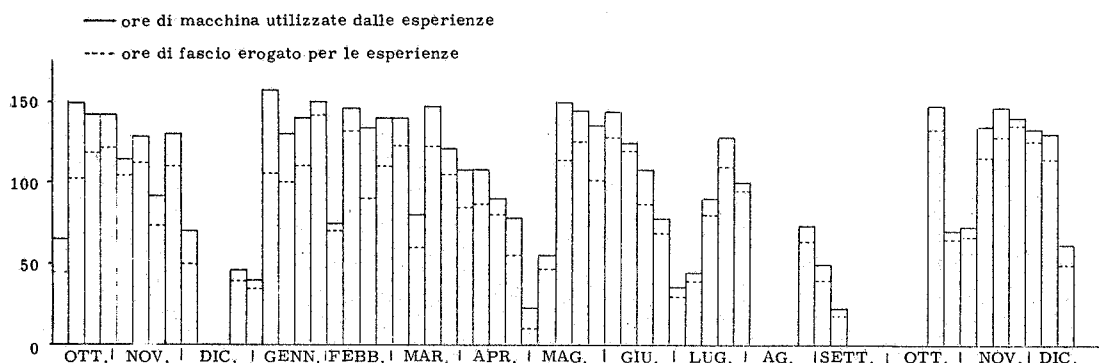


FIG. 1 - Diagramma delle ore settimanali di funzionamento dell'elettronosincrotrone dal 10 Ottobre 1969 al 31 Dicembre 1970.

Dal mese di Maggio 1970 si sono verificati frequenti guasti sugli impianti da vuoto. Con l'aumento della intensità del fascio ottenuto iniettando a 12 MeV con il microtrone, la vita media della camera da vuoto si è notevolmente accorciata a causa del danneggiamento da radiazione. Tale danneggiamento consiste essenzialmente nel distacco dei lamierini di metallizzazione dalla parete interna della ciambella. L'8 Settembre 1970 si è deciso di fermare la macchina per togliere tutti i lamierini e metallizzare l'interno della ciambella con vernice a base di argento, si è ripartiti il 18 Ottobre 1970 per le esperienze. Nel frattempo si appronterà una nuova ciambella che si dovrebbe installare entro il mese di Febbraio 1971. La vecchia ciambella, senza lamierini, ha permesso di lavorare fino al 17 Dicembre 1970, dopo si è fermata di nuovo la macchina per instabilità del fascio attribuita al deterioramento della metallizzazione interna. Si prevede di ripartire in Febbraio 1971 con tutta o parte della ciambella nuova.

Nella Tabella I è riportata la utilizzazione del tempo macchina, mentre nella Tabella II sono riportate le ore perse per guasti suddivise secondo i principali impianti.

TABELLA I

	ore	%
Esperienze	5.579	52
Preparazione esperienze	800	7,5
Prove macchina e manutenzione	1.544	14
Avviamento	400	3,5
Guasti	1.377	13
Soste per ferie, feste	1.000	10
Totale :	10.700	100

TABELLA II

Tipo di guasti	ore	%
Rete	49	3,5
Magnete	56	4
Vuoto	893	65
Iniettore	106	7,5
Radiofrequenza	48	3,5
Controlli, ric. fascio, varie	225	16,5
Totale :	1.377	100

2. - ADONE. -

2.1. - Esercizio.-

Adone ha iniziato il funzionamento per gli esperimenti nella seconda metà del Novembre 1969, dopo alcune operazioni di controllo e di messa a punto della macchina per questa specifica attività protrattesi nei precedenti mesi di Settembre ed Ottobre.

Il funzionamento è stato sin dall'inizio con incrocio dei fasci ad angolo zero: lo svantaggio dovuto alle maggiori dimensioni della sorgente è parzialmente compensato dal fatto che in tal modo è possibile la sperimentazione con quattro gruppi sperimentali contemporaneamente.

Il tempo macchina assegnato è andato via via aumentando fino a raggiungere sin dai primi mesi del 1970 il regime attuale, secondo il quale ogni due settimane su tre vengono assegnati 13 turni di 11 ore per settimana alla sperimentazione di Alta Energia; la terza settimana è dedicata ad esperimenti di fisica nucleare con il fascio di e^- del Linac ed a misure ed esperimenti sulla macchina, mentre un turno settimanale di 12 ore è riservato alla manutenzione.

La distribuzione del tempo macchina per il 1970 è la seguente:

Esperienze Alta Energia	turni assegnati	480
Esperienze Fisica Nucleare	turni assegnati	58
Esperienze Macchina	turni assegnati	46
Fermate per modifiche macch.	turni equivalenti	56
Manutenzione periodica	turni equivalenti	44.

I gruppi sperimentali impegnati sulla macchina sono i seguenti:

1) $\gamma\gamma$ (collaborazione Roma-Frascati)	sezione n.	3
2) Bologna-CERN-Frascati	sezione n.	5
3) Bosone (coll. Napoli-Pavia-Frascati)	sezione n.	9
4) $p\bar{p}$ (coll. Napoli-Frascati)	sezione n.	9
5) $\mu\pi$ (coll. Roma-Padova-Genova-Frascati)	sezione n.	11

I gruppi 3, 4 si sono alternati sulla macchina dopo aver adottato una sezione diritta atta a ridurre il fondo e compatibile con i due apparati sperimentali.

La utilizzazione del tempo macchina per gli altri esperimenti di Alta Energia, valutata dal tempo effettivo di fascio durante il quale gli apparati possono prendere dati, sia con due fasci collidenti, sia con un fascio solo (o due separati) per le misure di controllo dei fondi, è indicata di seguito.

Il tempo macchina disponibile è stato ottenuto dal totale dei turni assegnati, detraendo il tempo perduto per guasti (~ 25 turni equivalenti).

Tempo effettivo (2 fasci collidenti)	$T_2 = 2360$ ore
Tempo effettivo (1 fascio o 2 sep.)	$T_1 = 240$ ore
Totale tempo fascio utilizzato	2600 ore
Tempo macchina disponibile	455 turni \rightarrow 5000 ore

segue una utilizzazione pari a $\eta_{\text{esp}} = 52\%$.

Il tempo medio effettivo per turno, ~ 5.7 ore/turno, tiene conto di alcuni problemi connessi con l'avvio degli esperimenti, provenienti anche dal fatto che quattro apparati sperimentali differenti hanno cominciato a lavorare contemporaneamente; negli ultimi mesi del 1970, il valore è salito a ~ 7 ore/turno che equivalgono a 90 ore/settimana (la macchina è disponibile per esperimenti di Alta Energia 2 settimane su 3).

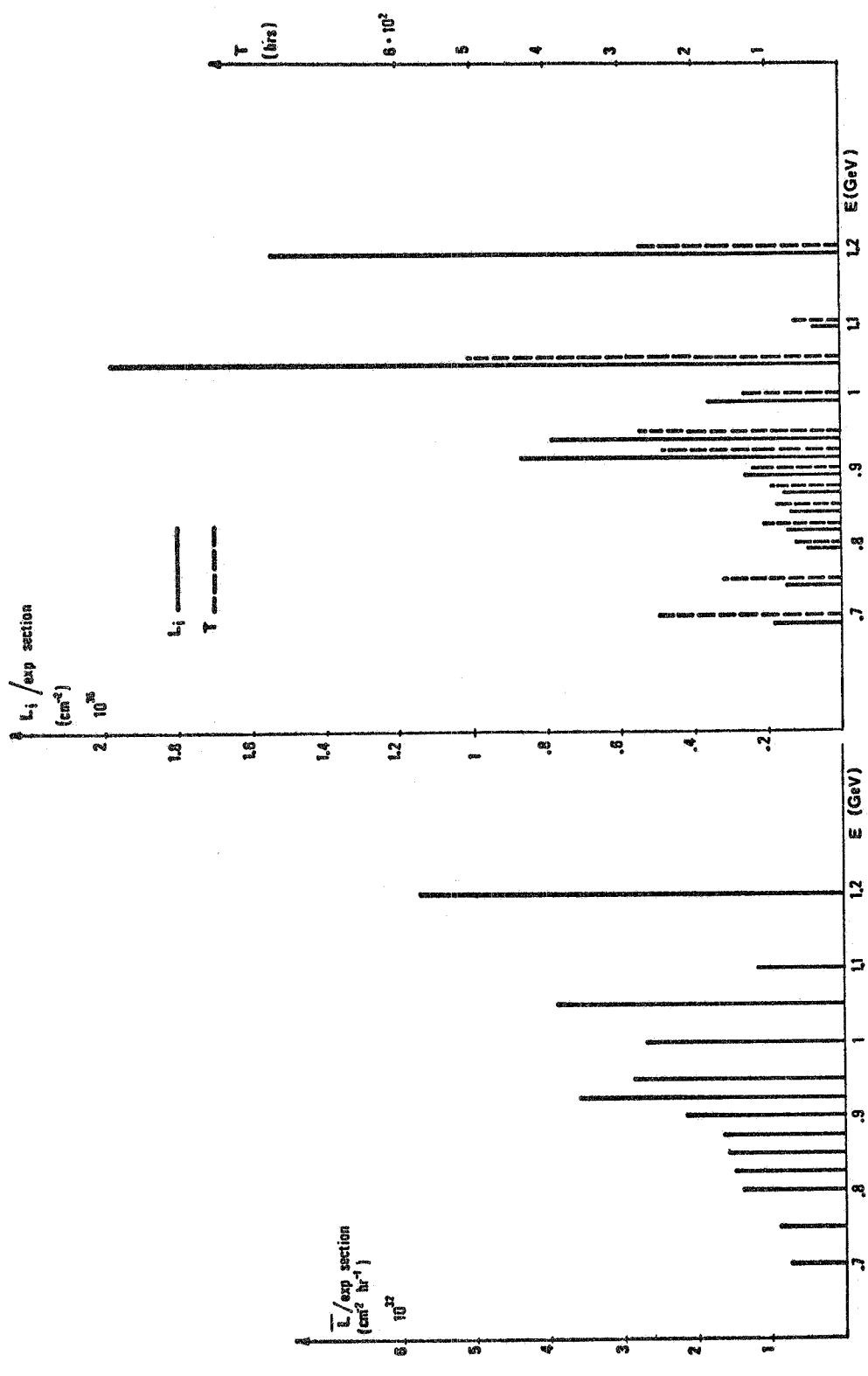


FIG. 3

6.

2.2. - Fermate macchina.

Durante l'anno 1970 la macchina è stata fermata per modifiche due volte. Nella prima fermata (fine Marzo - 9 Aprile) sono stati eseguiti i lavori seguenti :

- a) Anello : sostituzione della sezione diritta sperimentale n. 9 con una nuova, usata nel seguito sia dal gruppo "Bosone" che dal gruppo "p \bar{p} ".
- b) Sistema di iniezione : installazione del magnete pulsato mediante il quale è possibile inviare alcuni impulsi di fascio allo spettrometro per l'analisi in energia, sia durante l'iniezione in Adone, che durante la sperimentazione di Fisica Nucleare.
- c) Linac : sostituzione dell'esistente sistema di foccheggiamento degli e $^-$ sul convertitore, con un tripletto di quadrupoli, mediante il quale è possibile controllare le dimensioni del fascio e $^-$ in maniera semplice.

Durante la seconda fermata (22 Giugno - 4 Luglio) sono state eseguite le seguenti operazioni :

- a) Anello : sostituzione della sezione n. 4 con una nuova in cui sono alloggiati due monitor di intensità, quattro di posizione, due dei quali usati come pick-up per il sistema di feedback trasverso, e due piastre usate come elettrodi finali per il feedback trasverso radiale. La sezione n. 8 è stata sostituita con una nuova sulla quale è inserito un anello di ceramica per la cavità ad 88 MHz, e contenente due piastre da usare per l'incrocio ad angolo dei fasci. Una nuova sezione n. 10 contiene le piastre del quadrupolo elettrico è stata montata al posto della precedente. Due nuove sezioni curve sono state montate nei magneti a lato della sezione diritta n. 7, con due finestre di quarzo per l'uscita della luce di irraggiamento. I due monitor di dimensione che erano ai lati della sezione n. 1 sono stati spostati ai lati della sezione n. 7. E' stato infine montato un nuovo tipo di bandierina per la determinazione della posizione del fascio nella camera da vuoto, avente movimenti meccanici o collegamento al vuoto mediante soffiato metallico.

2.3. - Funzionamento del Linac.-

Il funzionamento dell'Acceleratore Lineare nel 1970 può essere riassunto nei seguenti dati :

"Gun Filament ON" per complessive	6060 ore
"High Voltage ON" (ore fascio)	3900 ore.

La distribuzione del tempo Linac è stata la seguente :

Esperienze Adone + ricerche di macchina	80 %
Fisica Nucleare	10 %
Manutenzione	10 %.

Dal periodo del primo funzionamento del Linac (inizio del 1967) si sono avute complessivamente \sim 12.000 ore di "Gun Filament ON".

Tra le varie operazioni di manutenzione, sono stati sostituiti quattro amplificatori a klystron e quattro thyratrons.

Negli ultimi mesi il fascio e $^-$ del Linac è stato usato per esperimenti di Fisica Nucleare negli intervalli di tempo tra le iniezioni in Adone.

2.4. - Miglioramenti e modifiche impianti. -

2.4.1. - Linac;

E' stato realizzato un modulatore di riserva per permettere il condizionamento dei grossi tubi elettronici ed a microonde, thyratrons e klystrons, di uso corrente sui sei modulatori dell'acceleratore lineare. Esso permetterà anche la prova di componenti nuovi per l'eventuale miglioramento delle condizioni di funzionamento della macchina.

E' stato preparato il sistema di termostatazione dei cavi Prodelin formanti il complesso di distribuzione del pilotaggio a radiofrequenza dei klystrons. Con esso dovrebbe ottenersi una stabilità in temperatura dei cavi dell'ordine di $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ cui corrisponde una variazione di fase massima di $\pm 0,8$ gradi elettrici, del tutto tollerabile ai fini di una stabilità in energia dell'ordine dello 0,1%. Questo sistema sarà installato in futuro, in occasione di una fermata per la revisione degli impianti convenzionali.

Sono stati realizzati e installati dei rivelatori di radiazione lungo il Linac e il tratto di ottica tra la fine del Linac e la targhetta Leale. Essi costituiscono un sistema di protezione contro perdite eccessive di fascio, che potrebbero essere assai pericolose per le cose nel funzionamento ad alta corrente media. La protezione interviene solo per frequenze di ripetizione del fascio superiori a 15 imp/sec.

Per rispondere alle esigenze di un gruppo sperimentale Leale, è stato realizzato un sistema di temporizzazione del modulatore del cannone in grado di fornire treni di impulsi di fascio di durata e frequenza di ripetizione variabili, su intervalli di tempo tra 30 e 600 m/sec e distanza in tempo tra treno e treno aggiustabile a scatti tra 0,5 e 16 sec.

E' stato sostituito l'impulsatore di griglia del tubo a onda progressiva dello stadio finale del pilota a RF del Linac con un impulsatore a transistor, che ha permesso di ridurre notevolmente la necessità di manutenzione e di migliorare le caratteristiche dell'impulso di RF ottenibile.

E' stato cambiato il sistema di focalizzazione degli elettroni sul convertitore: è stato installato un tripletto di quadrupoli con caratteristiche ottiche migliori del sistema precedente e di più facile uso.

E' stato realizzato un sistema di protezione contro la mancanza di pilotaggio dei klystrons che blocca il segnale di sincronizzazione al singolo modulatore quando la potenza media a RF in uscita dal klystron scende al di sotto di una quantità limite, nel funzionamento a frequenza di ripetizione superiore a 50 Hz.

E' stato realizzato, e verrà installato nei primi mesi del 1971, un nuovo generatore di sincronismo per l'intera macchina. Il concetto informatore è quello di ottenere, nel campo da 0 a 250 Hz, un numero discreto di frequenze di ripetizione sincronizzate con la rete trifase che alimenta l'acceleratore lineare, pur lasciando la possibilità di funzionare anche a frequenze intermedie. Da un oscillatore pilota a 50, 100, 150, 200, 250 Hz vengono derivate in parallelo le catene di amplificazione e di ritardo per il pilotaggio dei modulatori, del cannone, del pilota a RF e dell'inflexor. Nel generatore di sincronismo vengono anche svolte le funzioni di blocco dei vari componenti dell'acceleratore per ragioni di protezione.

E' stato studiato un nuovo convertitore elettroni-positroni, che è attualmente in fase di avanzata costruzione; esso consta di due targhette stazionarie, po

ste una sopra l'altra, una di rame per alta potenza media e l'altra di tungsteno per potenza media ridotta e alto rendimento di conversione. Questo convertitore è smontabile, dal suo alloggiamento nella lente positroni, completamente a distanza con un sistema a telecomando.

2.4.2. - Radiofrequenza e deflettori.

Sono stati realizzati e completamente installati i nuovi impianti di alimentazione dei deflettori a setto e del bumper; essi sostituiranno gli impianti montati in versione provvisoria nel 1968, permettendo di iniettare ad energie superiori a quella attuale (e ciò è importante soprattutto per gli elettroni) e di disporre di una alimentazione stabilizzata al deflettore. Il collegamento avverrà nel corso della fermata dell'anello che avrà luogo nella primavera del 1971.

E' stata realizzata una catena di amplificazione a RF in 31^a armonica per la piccola cavità stabilizzatrice dei fasci. La catena consente di fornire 200 W alla frequenza di 88,4 MHz alla piccola cavità.

Sono state realizzate varie parti di ricambio degli impianti principali a RF per assicurare il regolare funzionamento di tutte e 4 le catene principali, ciò che avverrà dopo l'installazione della seconda coppia di cavità in programma durante la fermata della primavera 1971.

E' stato provato un sistema di controreazione sulle oscillazioni di baricentro del fascio. Si è osservato un notevole miglioramento nel funzionamento dell'anello ed è ora allo studio il sistema definitivo. Sono inoltre allo studio i sistemi di controreazione sulle oscillazioni relative dei pacchetti.

2.4.3. - Impianto da vuoto.

Nella seconda metà del 1969 è stata fatta rientrare aria in ciambella per tre volte: una per modifiche alla strumentazione di controllo, le altre due per la rotura delle finestre di uscita luce dovuta al riscaldamento prodotto dalla radiazione di sincrotrone.

Le finestre attuali sono di quarzo e la tenuta è fatta con guarnizioni di indio. Nel corso del 1970 è stata fatta rientrare aria in ciambella per due volte: nel corso delle due fermate sono state apportate all'anello le modifiche più sopra elencate.

Dopo l'apertura della ciambella è stato fatto un degassamento a 250°C per 24 ore, ad esclusione delle sezioni sperimentali, del tubo della cavità e dei deflettori; dopo il degassamento la pressione residua senza fascio è di $1-3 \times 10^{-10}$ tor, esclusa la zona dei deflettori dove è più elevata. Durante il degassamento si è provato ad eseguire il pompaggio con sole pompe al titanio oppure con sole pompe a turbina: non sono state rilevate grosse differenze nella pressione limite (le piccole differenze sono a favore dell'uso delle pompe a turbina). Si trovano invece grosse differenze sulla pressione parziale di H₂ più elevata durante e dopo il riscaldamento nel caso di impiego delle sole pompe al titanio.

Il degassamento specifico della ciambella dopo il riscaldamento, risulta $\sim 0,8 \times 10^{-12}$ tor l/s cm². La risalita di pressione con fascio a 1 GeV, con ciambella non degassata, è di $20-30 \times 10^{-10}$ tor/mA; il valore iniziale con ciambella degassata, sempre a 1 GeV, risulta di $5-7 \times 10^{-10}$ tor/mA; dopo qualche KCoulomb (da 10 a 40) si raggiunge il valore di regime di $\sim 10^{-11}$ tor/mA.

Sono state fatte numerose misure di composizione del gas residuo: i gas emessi in presenza di fascio sono essenzialmente H_2 e CO; un'analisi di massa sotto fascio dà attualmente $\sim 50\% H_2$, $15\% H_2O$, $15\% (CO + N_2)$ e il resto altri gas.

E' stato installato in una sezione curva un pettine per ottenere incidenza normale della luce di sincrotrone: i risultati non hanno permesso una valutazione quantitativa dell'effetto, pur essendosi notato un miglioramento della risalita di pressione.

Sono state montate sull'anello 28 pompe a sublimazione di titanio, che si sono mostrate utili per raggiungere più rapidamente la pressione limite senza fascio.

E' stato montato alla fine del Linac un magnete pulsato con i lamierini isolati con una speciale vernice al silicone e le bobine isolate in PVC. Questi materiali organici si sono dimostrati compatibili con le pompe al titanio; da notare i buoni risultati forniti dal PVC (tipo non caricato) se si ha cura di eliminare l'acqua che esso assorbe in quantità. Il PVC ha anche una buona resistenza alla radiazione. Attualmente è allo studio per impieghi del genere il Polyimide che ha l'ulteriore pregio di un'elevata resistenza ad alta temperatura.

E' in corso di approntamento un dispositivo che permetterà la misura diretta dell'efficienza di desorbimento usando la luce di sincrotrone dell'anello. Saranno studiati diversi materiali e trattamenti superficiali, e la dipendenza del desorbimento dall'angolo di incidenza della luce.

Nel laboratorio è stato approntato un sistema per la misura delle velocità di aspirazione secondo le norme della Commissione Europea per il vuoto.

E' in corso di costruzione un banco per vuoto pulito, completamente automatico, che dovrebbe permettere di realizzare un vuoto limite dell'ordine di 10^{-6} tor usando pompe ad adsorbimento ed una pompa rotativa di nuovo tipo che funziona completamente a secco, escludendo così assolutamente ogni possibilità di contaminazioni organiche del sistema da vuoto. Si studierà la possibilità d'impiego di tale sistema sull'acceleratore lineare.

2.4.4. - Impianti di raffreddamento.

La prima fase di esercizio dell'anello ha mostrato la necessità di modificare l'impianto di raffreddamento del magnete e delle cavità a RF, aggiungendovi opportuni organi di regolazione e protezione nonché sistemi di facile spurgo dell'aria. A ciò si è aggiunta la necessità di progettare l'impianto di raffreddamento del magnete esperienze (MEA) e di sistemare il sistema di raffreddamento delle parti attivate del Linac. E' stato quindi progettato un sistema completo di raffreddamento e si è proceduto all'approvvigionamento di tutti i componenti necessari.

L'impianto comprende ~ 20 pompe, incluse quelle di riserva: ognuna è dotata di pressostato all'aspirazione e di pressostato differenziale in grado di comandare l'esclusione della pompa in caso di portata insufficiente.

Tutte le informazioni relative a portate, pressioni, livelli minimi di serbatoi e torri di raffreddamento, sono portate su un quadro sinottico, posto in sala controllo, il quale fornisce all'operatore la situazione delle diverse utenze; in tale quadro appariranno chiaramente individuati gli eventuali guasti. L'installazione degli impianti idraulici avverrà in parte (impianti Linac) durante la fermata della primavera 1971; il lavoro proseguirà all'esterno di Adone anche dopo la ripresa del funzionamento dell'anello per le parti che non interferiscono e sarà completato, per quanto riguarda le parti all'interno dell'anello, in concomitanza con l'installazione del magnete esperienze.

2.4.5. - Controlli.

Molte modifiche minori sono state apportate al sistema di controllo per rendere più agevole il funzionamento dell'anello e per fornire ai gruppi sperimentali le grandezze di maggior interesse (correnti circolanti, pressioni, timing di RF, campo magnetico).

E' proseguito il lavoro di preparazione per l'installazione del calcolatore HP 2116-B per controllo e data logger della macchina; durante la fermata nella primavera 1971 sarà installato in sala controllo il sistema di collegamenti tra i vari racks e il calcolatore.

2.5. - Fisica della macchina.

Una descrizione abbastanza dettagliata delle varie misure eseguite su Adone e dell'interpretazione dei fenomeni connessi è contenuta nella nota LNF-70/48 del 22 Ottobre 1970.

In sintesi si può ricordare :

- a) La luminosità massima in accoppiamento presenta una dipendenza assai violenta dall'energia (γ^7), cui corrisponde uno spostamento di frequenza di betatrone per incrocio che varia linearmente con γ (a 1 GeV e sei incroci risulta circa 0,003 per incrocio) (vedi Figg. 4 e 5);
- b) La densità dei fasci all'incrocio (e quindi la luminosità massima) aumenta portando il punto di lavoro assai vicino all'intero, e mantenendo lo stesso spostamento di frequenza di betatrone (attualmente si lavora con $Q \approx 3.05$);
- c) L'incrocio ad angolo è stato realizzato solo con luminosità assai minori di quelle ad angolo zero;
- d) Le instabilità trasverse di un fascio solo sono compatibili con l'interpretazione "testa-coda" (vedi C. Pellegrini, Nuovo Cimento 64A, 447, 1969): l'instabilità è essenzialmente del baricentro ed è quindi stabilizzata da un feedback rapido che agisce singolarmente sui sei bunches;
- e) Sono state eseguite misure più accurate sull'allungamento anomalo e della dipendenza delle dimensioni radiali dall'allungamento anomalo: nessuna delle varie interpretazioni proposte (Lebedev, Pellegrini e Sessler, Robinson) dà risultati consistenti con tutte le osservazioni sperimentali;
- f) Le misure effettuate con un quadrupolo elettrico, che separa le frequenze di betatrone dei due fasci, non hanno dato risultati conclusivi per quanto riguarda la limitazione della densità all'incrocio: la separazione di frequenza deve essere grande (maggiore dello spostamento di frequenza dovuto allo incrocio) e ciò porta, come conseguenza, ad una notevole modificazione dei parametri caratteristici di macchina, rendendo assai difficile l'interpretazione dei risultati; qualitativamente si può osservare che la separazione delle frequenze permette l'allargamento artificiale dei fasci, senza indurre catastrofiche oscillazioni coerenti;
- g) Come monitor continuo della luminosità viene usato lo scattering a piccolo angolo misurato con l'apparato del gruppo $\mu\pi$: in varie occasioni sono stati eseguiti controlli misurando gli eventi di bremsstrahlung singola e doppia fascio-fascio con l'apparato approntato dal gruppo Adone; le misure con i due apparati sono in accordo entro $\pm 7\%$, e attualmente si sta lavorando per migliorare la facilità di operazione e, possibilmente, la precisione dell'apparato della bremsstrahlung.

2.6. - Programmi di sviluppo.

Si sta studiando un metodo che dovrebbe permettere di aumentare la lumi

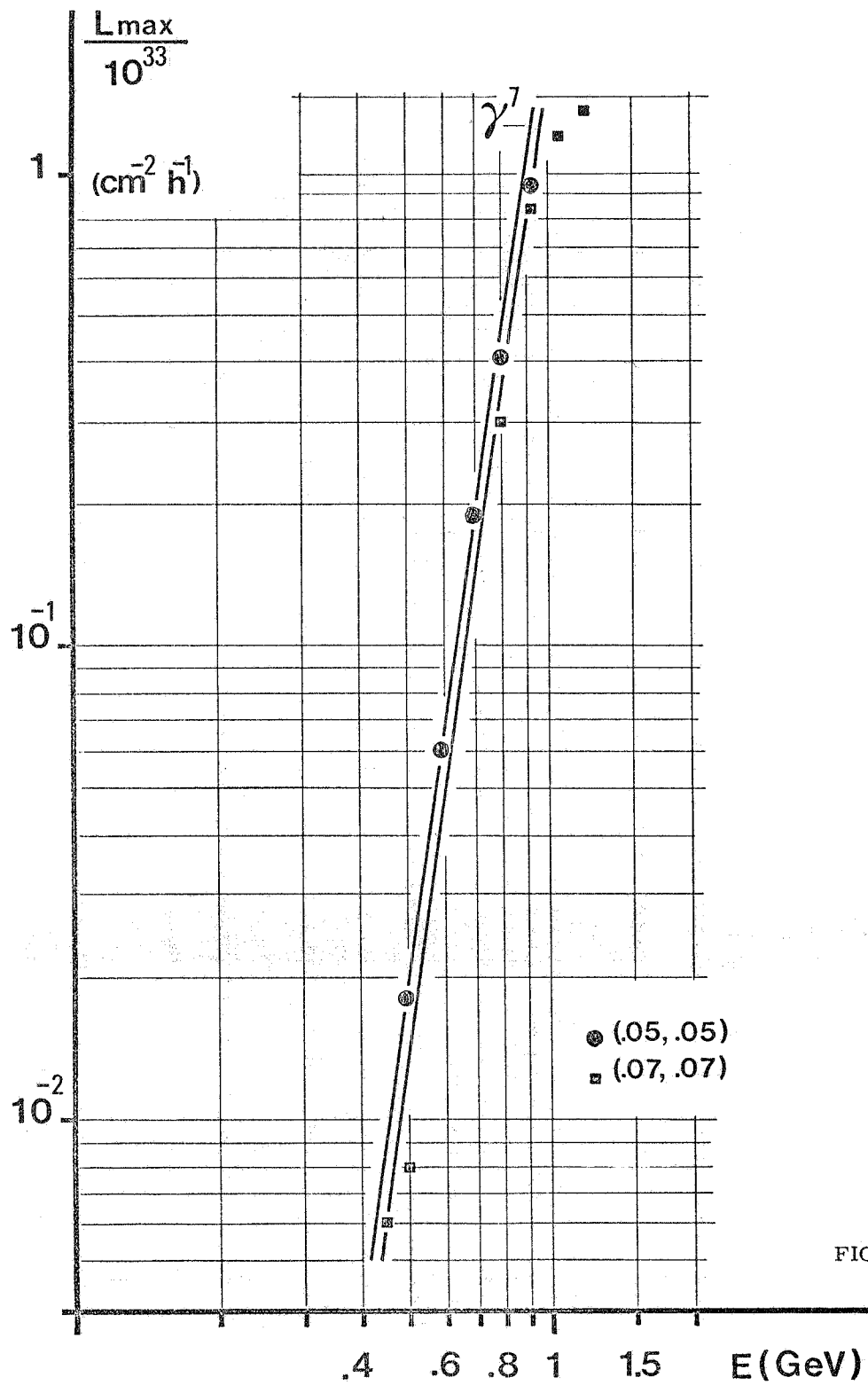


FIG. 4

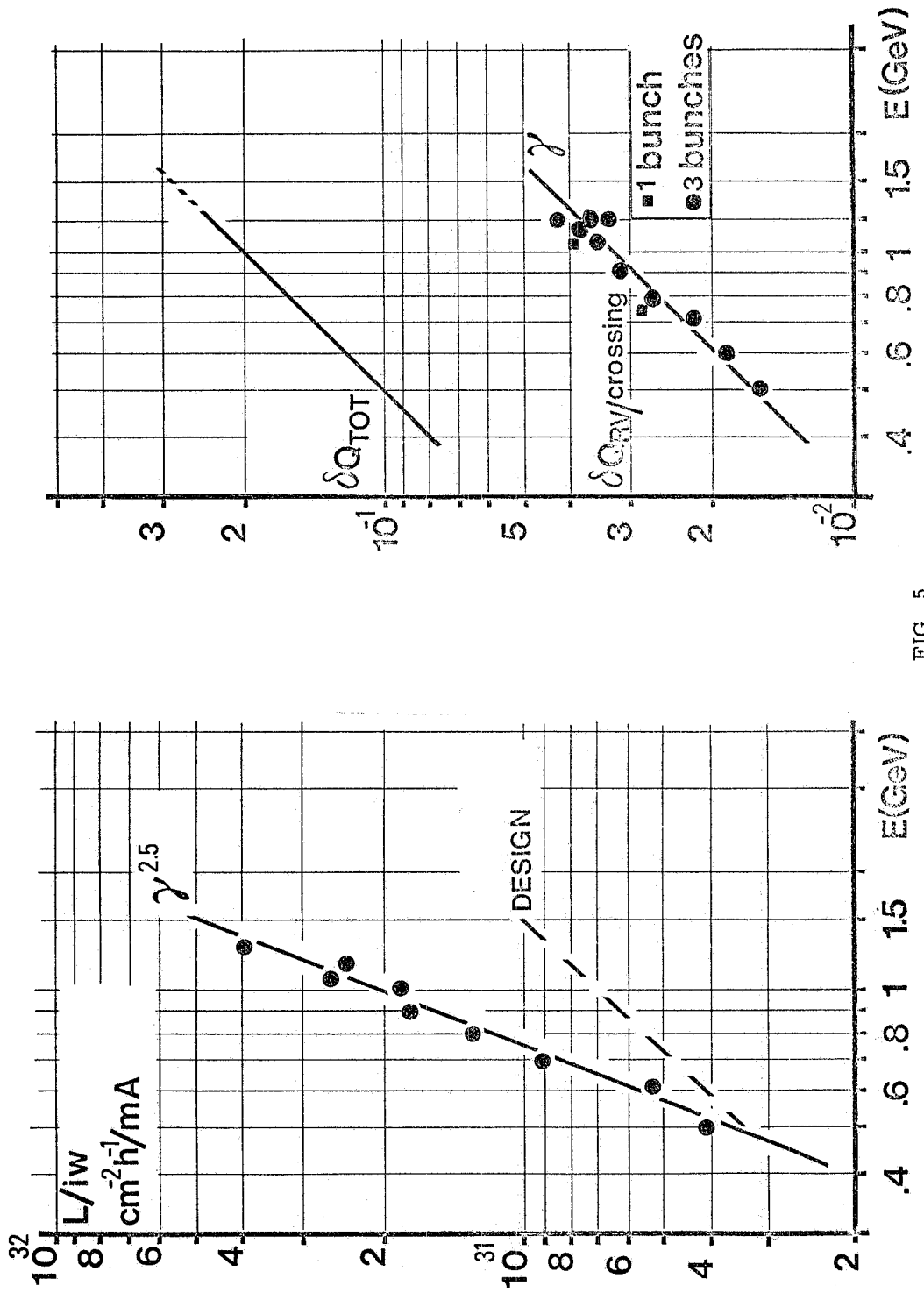


FIG. 5

nosità di Adone diminuendo i valori di β nelle zone di interazione: ciò è ottenuto introducendo una superperiodicità 6 nella macchina, suddividendo i quadrupoli focheggianti e defocheggianti in due coppie di sottogruppi alimentati con correnti diverse. Gli effetti di tale modifica sono stati analizzati in dettaglio con programmi al calcolatore che tengono conto (in modo approssimato) delle variazioni nelle dimensioni dei fasci dovute all'incrocio. Questo stesso programma ha permesso, tra l'altro, di spiegare la discrepanza osservata in Adone tra luminosità misurata direttamente e luminosità calcolata dalle correnti e dimensioni dei fasci rivelate nei magneti curvanti: l'incrocio infatti perturba notevolmente l'andamento delle dimensioni dei fasci lungo la macchina, e di ciò bisogna tener conto nel dedurre le dimensioni all'incrocio da quelle misurate nei magneti curvanti.

E' iniziato lo studio dei parametri di un anello di accumulazione per elettroni e positroni ad elevate energie e luminosità specifica (Adone II).

2.7. - Magnetite esperienze Adone.

Componenti del gruppo: B. Bartoli, F. Felicetti, M. Piccolo, F. Ronga, V. Silvestrini (LNF); D. Scannicchio (Pavia); F. Vanoli (Napoli); D. Bisello, G. Mulachì, M. Nigro, L. Pescara, R. Santangelo, E. Schiavuta (Padova); P. Monacelli, F. Sebastiani (Roma) in collaborazione con Princeton University e Maryland University.

L'apparato che sarà utilizzato per esperienze con i fasci incrociati di Adone consta di un solenoide disposto trasversalmente alla sezione diritta ($\phi = 2$ m, $l = 2$ m) che fornisce un campo magnetico di 4,5 kG e di camere a scintilla a gap larga e stretta, a fili per la visualizzazione della traccia, interne al campo magnetico; 12 camere bigap alternate a strati di Pb e Fe consentiranno di rivelare gli sciame all'esterno del campo magnetico. Il dispositivo completato da un totale di 32 contatori a scintillazione, in parte interni e in parte all'esterno del solenoide, e da camere a fili proporzionali vicino alla ciambella che consentono (insieme al metodo del tempo di volo effettuato fra contatori esterni opposti) soprattutto una maggiore reiezione sul trigger, del fondo di raggi cosmici.

Nel corso del 1970 sono iniziate la costruzione e le prove delle varie parti del dispositivo: sono stati collaudati prototipi di camere a fili a gap larga, raggiungendo una precisione di 80-90 μ nella localizzazione della scintilla; sono stati collaudati il sistema di reiezione dei raggi cosmici attraverso misure di tempo di volo; sono stati collaudati i prototipi delle camere ottiche a gap stretta interne e delle camere ottiche cilindriche esterne. Infine sono stati progettati in dettaglio il sistema ottico e le camere proporzionali.

3. - ATTIVITA' DEI GRUPPI SPERIMENTALI. -

L'attività dei Laboratori Nazionali di Frascati nel campo della fisica delle alte energie e della fisica nucleare è stata svolta, come negli anni precedenti, da gruppi interni, misti ed esterni.

Riferiamoci sull'attività dei gruppi interni e misti, mentre le relazioni delle rispettive sezioni dell'INFN forniranno informazioni sulle ricerche dei gruppi esterni.

3.1. - Esperienze con l'elettrosincrotrone.

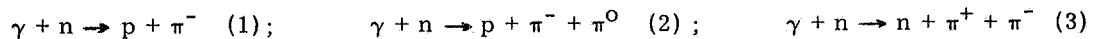
A) ESPERIENZE CON FASCIO γ AMORFO.

3.1.1. - Ricerche con camera a bolle.

Componenti del gruppo: A. Piazza, G. Susinno (LNF); V. Rossi, L. Votano (Roma); F. Carbonara, L. Fiore, G. Gialanella, M. Napolitano, R. Rinzivillo (Napoli); E. Lodi-Rizzini, G. Mantovani, A. Piazzoli (Pavia); F. Grianti (Genova).

a) Fotoproduzione singola e doppia di pioni su neutrone in camera a bolle a deuterio. -

Le reazioni che vengono studiate in questo esperimento sono:



Sono stati pubblicati i risultati dell'analisi di 250.000 fotogrammi di 700.000 riprese. La sezione d'urto totale della reazione (1) mostra nella regione della seconda risonanza un diverso andamento rispetto all'analoga misura di fotoproduzione di π^+ su protone. Il picco della seconda risonanza è spostato indietro sulla reazione γn rispetto alla reazione γp . Questo spostamento, non spiegabile con un diverso comportamento dei termini di interferenza tra le ampiezze risonanti ed i termini di Born per le due reazioni, potrebbe essere indicativo della formazione della risonanza $P_{11}(1480)$ su neutrone.

Questo fatto sembra essere confermato dalla minore percentuale di produzione dell'isobaro $\Delta(1236)$ nella reazione (3) rispetto all'analoga reazione di fotoproduzione doppia su protone.

Entrambi questi risultati sono indicativi per una assegnazione della P_{11} in un antidecupletto di SU3 classificando in questo modo la P_{11} tra le risonanze esotiche.

Sono in corso di pubblicazione i risultati dell'analisi di 500.000 fotogrammi.

b) Fotoproduzione di pioni su idrogeno in camera a bolle a liquido pesante.

Si è messa in opera una camera a bolle a liquido pesante da 80 lt. Si sono ripresi 50.000 fotogrammi che hanno mostrato il buon funzionamento della camera.

Si studiano le reazioni:



E' in programma la ripresa di 500.000 fotogrammi.

c) Spettrometria γ .

Si è ultimata la costruzione di uno spettrometro di piccole dimensioni in linea con un elaboratore tipo "PDP 8" per la misura dello spettro γ . Sono in corso le prove di funzionamento.

d) Migliorie tecniche alla camera a bolle.

E' in fase di avanzata realizzazione la costruzione di un dispositivo per il comando automatico del flash della camera a bolle in modo da riprendere i fotogrammi solo in concomitanza con eventi di fotoproduzione.

La targhetta interna alla camera a bolle a liquido pesante è circondata da scintillatori plastici visti da quattro fotomoltiplicatori. Una discriminazione sugli impulsi ed una richiesta di coincidenze può selezionare gli eventi interessanti e su questi comandare l'accensione del flash.

3.1.2. - Ricerca del decadimento $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$.

Componenti del gruppo : G. Matone, L. Satta (LNF); E. Di Capua, L. Tau (Roma); V. Poggi (borsista).

L'apparato sperimentale per lo studio del decadimento $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$, la cui esistenza costituirebbe una prova della non invarianza sotto coniugazione di carica delle interazioni forti e/o elm., è attualmente in fase di acquisizione di dati.

Tale apparato è stato provvisoriamente collegato on-line con un calcolatore "PDP 8" e si sono raccolti circa 5.000 eventi del tipo $\pi^0 \rightarrow \gamma e^+ e^-$ che sono attualmente in fase di analisi. Questo studio preliminare consente di determinare il fattore di forma del π^0 e contemporaneamente permette una messa a punto del sistema.

E' già costruito anche l'allacciamento col calcolatore "IBM 1800" di prossima installazione nei Laboratori di Frascati, in vista della raccolta dei dati sul processo $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$, nei riguardi del quale il dispositivo sperimentale permetta di stabilire un limite superiore dell'ordine di 10^{-7} per il rapporto :

$$\pi^0 \rightarrow 3\gamma / \pi^0 \rightarrow 2\gamma.$$

3.1.3. - Fotoproduzione di π^0 su neutrone.

Componenti del gruppo : R. Baldini-Celio, B. Esposito, C. Mencuccini, A. Reale, M. Spinetti, A. Zallo (LNF); C. Bacci (Roma); G. Sciacca (borsista).

Il gruppo η si è occupato di portare a termine un esperimento di fotoproduzione di mesoni π^0 su neutrone. Lo scopo di tale esperimento è quello di determinare il comportamento della risonanza di Roper in fotoproduzione su neutrone rispetto al caso di fotoproduzione su protone. Tale diversità di comportamento dipende dalla assegnazione della P_{11} a una particolare rappresentazione di SU3.

Questo ha richiesto, dal punto di vista sperimentale, la determinazione in parallelo della sezione d'urto su protone e neutrone il che è stato fatto utilizzando una targhetta di deuterio. Le misure sono state fatte per energie dei gamma incidenti fra 400 e 800 MeV e per cinque angoli del π^0 nel SCM.

Per valutare gli effetti di legame del protone sul deuterio misure comparative e nelle stesse condizioni cinematiche sono state fatte di fotoproduzione su idrogeno, il che è servito anche per controllo del corretto funzionamento dell'apparato sperimentale.

La fase di raccolta si è chiusa alla fine del 1970. L'elaborazione di dati sperimentali è in corso. Un primo acconto di questi è stato dato al Congresso della SIF a Venezia.

B) ESPERIENZE CON FASCIO γ POLARIZZATO.3.1.4. - Fotoproduzione di π^0 .

Componenti del gruppo: G. Bologna, F. L. Fabbri, P. Spillantini, V. Valente (LNF).

L'esperimento è nella sua fase conclusiva. E' stato misurato il rapporto di asimmetria nella reazione



con fotoni linearmente polarizzati. L'intervallo esplorato di energia del fotone incidente è 250-600 MeV, mentre l'angolo di produzione del π^0 va da 65° a 135° nel sistema del CM.

L'andamento del rapporto di asimmetria a 90° con l'energia (v. 70/39; presentato alla Conferenza di Kiev) conferma ed integra le misure già esistenti.

Le misure relative ad altri angoli sono in fase di elaborazione.

3.1.5. - Fotoproduzione di π^0 su deuterio. ($\gamma + d \rightarrow d + \pi^0$).

Componenti del gruppo: G. Bologna, I. Piccolo-Peruzzi, M. Piccolo (LNF); G. Troise (Napoli).

Questo esperimento si propone la misura della asimmetria nella fotoproduzione di π^0 su deuterio da γ polarizzati. Il suo interesse consta sia nelle ulteriori in formazioni che si possono ottenere nel campo, oggi ancora lacunoso, dello studio del deuterio sia nell'ambito di problemi di interazione dei pioni con lo studio della fotoproduzione.

Questa reazione infatti permette di isolare il contributo dello stato di "tripione" che è il solo possibile.

Il dispositivo sperimentale è stato completato e messo a punto; si è effettuata la taratura dei contatori e delle relative catene di analisi lineare utilizzando un magnete analizzatore con un canale per protoni. Mediante le misure contemporanee dell'energia persa in tre contatori e del tempo di volo (su una base di 2 metri) si è ottenuto uno spettro di massa dei protoni con una semilarghezza del 10%.

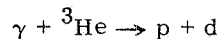
E' stato inoltre messo a punto il collegamento on-line con un piccolo calcolatore, un "PDP 8", che consentirà di ottenere i dati su nastro di carta IBM compatibile.

I turni di misura sono tuttora in corso.

3.1.6. - Fotodisintegrazione del nucleo di ^3He .

Componenti del gruppo: F. L. Fabbri, P. Picozza, C. Schaerf (LNF).

E' stato misurato il rapporto $(d\sigma_{\perp} - d\sigma_{\parallel}) / (d\sigma_{\perp} + d\sigma_{\parallel})$ per il processo



con gamma linearmente polarizzati per energie da 180-300 MeV e per un angolo di 90° nel CM. Nella formula $d\sigma_{\perp}$ e $d\sigma_{\parallel}$ indicano le sezioni d'urto del processo per gamma il cui vettore di polarizzazione è perpendicolare o parallelo al piano di produzione.

L'interesse di questa misura deriva dal comportamento del nucleo di ${}^3\text{He}$ la cui sezione d'urto di fotodisintegrazione in due corpi non presenta - contrariamente ai nuclei di ${}^2\text{He}$ e ${}^4\text{He}$ - andamento risonante del dipolo magnetico nella regione di energia intorno alla prima risonanza pione-nucleone. La misura dell'asimmetria consente di ricavare informazioni sui contributi del dipolo elettrico e del dipolo magnetico non risonante alla sezione d'urto del processo in questione.

I risultati sperimentali sembrano indicare che il contributo del multipolo M_1 è confrontabile con quello del multipolo E_1 .

3.2. - Esperienze con l'anello di accumulazione Adone.

3.2.1. - $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-; \pi^+\pi^-; e^+e^-$; multicorpi.

Componenti del gruppo: G. Barbiellini, E. Iarocci, M. Grilli, P. Spillantini, V. Valente, R. Visentin (LNF); B. Borgia, M. Conversi, L. Paoluzi (Roma); A. Mulachì, M. Nigro (Padova); F. Grianti (Genova).

Dalla fine del 1969 e per tutto il 1970 si sono raccolti eventi di coppie di elettroni, coppie di μ , coppie di π e produzione di multicorpi. Sono stati raccolti all'incirca 4.000 eventi dovuti allo scattering e^+e^- a grande angolo, di cui una parte (circa 3.000) è stata analizzata, con ricostruzione della geometria dalle tracce fotografate in camere a scintilla.

Gli eventi riconosciuti come coppie di elettroni a grande angolo sono stati normalizzati per mezzo della misura di scattering e^+e^- a piccolo angolo e la sezione d'urto sperimentale così ottenuta è in ottimo accordo con le previsioni della elettrodinamica quantistica. I risultati ottenuti sono in corso di pubblicazione sulla Physics Letters. Risultati preliminari su questo processo sono stati comunicati al Congresso Internazionale di Kiev (v. LNF-70/38).

Ad analisi completata tale misura sarà una verifica dell'elettrodinamica condotta al massimo momento trasferito disponibile presso qualunque macchina acceleratrice esistente.

Sono stati analizzati circa 150 eventi di annichilazione in coppie μ (circa metà dei dati disponibili) ed ancora il risultato è in accordo con le previsioni dell'elettrodinamica. Questo processo costituisce un test diverso dal precedente in quanto il fotone scambiato è time-like ed è inoltre possibile mettere in evidenza una eventuale struttura del μ , se esso non fosse puntiforme.

Parte anche degli eventi di pioni collineari sono stati analizzati ed il risultato fornisce un fattore di forma per la sua struttura pari a $F_\pi(q^2) \simeq 0.5 \pm 0.15$ indicando la presenza, inaspettata, di altri contributi oltre a quella prevista della risonanza ρ , nel canale di numeri quantici 1^- .

Del tutto inaspettata anche la abbondanza della produzione di multicorpi la cui sezione d'urto raggiunge un valore dell'ordine della sezione d'urto per fermioni puntiformi.

Una analisi preliminare mostra che sono prodotte almeno 4 particelle cariche, più eventuali neutri, la cui natura si può riconoscere in quella di pioni o mesoni K. E' in corso una analisi dettagliata per studiare le caratteristiche di tale produzione, come molteplicità media, tipo di processi concorrenti, etc., ed inoltre per escludere che sia dovuta a canali diversi dalla annichilazione di e^+e^- in un solo fotone virtuale.

I risultati, in forma preliminare, sono stati presentati al Congresso Internazionale di Kiev (v. LNF-70/38). Sono state apportate inoltre modifiche all'apparato sperimentale per aumentare l'angolo solido, sostituendo alcune camere a scintilla ed alcuni contatori, e per migliorare il riconoscimento degli eventi (si sono aggiunti in particolare 2 contatori Cerenkov per riconoscere i K a energie ~ 700 MeV di Adone, un odoscopio di contatori intorno alla ciambella e due camere a scintilla sottili nella zona di angolo solido non coperta dall'apparato).

3.2.2. - $e^+e^- \rightarrow p\bar{p}$.

Componenti del gruppo: I. Piccolo-Peruzzi (LNF); G. Di Giugno, J. W. Humphrey, E. Sassi, G. Troise, U. Troia, S. Vitale (Napoli).

Questo esperimento si propone la misura delle sezioni d'urto $e^+e^- \rightarrow p\bar{p}$ allo scopo di ottenere informazioni sul comportamento del fattore di forma del protone nella zona di momenti trasferiti time-like.

Il dispositivo sperimentale è stato completato con l'aggiunta di un odoscopio di dodici contatori disposti intorno alla ciambella di Adone. Inserendo nel trigger la richiesta di una coincidenza tra due contatori opposti consente una notevole riduzione del fondo, specialmente di raggi cosmici.

E' stata completata la messa a punto del dispositivo di misura e dell'ottica delle camere a scintilla; dopo alcuni turni di prova è stata effettuata una prima serie di misure effettive nel periodo luglio-ottobre 1970. L'energia scelta è di 1050 MeV per ciascun fascio; per studiare sia quantitativamente che qualitativamente il fondo presente sono stati eseguiti runs a 950 MeV, cioè al di sotto della soglia di produzione della reazione, e inoltre misure con fasci senza incrocio e con fascio singolo.

I dati raccolti sono tuttora in fase di elaborazione. Si può però fin d'ora affermare che il dispositivo sembra rispondere in pieno allo scopo per cui era stato progettato.

3.2.3. - $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$.

Componenti del gruppo: R. Baldini, G. Capon, C. Mencuccini, G. P. Murtas, A. Reale, M. Spinetti, B. Stella (LNF); C. Bacci, G. Penso, G. Salvini (Roma).

Per il processo $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$ sono stati completamente elaborati i dati raccolti sino all'ottobre 1970. Questi consistono in circa 1.300 eventi di annichilazione raccolti nel range di energie 700-1200 MeV e per una luminosità integrata totale di $1,7 \times 10^{35} \text{ cm}^{-2}$. L'andamento della distribuzione angolare e la sezione d'urto intorno a 90° sono in accordo con le previsioni dell'elettrodinamica quantistica entro una deviazione standard. Questi risultati sono in corso di pubblicazione.

Inoltre è stato modificato il trigger dell'elettronica per osservare anche la produzione multipla di particelle in Adone. Con questo trigger, che richiede almeno tre particelle nell'apparato di cui almeno una carica, sono state ottenute fino al 31 dicembre 1970 circa un centinaio di eventi buoni. Il fondo macchina appare trascurabile. L'elaborazione di questi eventi in termini di sezione d'urto per processi di produzione di più mesoni carichi o neutri (π oppure K) è attualmente in corso.

3.2.4. - Ricerca di quarks leptonici e leptoni pesanti.

Componenti del gruppo: M. Bernardini (LNF); V. Alles-Borelli, D. Bollini, P. L. Brussini, L. Monari, F. Palmonari (Bologna); T. Massam, A. Zichichi (CERN).

Il lavoro del gruppo può riassumersi brevemente nelle voci raccolta e analisi dei dati. Funzionando regolarmente l'anello di accumulazione Adone, è stato possibile raccogliere eventi fino ad una luminosità integrata di $\simeq 2 \times 10^{35} \text{ cm}^{-2}$ nel nostro apparato a grande angolo.

Per quanto riguarda l'analisi una serie di risultati sui limiti alla produzione elettromagnetica di leptoni pesanti e sulla validità delle regole di selezione per il vertice (μ e γ) ad alti momenti trasferiti è già stata pubblicata su Lettere al Nuovo Cimento nel dicembre 1970. Altri risultati sullo scattering e^+e^- e sulla produzione di mesoni μ sono in corso di pubblicazione.

Attualmente il gruppo sta analizzando dati sulla produzione di coppie $\pi-\pi$ collineari e sulla produzione multipla hadronica in funzione dell'energia dei fasci di Adone.

3.2.5. - Produzione di stati finali a molti corpi nell'interazione e^+e^- , e scattering di Bhabha $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ (Gruppo "Bosone").

Componenti del gruppo: B. Bartoli, F. Felicetti, V. Silvestrini, N. Spinelli (LNF); G. Marini (Roma); A. Nigro (Padova); F. Vanoli (Napoli); H. Ogren (ospite).

Nel corso del 1970 il gruppo ha lavorato con continuità su una delle sezioni diritte di Adone utilizzando un dispositivo costituito di telescopi di range e camere a scintilla a magnetostirazione in grado di rivelare particelle cariche e neutre e di discriminare tra particelle al minimo di ionizzazione e elettroni di alta energia. La raccolta degli eventi è effettuata registrando i dati su nastro magnetico IBM mediante un calcolatore on-line "PDP 8".

Nel corso del 1970 sono stati pubblicati i risultati preliminari dell'analisi relativa a circa 2.000 elettroni prodotti nella reazione $e^+e^- \rightarrow e^-e^+$ (v. LNF-70/60).

Sono stati altresì analizzati circa 240 eventi con molte particelle nello stato finale prodotti nella interazione di e^+e^- (v. LNF-70/61).

E' in corso di completamento l'analisi del totale degli eventi raccolti pari a circa 6.000 eventi dallo scattering di Bhabha e circa 1.000 eventi di tipo adronico con molte particelle nello stato finale.

3.3. - Esperienze con l'acceleratore lineare (Leale).

A) LABORATORIO PIONI.

Nel periodo in oggetto il Laboratorio Pioni del Progetto Leale ha rivolto la sua attività nelle seguenti direzioni:

- Ricerca di eliminazione delle sorgenti di fondi.

E' stata conclusa l'individuazione delle sorgenti di fondi, γ e neutroni, attraverso una serie di mappe di radiazione con diversi tipi di rivelatori. La componente termi

ca presente nel fondo neutronico è stata discriminata mediante lo studio della disseccazione di lastrine di indio. La riduzione dei fondi è avvenuta con spessori di Piombo, Ferro e Paraffina, opportunamente disposti nelle zone calde in corrispondenza delle sorgenti.

- Messa a punto del canale magnetico di trasporto.

E' stato ottimizzato il trasporto del fascio di elettroni lungo il canale magnetico trovando una configurazione di minimo per i segnali di camere a ionizzazione disposte sui vari collimatori e in relazione alla situazione del fondo rivelato dai contatori nell'area di rivelazione del fascio pioni.

- Quantimetria del fascio pioni.

E' stata effettuata una serie di misure dell'intensità del fascio pioni mediante un misuratore integrale di carica (tazza di Faraday) connessa con un elettrometro a lamina vibrante ad altissima sensibilità. La curva dell'intensità mostra un picco intorno a 70 MeV di energia del pione.

3.3.1. - Misura dello scattering elastico e anelastico di pioni su carbonio.

Componenti del gruppo : R. Barbini, C. Guaraldo, P. Picozza, C. Schaerf, R. Scrimaglio (LNF).

E' stato messo a punto il telescopio di contatori e la camera a scintilla a magnetostriazione bidimensionale per la misura a vari angoli dello scattering elastico e anelastico di pioni di bassa energia su carbonio.

Lo spettro energetico nel piano focale dell'analizzatore pioni mostra una risoluzione all'1%, in accordo con i dati di progetto.

3.3.2. - Misura dello scattering elastico e anelastico di pioni su ^4He con camera a diffusione.

Componenti del gruppo : R. Barbini, C. Guaraldo, R. Scrimaglio (LNF); L. Busso, S. Costa, G. Garfagnini, G. Piragino (Torino).

Esperienza in misura alla fine del 1970. E' stato svolto il seguente programma sperimentale :

a) Misure di contaminazione.

Con un telescopio di contatori e misure di range è stata misurata una contaminazione di μ^+ inferiore al 15%.

b) Misure di spettro energetico.

c) Ricerca delle condizioni ottimali di energia degli elettroni, frequenza di ripetizione e intensità dei π^+ .

Si sono ottenuti finora circa 9 π^+ /fotogramma (richiesti : 10-15) con le seguenti condizioni del Linac : frequenza 128 p. p. s. ; energia 375 MeV ; corrente di picco 40 mA. I fiotti di π^+ erano distribuiti in circa 800 msec (richiesti \approx 400 msec) ogni 8 sec.

B) LABORATORIO γ -MONOCROMATICI.

Per quanto riguarda il progetto γ -monocromatici, si è provveduto all'ordi-

nazione dei magneti deflettori del canale di trasporto e alla definizione e ordinazione del magnete pulitore. Si sono completati i progetti e si è provveduto alla ordinazione dei restanti componenti della linea (collimatore mobile, slitte di definizione, etc.). Ha avuto inizio la costruzione della sala sperimentale ed è stata ordinata la schermatura completa del canale di trasporto. Si sono affrontati i problemi di monitoraggio del fascio e^+ e γ e si sono predisposte alcune soluzioni. Si è cominciato a definire inoltre un programma sperimentale con i γ e si è dato inizio alla progettazione dei primi gruppi di esperienze (del tipo (γ, p) , (γ, n)).

3.4. - Altre esperienze.

3.4.1. - Studio delle interazioni N-N ad energie nella zona del TeV : particelle parallele penetranti e gruppi di muoni.

Componenti del gruppo : P. Picchi, R. Visentin (LNF); L. Bergamasco, C. Castagnoli, B. D'Ettore-Piazzoli, A. Piano (Laboratorio Cosmogeofisica del CNR - Torino).

Attualmente l'apparato sperimentale costituito di due telescopi a range di $2 \times 2 \times 2 \text{ m}^3$ di volume con 6 camere a scintilla e $\sim 500 \text{ gr/cm}^2$ l'assorbitore è stato installato al Monte dei Cappuccini in Torino ed è iniziata la raccolta dei dati.

Sono state studiate, per mezzo di muoni multipli paralleli, le correlazioni tra i secondari delle interazioni N-N per energie del primario 10^5 E 10^8 GeV . Un primo lavoro su questo esperimento è in corso di pubblicazione sulle Lettere al Nuovo Cimento.

Mentre le misura al Monte dei Cappuccini stanno continuando e si stanno apportando alcuni miglioramenti all'apparato sperimentale è in corso la costruzione dell'apparato che dovrà essere installato per la sperimentazione al Monte Bianco.

22.

4. - ATTIVITA' DEI GRUPPI DI RICERCA. -

4.1. - Gruppo Criogenico.

4.1.1. - Attività di ricerca. -

a) Fisica dei superfluidi.

Sono stati affrontati due temi che sono stati oggetto di due tesi di laurea :

- elio rotante ;
- turbolenza in elio superfluido.

b) Misura dei coefficienti di trasporto nelle prossimità del punto critico di sistemi liquido-vapore.

Si è messa a punto un'apparecchiatura per la misura del coefficiente di diffusione in CO_2 , mediante l'uso di tracciante radioattivo. Sono state fatte misure ad una isoterma superiore a quella critica. Sono iniziate le misure lungo l'isoterma critica.

c) Risonanze magnetiche.

E' stato riorganizzato il laboratorio, costruendo tre posti sperimentali. Sono state, nel frattempo, riesaminate misure di tempi di rilassamento e polarizzazione dinamica in cristalli diamagnetici dando una nuova interpretazione dei risultati (v. LNF-70/41). Sono stati, inoltre, impostati due nuovi esperimenti : il primo, di pompaggio doppio, al fine di osservare il raffreddamento diretto di un sistema di spin ; il secondo consiste nella rivelazione di tempi di rilassamento protonico relativi a diversi gruppi di protoni nello stesso campione.

d) Criostato a diluizione.

E' stato interamente riprogettato e parzialmente costruito e montato un nuovo criostato a diluizione $\text{He}^3\text{-He}^4$ di concezione modulare.

4.1.2. - Attività di servizio. -

a) Liquefazione e approvvigionamento di gas liquefatti.

La produzione e l'approvvigionamento sono stati :

- elio	:	9.000 litri liquefatti	(12.500)
- idrogeno	:	6.600 litri liquefatti	(7.500)
- azoto	:	41.000 litri liquefatti	(55.000)
		184.000 litri acquistati	(240.000).

b) Bersagli freddi per l'elettrosincrotrone.

E' stato modificato il bersaglio HD1, in modo che sullo stesso criostato esistano contemporaneamente un bersaglio di idrogeno liquido ed uno di deuterio liquido.

E' stato modificato il bersaglio SM1, adattandolo ad una nuova geometria sperimentale.

E' stato collaudato un refrigeratore Cryodin mod. 352, che fornisce 4 Watt a 20°K ; esso sarà utilizzato per la costruzione di un nuovo bersaglio di idrogeno liquido.

c) Altre realizzazioni.

E' stato realizzato un impianto di recupero di idrogeno evaporato dalla camera a bolle.

Il gruppo ha collaborato allo studio dei problemi connessi con la circolazione e la purificazione di gas per camere a scintilla e al miscelamento di gas per camere proporzionali.

4.2. - Gruppo Magneti Esperienze. -4.2.1. - Attività di ricerca. -a) Produzione di filo superconduttore di Nb_3Sn mediante un processo di diffusione (Contratto CNR).

Si è concluso il lavoro sperimentale per la determinazione della temperatura ottimale per il processo di diffusione dello stagno nel niobio. Come si sa il comportamento elettromagnetico, e quindi la corrente massima, del composto Nb_3Sn dipende fortemente dalla temperatura a cui avviene il processo di diffusione. A seconda del valore di quest'ultima infatti si possono formare fasi spurie che peggiorano le proprietà superconduttrici del filo s. c.

Si è progettata una nuova campana da vuoto per il processo di diffusione. Attualmente tale impianto è in fase avanzata di costruzione.

E' iniziato, in collaborazione con i laboratori speciali del CNR di Cinisello Balsamo, un programma di ricerca per esaminare l'influenza di impurezze di Zr, e della struttura, sul comportamento elettrico del Nb_3Sn . Tali laboratori hanno infatti iniziato la preparazione di spezzoni di Nb, contenente diverse percentuali di Zr e sottoposti a trattamenti metallurgici diversi. La realizzazione di spezzoni di Nb_3Sn e la sperimentazione su essi dovrebbe iniziare nei primi mesi del 1971.

b) Ricerca applicata.

E' stato studiato e costruito, in collaborazione con il gruppo Elettronico, un prototipo di misuratore di campo magnetico con sonda di Hall, capace di funzionare con una precisione migliore del 5 ‰.

c) Ricerca di base di superconduttività.

In parallelo e in appoggio alle ricerche sul filo di Nb_3Sn sono proseguite o iniziate ricerche di fisica nel campo della superconduttività. Si sono concluse le misure sull'effetto delle correnti in films superconduttori (Pair breaking), eseguite mediante effetto "tunnel". I risultati dell'esperienza sono in corso di pubblicazione.

Si sono iniziate delle misure sul comportamento superconduttore di geometrie multiplamente connesse. Inoltre, sono iniziate delle misure di magnetizzazione su campioni di Nb_3Sn , Nb_3Pb , e su cristalli di composti intermetallici superconduttori. Tali misure forniscono indicazioni sulle forze di ancoraggio delle correnti superconduttrici.

d) Misure di tempi di rilassamento in sostanze paramagnetiche mediante effetto Faraday.

Sono state ripetute, su vetri contenenti diverse percentuali di neodimio, le misure già effettuate su cristalli di etilsolfato idrato di neodimio. Anche su questi

si è osservato lo stesso fenomeno di brusca riduzione a zero del tempo di rilassamento, quando il campo applicato è rimosso, osservata precedentemente per i cristalli. La decrescita del tempo di rilassamento avviene a valori di campo compresi tra qualche centinaia e qualche migliaia di gauss.

e) Effetto de Haas - Van Halphen.

Sono proseguite le misure su cristalli di Bi e di Zn con impurezze di manganese, per la messa a punto dell'apparecchiatura.

4.2.2. - Attività di servizio. -

E' stato ultimato il progetto del magnete esperienze Adone. Si è approntata l'attrezzatura per la costruzione delle bobine compensatrici. Il magnete superconduttore del Centro Studi Nucleari della Casaccia è stato costruito e collaudato, e si stanno effettuando le prove di consumo di elio.

Sono stati costruiti diversi magneti di piccole dimensioni, tra cui uno per il gruppo reattore della Casaccia.

Si è iniziato lo studio di un tipo di sospensione magnetica per ultracentrifuga, per il gruppo arricchimento uranio.

E' stata progettata un'apparecchiatura per il controllo per l'acqua e la temperatura di alcuni magneti, tra cui il magnete esperienze Adone.

4.3. - Gruppo Elettronico. -

Nell'ambito del programma di realizzazione di attrezzature specializzate per la sperimentazione alle macchine acceleratrici ed inserimento di calcolatori ON LINE con le esperienze, il gruppo ha lavorato alla realizzazione della memoria SPAD a 512 parole organizzate in modo programmabile per l'esperienza $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$ e per la sperimentazione al Linac. Due memorie sono state definitivamente messe a punto, controllate al PDP 8 e messe in linea con il calcolatore.

Si stanno sviluppando nuovi dispositivi d'interfacciamento sia con il calcolatore 1800 IBM che con il PDP 15 di nuova dotazione ai gruppi di lavoro. Per il gruppo di scanning sono stati approntati due contatori completi a 5+5 cifre funzionanti su teste mangiaspago ed uscenti su schede da una perforatrice IBM 026. Per l'esperimento "Magnete Adone" si sta apprestando un dispositivo di lettura di coordinate a tre dimensioni da mettere in linea con PDP 8 insieme con le uscite di 3 volt metri digitali che misurano le uscite di sonde posizionate nel campo del magnete allo scopo di ricostruire in modo preciso ed automatico le mappe di campo.

Il gruppo si è inoltre impegnato per lo studio di un sistema automatico di acquisizione di dati che permette il rilevamento delle grandezze caratteristiche di funzionamento dell'elettrosincrotrone. Il sistema deve permettere uno studio preliminare per l'automazione della macchina adottando come controllo e centro decisionale un calcolatore di dimensioni adeguate.

Il gruppo si è impegnato anche nello studio di un'elettronica adeguata per l'uscita da camere a fili proporzionali e l'acquisizione in linea dei dati. Il compito prefissato è quello della realizzazione di un sistema per 6 camere a 128 fili per il gruppo Leale, da collegare 'on line' con un PDP 15, realizzando un'elettronica flessibile che si adatti nel modo più generale agli esperimenti di prossima attuazione.

Sono state costruite, a cura del gruppo, piccole serie di moduli rapidi ed integrati veloci di tipo AND-OR e discriminatori veloci, oltre a numerosi moduli di elettronica rapida standard. Uno sforzo è anche stato fatto per la standardizzazione meccanica e di linguaggio logico per le apparecchiature future. E' iniziato il lavoro per dotazione al gruppo di strumenti efficienti per l'attuazione degli standard, sia CAMAC che DEC.

La Sezione riparazione strumenti ha eseguito la manutenzione di tutte le apparecchiature in dotazione, sia alla sala conteggio che ai gruppi, con interventi di riparazione e taratura.

4.4. - Gruppo Tecnologie. -

Nel 1970 presso il gruppo è iniziata la costruzione di una nuova ciambella per l'elettrosincrotrone.

L'attività di ricerca si è svolta prevalentemente nel campo dei tubi a immagine. E' stato effettuato uno studio sulle caratteristiche di linearità dei fosfori a bassi livelli di eccitazione. Si è iniziato uno studio comparativo fra diversi tipi di tubi ad integrazione di carica che sarà ultimato nei primi mesi del 1971.

Si è iniziata una attività di ricerca, in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità, sulla diffusione di elettroni, su film sottili, in coincidenza (e, 2e).

4.5. - Gruppo Calcoli Numerici. -

Sono stati risolti problemi teorici (di elettrodinamica, di fisica del nucleo e sui raggi cosmici).

Per quanto riguarda i problemi connessi con la progettazione di mezzi strumentali ed il loro impiego è stata calcolata l'efficienza di un telescopio di contatori per la rivelazione di fotoni; è stato calcolato l'andamento del campo elettromagnetico, la frequenza di risonanza, il fattore di merito e l'impedenza di shunt delle cavità risonanti aventi simmetria cilindrica; è stata calcolata la depolarizzazione che subisce un fascio di elettroni polarizzati durante l'accelerazione nell'elettrosincrotrone.

Il gruppo ha fatto uso dei calcolatori 7040 IBM dell'Istituto Superiore di Sanità e dell'UNIVAC 1108 del Centro di Calcolo di Interfacoltà dell'Università di Roma.

In vista della futura installazione di un calcolatore IBM/360 mod. 44 per i Laboratori di Frascati, il personale del gruppo ha seguito corsi di addestramento per la gestione del sistema (corsi Assembler, PS, DOS, OS, TP).

4.6. - Gruppo Teorico. -

Il gruppo si è dedicato soprattutto ad attività di ricerca nel campo delle interazioni forti ed elettromagnetiche, e più precisamente allo studio della "scale invariance", dei modelli statistici, dei problemi connessi con i poli di Regge e con la "vector dominance", della teoria dei gruppi e delle simmetrie.

Appoggiandosi a queste linee di ricerca, il gruppo, si è volto alla analisi ed interpretazione dei dati forniti dalla sperimentazione con Adone, con l'elaborazione di modelli teorici originali.

E' stato proseguito il calcolo di correzione radiativa e si sono affrontati vari problemi fenomenologici in connessione con l'attività sperimentale nel Centro (T-invariance, scattering elettrone-deutone, misure di polarizzazione, etc.).

4.7. - Gruppo Fisica Sanitaria. -

4.7.1. - Attività di ricerca.

E' stato realizzato con un cristallo di stilbene uno strumento per la misura della dose equivalente in un campo misto di raggi gamma e neutroni.

E' inoltre iniziata una collaborazione con alcuni ricercatori dell'Istituto Superiore di Sanità per studiare lo spettro di luminescenza degli scintillatori organici in funzione del $(LET)_{\infty}$ delle particelle incidenti. Si spera che i risultati di questo lavoro possano servire per misure di dose equivalente in campi misti di raggi gamma e neutroni.

E' stato infine portato a termine un lavoro teorico nel quale la risposta degli scintillatori inorganici viene interpretata per mezzo di un modello proposto in radiobiologia per spiegare l'RBE di particelle di diverso LET.

4.7.2. - Attività di servizio. -

Nel periodo in questione, il gruppo ha assicurato la sorveglianza fisica delle radiazioni nei Laboratori, in ottemperanza a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge. Pertanto, oltre alle consuete attività di servizio (dosimetria personale, mappe, distribuzione di sorgenti, etc.), sono stati anche affrontati i nuovi problemi di radioprotezione sorti nei Laboratori.

Si ricorda, tra questi, lo studio dei livelli di radiazione in sala Adone durante il funzionamento della macchina con i fasci accumulati, sia nelle normali condizioni di lavoro che nel caso di perdita accidentale dei fasci.

Sono stati inoltre conclusi i controlli intorno all'elettrosincrotrone, iniziati nell'autunno del 1968, a seguito della sostituzione dell'iniettore. E' stata anche studiata l'installazione di una nuova strumentazione, più idonea alle mutate condizioni di funzionamento della macchina.

Sono infine iniziate le misure di concentrazione di gas radioattivi nella area del tunnel del Linac e della radioattività indotta nell'acqua dei pozzi di spegnimento del Leale.

ELENCO PUBBLICAZIONI (LNF). -

- 69/52 - A. N. Lebedev, On the bunch lengthening in storage rings.
- 69/53 - M. Mancini, G. Toraldo di Francia, R. Bruzzese, G. Sacerdoti, G. Tosato and F. Uccelli, Optical Faraday-rotation studies of spin-lattice relaxation time in NdEs, *Lettere al Nuovo Cimento* 2, 376 (1969).
- 69/54 - F. Drago, Charged pion photoproduction, Veneziano representation and the problem of pion conspiracy.
- 69/55 - G. Gialanella, A. Piazza, G. Susinno, F. Fiore and G. C. Mantovani, Analysis of the reaction $\gamma + p \rightarrow p + \pi^+ + \pi^-$ at energies up to 1 GeV in a hydrogen bubble chamber, *Nuovo Cimento* 63A, 892 (1969).
- 69/56 - C. Castagnoli, E. Etim and P. Picchi, Implications of deep inelastic muon-nucleon scattering on cosmic-ray phenomena.
- 69/57 - C. Castagnoli, G. Silvestro, P. Picchi and G. Verri, On the polarization of coherent radio signals from EAS, *Nuovo Cimento* 63A, 892 (1969).
- 69/58 - F. Drago and A. F. Grillo, Unitarity and Veneziano-like pion form factor.
- 69/59 - M. Nigro, P. Spillantini e V. Valente, Un programma di calcolo per le grandezze della fotoproduzione singola di pioni da nucleoni.
- 69/60 - P. Picozza, G. Schaerf, R. Scrimaglio, G. Goggi, A. Piazzoli and D. Scannicchio, Two-body high-energy photodisintegration of ^4He , *Lettere al Nuovo Cimento* 2, 445 (1969).
- 69/61 - C. Castagnoli, E. Etim and P. Picchi, Implications of deep inelastic muon-nucleon scattering on cosmic-ray phenomena, *Lettere al Nuovo Cimento* 2, 595 (1969).
- 69/62 - M. Grilli, P. Spillantini, V. Valente, M. Nigro and E. Schiavuta, Positive-pion production with coherent bremsstrahlung. II: Analysis of the results, *Nuovo Cimento* 63A, 1188 (1969).
- 69/63 - P. Di Vecchia and F. Drago, Minimal solutions to the conspiracy problem and classification of Regge-pole families II, *Nuovo Cimento* 63A, 1247 (1969).
- 69/64 - E. Etim and P. Picchi, Test of vector meson dominance model in the colliding beam reaction $e^+ + e^- \rightarrow P + \gamma$.
- 69/65 - B. D'Ettore Piazzoli e R. Visentin, Discriminazione fra e , π , μ in Adone con un telescopio di contatori a scintillazione.
- 69/66 - M. Coli, Proposal for autoequalizing systems in analog to digital conversion.
- 69/67 - M. Coli and B. Stella, High sensitivity double on line quantameter for bubble chamber experiments.
- 69/68 - P. Spillantini, V. Valente, M. Nigro and C. Oleari, Multipole analysis of π^+ photoproduction with linearly polarized γ -rays around the first resonance ($W = 1236$ MeV), *Nuclear Phys.* B13, 320 (1969).
- 69/69 - D. Weaver, Introduction to low energy pion photoproduction. (lezioni).
- 69/70 - A. G. Ruggiero and V. G. Vaccaro, The electro-magnetic field of an intense coasting beam perturbation in the presence of conductive plates terminated at both ends.
- 69/71 - M. Greco, A model for the Pomeranchuk terms.
- 69/72 - C. Pellegrini, On a new instability in electron-positron storage rings (The Head-Tail Effect), *Nuovo Cimento* 64A, 447 (1969).
- 69/73 - F. Drago, Charged-pion production, Veneziano representation and the problem of pion conspiracy, *Lettere al Nuovo Cimento* 2, 712 (1969).
- 69/74 - G. Barbiellini, G. Bologna, G. Capon, G. De Zorzi, F. L. Fabbri, G. P. Murtas, G. Diambri, G. Sette and G. De Wire, Photoproduction of π^0 on protons by polarized γ -rays, *Phys. Rev.* 184, 1402 (1969).
- 69/75 - F. Selleri, Quantum theory and hidden variables (lezioni).

- 69/76 - G. Paternò, N. Sacchetti and G. Sacerdoti, Capacitance effects in superconducting tunneling junctions, *Phys. Rev.* 185, 648 (1969).
- 69/77 - B. Stella, Interesse dello studio dell'interazione $\pi\pi$ nel processo $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$ e considerazioni circa una possibile verifica della violazione di C.
- 69/78 - U. Bizzarri and A. Vignati, The 12 MeV microtron used as injector of the Frascati electron-synchrotron.
- 69/79 - S. Ferrara and A. F. Grillo, Some remarks on infinite Veneziano representations.
- 69/80 - A. G. Ruggiero and V. G. Vaccaro, The wake field of an oscillating particle in the presence of conductive plates with resistive terminations at both ends.
- 69/81 - E. Etim and P. Picchi, Test of vector-meson dominance model in the colliding beam reaction $e^+e^- \rightarrow P+\gamma$, *Lettere al Nuovo Cimento* 2, 887 (1969).
- 69/82 - F. L. Fabbri, P. Picozza and C. Schaerf, Photodisintegration of ^3He by polarized gamma rays.
- 69/83 - M. Ladu, Problems of safety and radiation protection around high-energy accelerators, *Progress in Nuclear Energy, Series XII, Health Phys.* (Pergamon Press, 1969), vol. II, p. 365.
- 69/84 - Attività dei Laboratori Nazionali di Frascati dal 1 Luglio 1968 al 30 Giugno 1969. *Notiziario* n. 20.
- 70/1 - S. Ferrara and G. Mattioli, A group-theoretical approach to the multipheral model, *Nuovo Cimento* 65, 25 (1970).
- 70/2 - S. Ferrara and A. F. Grillo, Some remarks on infinite Veneziano representations, *Lettere al Nuovo Cimento* 3, 176 (1970).
- 70/3 - P. Di Vecchia, S. Ferrara e A. F. Grillo, Fattori di forma elettromagnetici (lezioni).
- 70/4 - F. Drago and A. F. Grillo, Unitarity and Veneziano like pion form factor, *Nuovo Cimento* 65, 695 (1970).
- 70/5 - G. Sacerdoti, La superconduttività nell'elettrotecnica.
- 70/6 - N. Sacchetti, The tunnel effect in superconductors.
- 70/7 - A. F. Grillo and S. Ferrara, Vector dominance model and infinite multiplets.
- 70/8 - A. Renieri, Two beam transverse coherent instability in colliding beam rings.
- 70/9 - M. Greco, A model for the Pomeranchuk terms, *Phys. Letters* 31B, 216 (1970).
- 70/10 - M. V. Ricci, Introductory notes on the stabilization of superconducting materials.
- 70/11 - R. Del Fabbro, G. Matone and C. Satta, A possible test of C conservation in the decay of positronium.
- 70/12 - M. Spadoni, Dynamics effects in hard superconductors.
- 70/13 - G. Capon, M. A. Locci, G. P. Murtas e G. Penso, Efficienza di un telescopio di contatori plastici e convertitori di piombo per la rivelazione di fotoni.
- 70/14 - A. Piazza, G. Susinno, L. Fiore, G. Gialanella, E. Lodi-Rizzini, G. C. Mantovani, A. Piazzoli, F. Carbonara, G. Palomba-Nicodemi and R. Rinzivillo, Total cross-sections of $\pi^+\pi^-$ and $\pi^-\pi^0$ photoproduction on neutron in deuterium bubble chamber up to 900 MeV, *Lettere al Nuovo Cimento* 3, 403 (1970).
- 70/15 - M. Coli and B. Stella, High sensitivity double on line quantameter for bubble chamber experiments, *Nuclear Instr. and Meth.* 80, 104 (1970).
- 70/16 - F. Carbonara, L. Fiore, G. Gialanella, E. Lodi-Rizzini, G. C. Mantovani, M. Napolitano, A. Piazza, A. Piazzoli, R. Rinzivillo, V. Rossi and G. Susinno, Total and differential cross-sections of negative pion photoproduction off neutrons up to 1 GeV. Possible evidence for the P_{11} resonance.
- 70/17 - R. Florean, F. Tazzioli e G. Verri, Studio di alcuni problemi dei risuonatori a cavità mediante differenze finite.

- 70/18 - G. Pasotti, N. V. Ricci, N. Sacchetti e M. Spadoni, Risultati preliminari riguardanti la realizzazione di nastri superconduttori di Nb_3Sn .
- 70/19 - G. Pasotti e G. Sacerdoti, Informazioni tecnico-economiche sui superconduttori per magneti ad alto campo (Appendice alla nota LNF-70/5).
- 70/20 - S. Ferrara and A. F. Grillo, On T-invariance in electron-deuteron elastic scattering.
- 70/21 - S. Ferrara, M. Greco and A. F. Grillo, e^+e^- annihilation into hadrons.
- 70/22 - G. Sacerdoti, Un Hamiltoniano che implica il principio di esclusione.
- 70/23 - F. Felicetti, QED tests in the time-like region.
- 70/24 - E. Lodi-Rizzini, G. C. Mantovani, A. Piazzoli, L. Fiore, G. Gialanella, V. Rossi, A. Piazza, G. Susinno, F. Carbonara, M. Napolitano and R. Rinzivillo, Total and differential cross-sections of negative-pion photoproduction of neutrons up to 1 GeV. Possible evidence for the P_{11} resonance, Lettere al Nuovo Cimento 3, 697 (1970).
- 70/25 - P. E. Argan, P. Benvenuto, D. Fabbri, L. Fiore, G. Gialanella, A. Gigli, E. Lodi-Rizzini, L. Maiani, G. C. Mantovani, C. Marciano, A. Piazza, G. Piragino, V. Rossi e G. Susinno, Una camera a bolle a miscela pesante gas-liquido di 70 litri di volume con bersaglio interno di idrogeno.
- 70/26 - M. V. Ricci e N. Sacchetti, Film sottili superconduttori, Alta Frequenza 39, 511 (1970).
- 70/27 - E. Etim, Adler's neutrino sum rules in the scaling limit and the possibility of a chiral Pomeron.
- 70/28 - S. Ferrara and G. Mattioli, On the Reggeized multipheral model, Nuovo Cimento 67A, 1 (1970).
- 70/29 - S. Ferrara, M. Greco and A. F. Grillo, e^+e^- annihilation into hadrons, Lettere al Nuovo Cimento 4, 1 (1970).
- 70/30 - S. Ferrara and A. F. Grillo, On T-invariance in electron-deuteron elastic scattering, Lettere al Nuovo Cimento 4, 31 (1970).
- 70/31 - B. Bardina, M. Ladu, M. Pelliccioni and M. Roccella, Use of trans-stilbene crystal to measure the equivalent dose in a mixed γ -N field.
- 70/32 - C. Castagnoli, E. Etim and P. Picchi, A discussion on some recent results on cosmic ray muons.
- 70/33 - H. C. Dehne and M. Preger, Numerical calculations on the small angle scattering luminosity monitor used at Adone.
- 70/34 - S. Ferrara and G. Rossi, A geometrical interpretation of the scale-invariance.
- 70/35 - A. Malecki and P. Picchi, Investigation of short range correlations by means of electron scattering from nuclei, Rivista del Nuovo Cimento 2, 119 (1970).
- 70/36 - B. Bartoli, B. Coluzzi, F. Felicetti, V. Silvestrini, G. Goggi, F. Massa, G. Marini, D. Scannicchio and F. Vanoli, Electron-positron elastic scattering at high energies.
- 70/37 - B. Bartoli, B. Coluzzi, F. Felicetti, V. Silvestrini, G. Goggi, F. Massa, G. Marini, D. Scannicchio and F. Vanoli, Multiple particle production from e^+e^- interactions at C. M. energies between 1.6 and 2 GeV.
- 70/38 - Frascati, Roma, Padova collaboration, Relazioni presentate al "15th Intern. Conference on High Energy Physics, Kiev (1970).
- 70/39 - G. Bologna, F. L. Fabbri, P. Spillantini and V. Valente, Asymmetry in single π^0 photoproduction by polarized γ -rays on protons.
- 70/40 - U. Bizzarri and A. Vignati, The 12 MeV microtron used as injector of the Frascati electron synchrotron, Nuovo Cimento 68A, 513 (1970).
- 70/41 - G. Baldacchini and V. Montelatici, A contribution to the study of dynamic polarization by solid effect, Nuovo Cimento 68B, 253 (1970).

- 70/42 - F. Amman, Positron accelerators, in *Linear Accelerators* (North Holland, 1970), p. 523.
- 70/43 - C. Castagnoli, E. Etim and P. Picchi, Test of models of scale invariance with cosmic-ray neutrino data, *Lettere al Nuovo Cimento* 4, 564 (1970).
- 70/44 - D. Bisello e F. Ronga, Precisione di camere a scintilla ottiche con elettrodi a fili.
- 70/45 - Elenco pubblicazioni 1965-1969.
- 70/46 - S. Ferrara and G. Matioli, Projection formulae for $O(2, 1)$ invariant off shell functions, *Annals of Physics* 59, 444 (1970).
- 70/47 - A. Malecki and P. Picchi, Short-range dynamical correlations from elastic and quasielastic scattering of high-energy electrons.
- 70/48 - Gruppo Adone, Present status and operation.
- 70/49 - S. Ferrara and G. Rossi, A geometrical interpretation of scale invariance, *Lettere al Nuovo Cimento* 4, 408 (1970).
- 70/50 - C. J. Carpenter and U. Ratti, Field around compensator magnets in Adone beam-colliding experiment.
- 70/51 - B. D'Ettore Piazzoli, Effects of electron bremsstrahlung in the e^+e^- annihilation reactions at energies near the resonant masses.
- 70/52 - A. Turrin, Resonant depolarization of the electron beam undergoing acceleration in the synchrotron.
- 70/53 - M. Ladu and M. Roccella, Response of impurity activated alkali halides scintillators to ionizing particles.
- 70/54 - D. Schwela, Theoretical report on pion photoproduction below 1 GeV (invited talk at the "Frascati Meeting on Electrosynchrotron").
- 70/55 - F. Canata and F. Strocchi, Tests of T-invariance of the electro-magnetic interactions (invited talk at the "Frascati Meeting on Electrosynchrotron").
- 70/56 - A. Bietti, Relevance of photoproduction multipole analysis in order to test the validity of current algebra or field algebra commutators (invited talk at the "Frascati Meeting on Electrosynchrotron").
- 70/57 - D. B. Isabelle, Electron scattering on nuclei: a brief review (invited talk at the "Frascati Meeting on Electrosynchrotron").
- 70/59 - G. von Holtey, Experimental activities at Bonn (invited talk at the "Frascati Meeting on Electrosynchrotron").
- 70/60 - B. Bartoli, B. Coluzzi, F. Felicetti, V. Silvestrini, G. Goggi, D. Scannicchio, G. Marini, F. Massa and V. Vanoli, Electron-positron elastic scattering at high energies, *Nuovo Cimento* 70, 603 (1970).
- 70/61 - B. Bartoli, B. Coluzzi, F. Felicetti, V. Silvestrini, G. Goggi, D. Scannicchio, G. Marini, F. Massa and V. Vanoli, Multiple particle production from e^+e^- interactions at C. M. energies between 1.6 and 2 GeV, *Nuovo Cimento* 70, 615 (1970).
- 70/62 - C. Schuhl, The Saclay's high duty cycle linac (invited talk at the "Frascati Meeting on Electrosynchrotron").
- 70/63 - G. Tallini e E. G. Beltrametti, Geometrie di Galois e loro applicazioni alla fisica (lezioni).
- 70/64 - P. Picozza, C. Schaerf, R. Scrimaglio, G. Goggi, A. Piazzoli and D. Scannicchio, An experimental investigation of meson effects in high-energy photo-disintegration of light nuclei, *Nuclear Phys.* A157, 190 (1970).

SUMMARY.

The main research activity of the Frascati National Laboratories can be summarized as follows :

Activity in the field of accelerators :

- Operation of the Electronsynchrotron ;
- Operation, improvement and modification of the complex of the Storage Ring Adone;
- Operation and modification of the Linear Accelerator complex ;
- Planning and construction of the Magnet for experiments with the Storage Ring.

Activity in the field of High Energy and Nuclear Physics Research :

- Experiments with the Electronsynchrotron ;
- Experiments with the Storage Ring ;
- Experiments with the Linear Accelerator (Project Leale) ;
- Experiments of High Energy Physics with Cosmic Rays.

Above experiments were performed by the experimental groups of Frascati Laboratories and groups from various sections of INFN as well as groups from foreign Laboratories.

Activity of technological research :

- by the Cryogenics group ;
- by the Magnet experimental group ;
- by the Electronics group ;
- by the Technology group .

Research activity by the Theoretical group.

Research activity by the Numerical computation group.

LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI DEL C.N.E.N.

attività di ricerca e
programmi scientifici
presso
l'elettrosincrotrone
(1972 - 1973)

Servizio Documentazione
dei Laboratori Nazionali di Frascati del CNEN
Caselle Postale 70 - Frascati (Roma)
Novembre 1971

LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI DEL C.N.E.N.

attività di ricerca e
programmi scientifici
presso
l'elettrosincrotrone
(1972 - 1973)

P R E M E S S A

In questo rapporto si presenta un quadro delle ricerche attualmente in corso presso l'elettrosincrotrone di Frascati, e dei programmi di sviluppo di tali ricerche nel prossimo futuro.

Esso è stato impostato in maniera tale, per ogni esperimento, in corso o in programma, risultino chiari i seguenti punti :

- 1)- l'interesse scientifico dell'esperimento;
- 2)- l'apparato sperimentale usato o da usarsi;
- 3)- l'impegno di persone (fisici e tecnici) richiesto e le eventuali collaborazioni;
- 4)- l'impegno finanziario previsto;
- 5)- l'impegno di tempo previsto;
- 6)- richieste particolari al gruppo macchina (aree sperimentali, fasci, ecc.);
- 7)- le richieste per l'elaborazione dei dati (sviluppo dei films, analisi dei fotogrammi, calcolatori, ecc.).

Questa formulazione dovrebbe permettere di farsi un'idea il più possibile precisa dell'attualità dell'elettrosincrotrone come strumento per una ricerca scientificamente valida a livello internazionale.

Inoltre (questo rapporto sarà tradotto anche in inglese) ogni ricercatore interessato a prendere parte a uno di questi programmi, potrà farsi innanzi con miglior conoscenza di causa.

Accanto ai programmi di ricerca, è inclusa nel rapporto una breve relazione del gruppo macchina sui miglioramenti tecnici previsti per garantire un pieno funzionamento della macchina.

Come ultima osservazione, è bene tener presente che sono a disposizione delle persone interessate, presso il Servizio Documentazione dei Laboratori note dettagliate, corredate di indicazioni bibliografiche, sui singoli temi di ricerca.

I N D I C E

	pag.
Programma del gruppo macchina (sintesi) relativo all'Elettrosincrotrone	1
Fotodisintegrazione dell' He^4	3 ✓
Misure di fotofissione con gamma quasi monocromatici	6 ✓
Elettrodisintegrazione di nuclei	9 ✓
Gruppo Sanità (e, e', p)	11
Elettroproduzione π^+	15 ✓
Gruppo $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$	17 ✓
Gruppo camera a bolle	21 ✓
Gruppo Solidi Roma	24 ✓
Gruppo di spettroscopia atomica e molecolare, in campo magnetico mediante la luce di sincrotrone	30 ✓
Gruppo di Radiochimica di Roma	32
Fascio di elettroni polarizzati	34

PROGRAMMA 1972-73 DEL GRUPPO MACCHINA
PER L'ELETTROSINCROTRONE

Il Laboratorio Sincrotrone sarà impegnato per il 1972 in lavoro di gestione, sviluppo e ammodernamento della macchina e in lavoro di ricerca su nuovi tipi di acceleratori.

Per quanto riguarda la gestione, basta dire che 15, delle 30 persone di cui dispone il Laboratorio, sono impegnate "full time" per il lavoro a turni e per la manutenzione ordinaria.

- a) - Per il programma di sviluppo e ammodernamento è in corso di ordinazione da parte del Gruppo Tecnologie e sotto la responsabilità del Dott. R. Habel, ciambella di ceramica con relativo impianto da vuoto. In tale programma il personale del Laboratorio Sincrotrone sarà impegnato nella fase di montaggio sul sincrotrone che è prevista per la fine del 1972-inizio 1973.
- b) - E' in corso di collaudo una nuova catena e cavità RFI dotata di passante ceramico, che dovrebbe permettere come traguardo limite l'eliminazione della RF2. L'attuale RF2 presenta alcuni inconvenienti sullo spill-out per energie inferiori a 800 MeV e quello di scaricare spesso in presenza di fascio. L'eliminazione della RF2 permetterebbe fra l'altro di liberare una sezione dritta. La nuova catena e cavità RF1 verrà montata sullo stesso periodo in cui verrà montata la nuova ciambella.
- c) - E' in corso di revisione tutta la parte della macchina riguardante i controlli al fine di transistorizzare quanto più possibile l'elettronica, semplificare le diverse operazioni, il monitoring e lo spill-out controllandoli automaticamente. Questo programma verrà esaurito entro il 1972.
- d) - Sono in corso di ordinazione un magnete analizzatore, due quadrupoli per spettrometro e tre alimentatori statici per la modifica definitiva degli attuali canali di trasporto del fascio estratto. Tali apparati dovrebbero essere pronti per il montaggio entro il 1972.
- e) - Un altro programma, che dovrebbe iniziare nel 1972, con l'immissione sui Laboratori Sincrotrone di altre due persone, è quello dell'automazione dei controlli di canali di trasporto e del sincrotrone.

2.

E' inoltre in via di maturazione il programma riguardante la sostituzione dell'alimentazione del magnete del sincrotrone con alimentatori a stato solido.

E' attualmente in discussione un sostanziale appoggio allo studio sui microtroni che l'Università di Messina vuole svolgere a Frascati, con la presenza di due suoi laureandi.

GRUPPO FOTODISINTEGRAZIONE DELL' He^4 1) - Programma scientifico. -

Scopo dell'esperienza proposta è di studiare la reazione $\text{He}^4(\gamma, d)\text{D}$ al di sopra dei 100 MeV, misurando la sezione d'urto differenziale in funzione dell'energia dei raggi γ .

L'esperienza ha il triplice scopo:

- a) di chiarire la discrepanza tra le misure $D(d, \gamma)\text{He}^4$ e $\text{He}^4(\gamma, d)\text{D}$ a $E = 220$ MeV. E' importante determinare la consistenza delle due misure, dato che questo risultato è strettamente legato all'invarianza delle forze nucleari in riguardo al "Time reversal";
- b) di ottenere ulteriori informazioni sulla funzione d'onda dell' He^4 , e di confermare le predizioni teoriche di Poutissou e Del Bianco e di Erdas et al. sul comportamento della sezione d'urto ad alta energia;
- c) di confermare e fornire ulteriori dati sulla anomalia della distribuzione angolare a 0° . La sezione d'urto differenziale a 0° aumenta in funzione dell'energia dei raggi gamma incidenti tra 25 e 30 MeV, e quindi c'è da attendersi che l'effetto sia più pronunciato ad energie più elevate.

Nel paragrafo seguente discuteremo in dettaglio l'apparato sperimentale; con questo apparato la sezione d'urto della reazione $\text{He}^4(\gamma, d)\text{D}$ può essere misurata con un errore inferiore al 10%, per angoli nel centro di massa tra 30° e 150° . Le distribuzioni angolari così ottenute, analizzate con polinomi di Legendre, dovrebbero fornirci ulteriori dati sull'anomalia a 0° , anche se lo 0° non è direttamente accessibile per la misura.

Sulla base di questi dati, inoltre, potremo scegliere fra le varie curve teoriche quella che meglio determina la forma e la posizione del secondo picco.

2) - Apparato sperimentale. -

L'apparato sperimentale, consta di due canali uguali per la rivelazione, discriminazione e misura dell'energia delle particelle cariche.

Ogni canale è costituito di due scintillatori plastici (indicati in figura con la lettera P), di un contatore proporzionale C e di uno ioduro di sodio NaI. Ogni canale è posto a 40 cm dalla targhetta.

La discriminazione tra le varie particelle cariche avviene mediante il metodo della dE, E .

Per energie dei deutoni superiori a 70 MeV la dE viene misurata con uno scintillatore plastico di 3 mm di spessore e di dimensioni 12 x

4.

x 12 cm, posto davanti allo ioduro di sodio; in questa zona di energia dei deutoni si ha una buona linearità nella risposta degli scintillatori plastici. Per energie minori di 70 MeV si utilizzerà un contatore proporzionale riempito di argon, costituito da una camera a piatti di alluminio molto sottili e composta di 8 gaps di 1 cm ognuna.

L'energia E dei deutoni viene misurata con un NaI di 15 cm di diametro e 12 cm di spessore. Si spera di ottenere una precisione in energia dell'ordine del 4%.

La taratura degli NaI verrà fatta presso il protosincrotrone "Saturno" di Saclay.

Particolari accorgimenti verranno utilizzati per assicurare la linearità e la stabilità dei vari rivelatori.

Per la misura nella zona di energia del gamma incidente compresa tra 100 e 170 MeV, si pensa di allontanare uno dei due canali di rivelazione di oltre un metro dalla targhetta. Ciò renderà possibile utilizzare la differenza di tempo di volo dei due deutoni per raggiungere rispettivamente il contatore P1 del canale 1 e P'1 del canale 2, per ottenere una completa separazione fra particelle aventi la stessa energia; con questo metodo speriamo di scendere anche sotto i 100 MeV del gamma.

Il trigger per l'analisi lineare viene dato da una coincidenza rapida tra i quattro contatori plastici e gli NaI; nella zona di energia dei gamma in cui si lavorerà con i due canali posti alla stessa distanza dalla targhetta, una misura di tempo di volo tra i contatori P1 e P'1 migliorerà drasticamente il potere risolutivo della nostra coincidenza.

Le informazioni acquisite con l'analisi lineare ed il tempo di volo verranno inviate tramite un sistema Camac ad un calcolatore Laben 70, che provvederà ad accumulare i dati, a farne una prima analisi ed a fare numerosi controlli sulla stabilità dei vari rivelatori.

a) Velocità di conteggio:

Poichè contiamo di utilizzare il fascio 2, prevediamo di avere una intensità di gamma incidenti pari a quella che si aveva in una precedente esperienza, alcuni mesi fa, sul medesimo fascio. In questa ipotesi e per un angolo solido di $3,14 \times 10^{-2}$ ster, e per intervalli di energia del gamma di circa 20 MeV, si ha la seguente velocità di conteggio:

E_γ (MeV)	$d\sigma/d\Omega$		N/h	$\tilde{\theta}$ cm	$\Delta\Omega$
105	$0,29 \times 10^{-30}$	Teor (3)	540	50°	$3,14 \times 10^{-2}$ ster
125	$1,45 \times 10^{-31}$	Teor (3)	220	50°	"
175	$1,16 \times 10^{-32}$	Teor (3)	12.0	50°	"
220	$6,3 \times 10^{-33}$	sper. (6)	6	52°	"
265	$1,5 \times 10^{-33}$	sper. (6)	1	53°	"

Si fa notare che in questa tabella non si è tenuto conto della diminuzione di angolo solido che si viene ad avere se diventerà necessario, alle basse energie, allontanare ulteriormente uno dei due canali dalla targhetta.

b) Fondi

A parte i soliti fondi elettromagnetici (elettroni, gamma molli ecc.) le reazioni che potrebbero disturbare la nostra misura sono quelle del tipo $\text{He}^4(\gamma, p, p)d$, e $\text{He}^4(\gamma, p, p)nn$, in quanto la coda della distribuzione dei protoni alle varie energie potrebbe contaminare la zona dei deutoni della nostra esperienza. E' necessaria perciò una buona discriminazione fra le varie particelle, specialmente fra protoni e deutoni.

3) - Impegno di fisici e tecnici. Collaborazioni. -

I ricercatori impegnati nell'esperimento sono: C. Carocci (collaboratore esterno); W. Del Bianco (visiting professor dell'Università di Ottawa); F.L. Fabbri, G. Picozza, C. Schaerf (LNF). Tecnico di gruppo: A. Moroni.

4) - Impegno finanziario. -

E' valutato attorno a 13.5 ML.

5) - Impegno di tempo. -

Poichè la misura sarà fatta a più angoli del centro di massa, e precisamente a 30° , 60° , 90° , 120° , 150° del deutone uscente, i turni necessari per completare la misura saranno circa 100; a questi va aggiunto del tempo macchina per la messa a punto dell'apparato sperimentale, stimato dell'ordine di 20 turni. Rimane aperta la possibilità di poter utilizzare ulteriore tempo macchina, se i risultati preliminari consentissero un netto miglioramento della statistica, specie in connessione con eventuali contemporanee misure della reazione inversa $D(d, \gamma)\text{He}^4$ per lo studio del "Time reversal".

MISURE DI FOTOFISSIONE DI U, Th ED ALTRI ELEMENTI CON $Z < 90$, CON GAMMA QUASI-MONOCROMATICI. -

1) Programma scientifico. -

Lo studio della fotofissione ad alta energia ($100 < E_\gamma < 1000$ MeV) presenta un duplice interesse. Infatti non solo si possono avere informazioni sulle caratteristiche della fissione ad alta energia, ma si possono anche dedurre informazioni sul meccanismo di interazione fra fotoni di alta energia e nuclei complessi. In particolare la conoscenza degli andamenti delle sezioni d'urto di fotofissione misurate sistematicamente consente di studiare:

- a) barriera di fissione;
- b) dipendenza della fissionabilità dal parametro Z^2/A dei nuclei;
- c) processi di eccitazione e successiva diseccitazione di un nucleo complesso in seguito all'assorbimento di un fotone di alta energia.

Da numerosi autori è stato suggerito che quando un fotone di alta energia ($E > 100$ MeV) incide su un nucleo pesante il meccanismo di interazione preponderante sia la produzione fotomesonica.

Conseguentemente la dipendenza della sezione d'urto di fotofissione dall'energia dei fotoni risulta collegata alla dipendenza della sezione d'urto totale di fotoproduzione di mesoni. Quest'ultima presenta una risonanza intorno a $E_\gamma \approx 300$ MeV e rimane pressochè costante ad energie più alte.

Le sezioni d'urto di fotofissione misurate in differenti laboratori mostrano notevoli discordanze sugli andamenti in funzione di E_γ specie per quanto riguarda U e Th. Infatti alcuni trovano che la σ_f rimane costante nell'intervallo $100 \div 1000$ MeV, altri trovano una risonanza intorno a 300 MeV, altri ancora mettono in evidenza la presenza di due risonanze a 300 e 600 MeV.

Poichè le misure sono state eseguite adoperando uno spettro continuo di bremsstrahlung, le discordanze possono nascere dal fatto che i valori della σ_f vengono dedotti dalle sezioni d'urto per quanto equivalenti con il metodo della "photon-difference".

Si sente dunque la necessità di eseguire misure di sezioni d'urto di fotofissione adoperando gamma quasi-monocromatici. Al successivo punto 6 sono specificate le richieste concernenti un nuovo fascio di fotoni quasi monocromatici da produrre presso l'elettrosincrotrone.

2) - Apparato sperimentale: Tecnica di rivelazione dei frammenti. -

I frammenti di fissione vengono rivelati mediante lastre di vetro. Il metodo sperimentale consiste nel porre il bersaglio in esame fra due lastre di vetro in modo da formare un sandwich. Il bersaglio, di spessore molto piccolo rispetto al range dei frammenti, viene ottenuto evaporando sotto vuoto il campione su una delle due lastre.

Dopo l'irradiazione il bersaglio viene asportato chimicamente; successivamente entrambe le lastre del sandwich vengono sottoposte ad un processo di etching, vengono sovrapposte esattamente come si trovavano al momento della esposizione e quindi sono osservate al microscopio.

In questo modo è possibile visualizzare entrambi i frammenti di ciascuna fissione binaria, con la possibilità di discriminare da eventi di fotoframmentazione e dal fondo. Con questa tecnica abbiamo già eseguito misure di sezioni d'urto di fotofissione per Bi, Pb, Tl, Hg ed Au ed i risultati conseguiti sono stati pubblicati su Lettere al Nuovo Cimento vol. 2 (1971) pgg. 117-120 e pgg. 271-274.

3) - Impegno di fisici e tecnici. Collaborazioni. -

I fisici interessati all'esperimento sono: G. Bologna (LNF); V. Emma, A.S. Figuera, S. Lo Nigro, C. Milone (Catania).

I LNF dovrebbero mettere a disposizione un altro fisico, per la realizzazione del successivo punto 6.

4) - Impegno finanziario. -

L'impegno finanziario, per altro non rilevante, sarà equamente suddiviso tra la sezione di Catania dell'INFN e i Laboratori Nazionali di Frascati.

5) - Impegno di tempo. -

6 mesi per la realizzazione del punto 6, 12 mesi per effettuare tutta la sistematica delle misure.

6) - Richieste particolari verso il Sincrotrone. -

E' necessario realizzare una versione migliorata del fascio di bremsstrahlung coerente in cristalli, già esistente presso l'elettrosincrotrone, che possieda più accentrate caratteristiche di monocromaticità ($\Delta E_\gamma / E_\gamma = 10 \div 15\%$).

Per far questo è necessaria una stretta collaborazione con il Laboratorio Sincrotrone per modifiche della camera a vuoto e di parti mecca-

8.

niche contenute nella sezione diritta. E' altresì richiesto un adeguamento del sistema di conteggio dello spettrometro a coppie, che consenta una misura indistorta dello spettro energetico dei γ fino ad energie minime di 50 MeV.

7) - Elaborazione dati. -

L'esperimento si dovrà avvalere del nuovo calcolatore "on line" in arrivo all'elettrosincrotrone per l'acquisizione diretta dei dati dello spettro γ . Il laboratorio elettronico dei LNF dovrà provvedere ad interfacciare tale calcolatore con il sistema di conteggio.

Per quanto riguarda il calcolo "off line", è adeguato il sistema IBM 360/44, in dotazione ai LNF, collegato con il sistema IBM 360/75 del centro di calcolo di Bologna del CNEN.

ELETTRODISINTEGRAZIONE DI NUCLEI

1) - Programma scientifico. -

Il gruppo G1 della Sezione di Roma dell'INFN ha messo a punto la tecnica dei rivelatori plastici che si presta molto bene per rivelare particelle altamente ionizzanti in un fondo molto elevato di quanti γ e di particelle al minimo di ionizzazione.

Si pensa di poter utilizzare tale tecnica per studiare, nella elettrodisintegrazione (o nella fotodisintegrazione) di nuclei, la produzione (sezione d'urto e distribuzione angolare) di frammenti nucleari.

2) - Apparato sperimentale. -

Si pensa di iniziare con l'elettrodisintegrazione prodotta da elettroni nel rivelatore stesso. Questa è la cosa che, sperimentalmente è più facile da realizzare e che non richiede altro che un sostegno per allineare la lastra nel fascio. Si pensa di fare qualche prova per vedere quale è l'intensità massima che le plastiche possono sopportare pur permettendo una buona rivelazione dei frammenti; tuttavia da precedenti prove (effettuate però in fasci γ o di protoni) si ritiene di poter sopportare fino a 10^{14} elettroni/cm². Quindi ognuna delle esposizioni (ad elettroni eventualmente di differente energia) potrà richiedere al massimo 1 ora.

Nella plastica i nuclei targhetta sono C, N, O; riteniamo quindi che queste prime esposizioni non permettano una analisi quantitativa del fenomeno, ma dovranno solo permetterci di calcolare nel miglior modo possibile le esposizioni da fare usando un bersaglio di polietilene (di $\sim 10 \mu$ di spessore) ed usando le plastiche come rivelatore esterno. Ciò richiederà la costruzione di una tank per fare l'esposizione sotto vuoto. Tale tank potrà essere costruita a Roma.

La targhetta di polietilene potrà essere sostituita da altri materiali in un secondo tempo. La durata presumibile di questo tipo di esposizione è di ~ 10 h.

3) - Impegno di fisici e tecnici. Collaborazioni. -

La ricerca sarà condotta dai ricercatori: G. Baroni, S. Di Liberto, S. Petrera e G. Romano, dai tecnici R. Diotallevi e G. Sgarbi e le plastiche saranno esplorate a Roma dagli scanners del G1.

La permanenza a Frascati sarà molto limitata. Tutti i ricercatori sono impegnati anche in altri esperimenti con la medesima tecnica.

10.

4) - Impegno finanziario. -

Il finanziamento rientra nei 4,2 ML chiesti per il G1 al Gruppo III (Fisica dei Nuclei) dell'INFN.

5) - Impegno di tempo. -

La prima fase (plastiche nel fascio) potrà concludersi verso la primavera e l'esposizione con la tank potrà farsi immediatamente dopo.

GRUPPO SANITA' (e, e', p)

1) - Programma scientifico. -

Il gruppo di fisica dei nuclei della Sottosezione Sanità dell'INFN è impegnato in una vasta linea di ricerca sulla struttura dei nuclei attraverso lo studio della diffusione quasi-elastica di elettroni di alta energia prodotti dall'elettrosincrotrone di Frascati. L'inizio di tale linea di ricerca risale al 1963 quando, impiegando il fascio interno del sincrotrone, si iniziò la misura della reazione (e, e'p), rivelando in coincidenza gli elettroni diffusi e i protoni strappati dai nuclei. I risultati lusinghieri conseguiti, sia per quanto riguarda le energie di legame dei protoni nei nuclei, sia per quanto si riferisce alle distribuzioni di quantità di moto dei protoni legati, hanno spinto il gruppo nel 1966 a formulare un nuovo programma di ricerche, tenuto conto anche della sopravvenuta disponibilità a Frascati di un fascio estratto di elettroni.

Il nuovo esperimento, oltre a continuare lo studio della reazione (e, e'p) con maggiore risoluzione ed elevata velocità di conteggio, si propone di estendere il suo campo di interesse anche alle reazioni (e, e'n), (e, e'd), (e, e'α): la prima è strettamente legata alla (e, e'p) e dovrebbe permettere un interessante raffronto con essa, mentre le altre due reazioni possono dare importanti informazioni sull'esistenza di aggregati di particelle nei nuclei. Sono, inoltre, in programma misure della reazione (e, e'pn) e di fotoproduzione sotto-soglia di mesoni K^+ , per mettere in evidenza l'effetto delle correlazioni.

2) - Apparato sperimentale. -

L'apparato sperimentale consiste in:

a) Un ramo elettroni, comune a tutte le reazioni, costituito da un magnete analizzatore (focheggiamento di bordo), da un sistema di contatori a scintillazione per la definizione rapida degli eventi, e da due camere a scintille con lettura magnetostriativa. L'angolo solido di rivelazione è dell'ordine di 10^{-2} sr, mentre la banda di energie accettata è di 100 MeV;

b) Un ramo protoni, costituito da un sistema di scintillatori per la definizione rapida degli eventi, da una camera a scintille acustica per la determinazione della direzione di volo dei protoni e da una camera a scintille di range per la determinazione dell'energia dei protoni. Questa ultima potrà essere, eventualmente, sostituita da un telescopio di 30 contatori a scintillazione sottili, qualora gli elevati fondi non ne permettessero l'impiego. L'angolo solido di rivelazione è dell'ordine di 0.35 sr, mentre la banda di energie accettata è di 90 MeV. Il ramo permette la misura contemporanea degli eventuali deutoni emessi nella reazione (e, e'd);

12.

c) Un ramo neutroni, costituito da un sistema di 15 contatori a scintillazione solidi di forma cilindrica (diametro 30 cm, altezza 15 cm) opportunamente schermati e disposti in modo da permettere la determinazione della direzione di volo dei neutroni e della loro energia attraverso una misura di tempo di volo. L'angolo solido di rivelazione è di 0.12 sr, mentre la banda di energie rivelata è di 100 MeV ;

d) Un ramo α , costituito da un odoscopio di contatori a stato solido sottili per la misura del dE/dx , e da contatori a stato solido spessi per la misura della loro energia. L'angolo solido di rivelazione è dell'ordine di 0.2 sr, mentre la banda di energie accettata è di circa 40 MeV.

L'elettronica rapida è per la quasi totalità di produzione EG&G. Un calcolatore IBM 1800 è, poi, posto in linea sull'esperienza con lo scopo di fornire una prima analisi delle misure (che verranno successivamente elaborate a Roma con il calcolatore IBM 7040 dai Laboratori di Fisica dell'Istituto Superiore di Sanità), oltre che un controllo diretto dell'intero apparato.

La progettazione, costruzione e messa a punto dell'apparato sperimentale ha richiesto un lungo tempo, anche e soprattutto per la complessità delle funzioni da esplicitare ; nel frattempo il gruppo ha, tuttavia, continuato a effettuare misure con un apparato provvisorio, in cui venivano inseriti di volta in volta i nuovi pezzi man mano pronti : sono state così, tra l'altro, studiate, a energia degli elettroni incidenti di 710 MeV, la diffusione elastica in Idrogeno e la reazione ($e, e'p$) in Carbonio e in Ossigeno. Al momento attuale restano ancora da ultimare alcune parti, e precisamente restano da costruire : a) i supporti meccanici di sostegno dei rivelatori sul ramo elettroni ; b) una camera a scintille proporzionale in alternativa alla camera acustica, nell'eventualità che quest'ultima non sia utilizzabile per gli elevati fondi presenti ; c) una accurata schermatura dell'intero apparato, essenziale per ridurre i fondi, e quindi le casuali, a un livello accettabile. Sono anche da definire una canalizzazione da vuoto che interessi possibilmente oltre che gli elettroni diffusi anche il fascio incidente, e un sistema di monitoraggio del fascio che, misurando il fascio γ di bremsstrahlung prodotto nel bersaglio, permetta una normalizzazione assoluta dei conteggi (separazione dei γ dagli elettroni primari). Per tutti questi aspetti sarebbe necessario un serio contributo dei Laboratori Nazionali di Frascati, particolarmente per quanto riguarda l'utilizzazione dei servizi tecnici. Un'altra richiesta che il gruppo ritiene di dovere avanzare è la possibilità di disporre di almeno 5 rack nella 1^a sala conteggio, in prossimità, cioè, della sala esperienze, per la realizzazione della logica rapida con tempo di intervento compatibile con la memoria delle camere a scintille.

3) - Impegno di fisici e tecnici. Collaborazioni. -

I ricercatori impegnati attualmente nell'esperimento sono: G. Campos Venuti, G. Cortellessa, G. Farchi, S. Frullani, R. Giordano (borsista), P. Salvadori, K. Takamatsu (borsista, proveniente dall'Institute for Nuclear Study, University of Tokyo, Japan); G. Capitani, E. De Sanctis (LNF).

I tecnici impegnati sono: A. Calicchia, M. Gricia, G. Grisanti.

Di questi Capitani e De Sanctis sono impegnati anche in un esperimento presso il Leale.

Il gruppo lamenta la mancanza di 1 tecnico: un contributo in tal senso da parte dei Laboratori Nazionali di Frascati è vivamente richiesto; c'è da aggiungere, poi, che due ricercatori sono a tempo determinato, in quanto fruiscono, per il 1971, di una semplice borsa di studio: sarebbe, perciò, estremamente importante che i Laboratori Nazionali di Frascati provvedessero a garantire la permanenza del dr. K. Takamatsu per il 1972, attraverso un contributo dei Laboratori stessi.

4) - Impegno finanziario. -

Il finanziamento dell'esperienza (apparato sperimentale) è stato a tutt'oggi di circa 300.000 KL, per la massima parte contribuito dall'Istituto Superiore di Sanità. E' prevedibile che nel prossimo futuro la spesa per anno risulti abbastanza inferiore al ritmo finora sostenuto di 60.000 KL/anno. Naturalmente in queste cifre non si tiene conto delle spese per il personale.

Il gruppo ritiene di dovere avanzare nei riguardi dei Laboratori una richiesta di finanziamento di circa 10.000 KL/anno, tenuto anche conto che due ricercatori dei Laboratori stessi collaborano all'esperienza.

E' anche il caso di far presente come si ritenga indispensabile che siano estese a tutti i componenti del gruppo le facilitazioni riservate ai dipendenti del Centro nei riguardi della mensa, come è stato nel passato, tenuto conto della pratica impossibilità di provvedere altrimenti ad un sostanziale contributo di rimborso spese.

5) - Impegno di tempo. -

Per quanto riguarda un impegno di tempo, si può senz'altro affermare che le misure non termineranno prima della fine del 1975, e potranno senz'altro prolungarsi fino al 1978 qualora si intraprenda la misura della fotoproduzione sotto-soglia di K^+ , come è vivo desiderio del gruppo. Si ritiene, d'altronde, che il sincrotrone di Frascati sia ancora una macchina unica nel suo genere per le ricerche che si intendono

14.

condurre, e che resterà almeno competitiva per tutto il periodo su menzionato, sempre che venga attrezzata efficacemente e mantenuta a un alto livello di efficienza. Naturalmente, per una corretta interpretazione dei limiti di tempo dichiarati è necessario che il tempo-macchina a disposizione del gruppo non sia inferiore al 30 %.

6) - Richieste particolari al gruppo macchina. -

Anche con riferimento ai punti precedenti, si ritiene indispensabile la realizzazione, nel più breve tempo possibile, di una nuova area sperimentale per il fascio estratto, dotata di tutti gli automatismi che ne garantiscano una efficace utilizzazione. In tal senso sono vivamente auspiccate la realizzazione di uno spettrometro che consenta misure di momento fino a 1000 MeV/c, l'ampliamento dei sistemi di alimentazione dei componenti magnetici, con possibilità di lettura diretta delle condizioni di campo, programmazione e intervento a calcolatore, l'estensione dell'area di utilizzabilità del carro-ponte, il controllo televisivo delle varie parti dell'apparato e del fascio estratto, la costruzione di un sistema compatto di schermature fisse e, in generale, la massima automazione, unita alla semplificazione maggiore possibile, dei parametri che incidono sulla stabilizzazione e sulla riproducibilità del fascio, oltre che sulla loro monitorazione. Si fa notare che il gruppo è completamente disponibile, come già in passato, a offrire tutto il suo appoggio, anche finanziario nei limiti delle proprie disponibilità, per la realizzazione delle strutture necessarie alla riuscita del programma proposto: si ricorda, in tal senso, come l'Istituto Superiore di Sanità abbia già provveduto ad acquisire un sistema di sonde magnetiche per il controllo del canale del fascio estratto, intenda provvedere all'acquisto del sistema di monitor televisivo, oltre che abbia già messo a disposizione degli altri gruppi interessati il sistema 1800 IBM (in linea sulla propria esperienza) per il tempo (non trascurabile) in cui esso non venga utilizzato dalla Sanità.

7) - Impegno elaborazione dati per il 1972. -

Per quanto riguarda questo punto non si hanno particolari richieste da fare. Si ricorda viceversa, come oltre alla disponibilità del 1800 più sopra ricordata, l'Istituto Superiore di Sanità non abbia difficoltà, come già per il passato, a offrire tempo macchina presso il proprio calcolatore IBM 7040.

GRUPPO DI ELETTROPRODUZIONE π^+ 1) - Programma scientifico. -

Il gruppo, nello scorso mese di settembre, ha già portato a termine la prima parte del suo programma di ricerca, eseguendo delle misure di sezione d'urto di elettroproduzione vicino alla soglia per tre diversi valori del momento trasferito. I dati raccolti sono ora in corso di elaborazione.

Il gruppo si propone di completare il suo programma cioè di eseguire le misure relative alla seconda parte^(x) il cui scopo è la separazione della parte longitudinale e trasversale della sezione d'urto.

2) - Apparato sperimentale. -

Tali misure sono del tutto analoghe a quelle già eseguite. Si tratta di raccogliere le coincidenze tra il ramo elettroni e quello neutroni in condizioni cinematiche diverse; pertanto non si prevedono modifiche all'attuale dispositivo sperimentale. Dato però che il contatore per neutroni dovrà essere avvicinato al fascio, è possibile che vi sia un aumento dei fondi per la cui eliminazione è utile l'analisi in corso dei dati raccolti.

3) - Impegno di fisici e tecnici, Collaborazioni. -

Il gruppo risulta ora così composto: Borgia, De Notoristefani, Frondaroli, Sestili, Severi (segretario), Guerra (tecnico); di questi, Borgia è attualmente impegnato al CERN fino al prossimo mese di marzo.

Si ritiene che la configurazione detta sia sufficiente a portare a termine il programma esposto anche in considerazione del fatto che esso costituisce il proseguimento di una esperienza già in buona parte svolta. Tutti i componenti del gruppo provengono da Roma.

4) - Impegno finanziario. -

Il finanziamento richiesto in sede di preventivi INFN, gruppo I è il seguente:

(x) - vedi progetto di esperienza (Ottobre 1969).

16.

1	ML	materiale di consumo
0.5	ML	missioni
2	ML	calcolo
<hr/>		
3.5	ML	Totale

5) - Impegno di tempo. -

In via preliminare, da specificare meglio quando l'attuale elaborazione dei dati verrà completata, si pensa di richiedere turni nella assegnazione successiva alla prossima. In particolare si ritiene che saranno necessari 20 turni per lo studio di questi fondi, e successivamente 30 turni per la misura vera e propria. La chiusura dello esperimento è prevista per il Luglio 1972.

6) - Richieste particolari al gruppo macchina. -

Come richieste impegnative nei confronti del gruppo macchina, si prevede solo il miglioramento della schermatura.

GRUPPO $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$ 1) - Programma scientifico. -

Il gruppo intende studiare le seguenti reazioni:

- (1) $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$
- (2) $\pi^0 \rightarrow e^+e^-\gamma$
- (3) $\eta \rightarrow \pi^0\gamma\gamma$
- (4) $\eta \rightarrow e^+e^-\gamma$
- (5) $\gamma n \rightarrow n \pi^0$ in deuterio

- L'interesse scientifico della reazione (1) risiede nel fatto che questa reazione non conserva C nelle interazioni forti e o elettromagnetiche.
- Per quanto riguarda la reazione (2), lo spettro della massa invariante del sistema e^+e^- fornisce una determinazione del fattore di forma del π^0 , che verrebbe misurato con una precisione maggiore di quelle finora esistenti.
- La reazione (3) è interessante perchè le misure esistenti sono ambigue e contrastanti.

Per quanto riguarda il decadimento $\eta \rightarrow \pi^0\gamma\gamma$ la situazione è controversa essenzialmente perchè vi è una serie di recenti esperimenti che trovano questo decadimento compatibile con zero mentre i vecchi esperimenti lo trovano $\sim 20\%$ di tutti i decadimenti in neutri. Gli ultimi esperimenti al riguardo sono quelli di B. Cox et al. che trovano:

$$R = \frac{\eta \rightarrow \pi^0\gamma\gamma}{\eta \rightarrow \text{neutri}} = 12.2\%$$

ed S. Devons et al. che trovano $R \sim 7\%$ al 90% di livello di fiducia. Mentre nell'ambito di teorie abbastanza semplici, come la vector dominance model, ci si dovrebbe aspettare un risultato pressochè nullo, una sua eventuale abbondanza può trovare giustificazione solo con ipotesi più sofisticate. Un incremento del modo $\eta \rightarrow \pi^0\gamma\gamma$ implica infatti necessariamente un calo del modo $\eta \rightarrow 3\pi^0$ e conseguentemente uno scostarsi dal valore 1.5 del rapporto $R(\pi^0\pi^0\pi^0/\pi^+\pi^-\pi^0)$ il che risulta assai difficile da spiegare.

Si sono avanzate varie ipotesi come l'introduzione di contributi del

mesone σ , o addirittura la presenza di termini con $\Delta I = 3$, ma sostanzialmente la questione rimane aperta ed è rimandata ad una misura più precisa che possa discriminare tra i vari dati attualmente disponibili.

- L'elettrodinamica quantistica prevede anche l'esistenza del decadimento $\eta \rightarrow e^+e^- \gamma$ (reazione (4)) ed il calcolo del "branching ratio" $R(\eta \rightarrow e^+e^- \gamma / \eta \rightarrow 2\gamma)$ eseguito da Jarlskog et al. fornisce il valore $R \simeq 1/60$. Questo decadimento è particolarmente interessante non solo perchè dal punto di vista sperimentale è assai poco noto, ma anche perchè con le coppie di Dalitz dell' η si può indagare una zona di valori, per la massa invariante dei 2 elettroni, sufficientemente alta da mettere in evidenza per esempio contributi da parte dei mesoni vettori.

Se infatti l'ampiezza di questo decadimento è dominata dal polo di un mesone vettore (V.D.M.) allora il propagatore del mesone vettore introduce nell'ampiezza il fattore di forma

$$\Gamma(X^2) = \frac{1}{1 - \frac{X^2}{m_\rho^2}}$$

dove:

$$X^2 = (E_+ + E_-)^2 - (p_+ + p_-)^2 \simeq 2 E_+ E_- (1 - \cos \theta)$$

è la massa invariante della coppia di elettroni.

$\Gamma(X^2)$ comparirà a fattore nella distribuzione di probabilità della variabile X^2 per il resto completamente determinata da pura elettrodinamica.

Osserviamo che mentre $\Gamma^2(0) = 1$, all'altra estremità dello spettro $\Gamma^2(m_\eta^2) \simeq 4$. Uno studio sperimentale della distribuzione di X^2 , fatto selezionando coppie e^+e^- a grande angolo, dovrebbe mettere in evidenza un eventuale effetto di questo ordine di grandezza anche con statistica modesta.

- La reazione (5) verrebbe studiata alla prima risonanza, e riveste particolare interesse secondo recenti risultati sperimentali per una analisi della esistenza di un termine isotensoriale della corrente elettromagnetica e una possibile violazione del "time reversal" nelle interazioni e-m degli adroni.

Lo studio delle reazioni (1) e (2) è in fase avanzata, e fu a suo tempo presentata una proposta di esperienza. Per quanto riguarda le reazioni (3) e (4) esiste una proposta che qui alleghiamo, e che già è stata presentata in sede di bilanci 1971. La reazione (5) è allo stadio di progettazione.

2) - Apparato sperimentale. -

L'apparato sperimentale relativo alle reazioni (1) e (2) (che si studiano in parallelo) è stato già realizzato, e consiste di larghi contatori a scintillazioni, camere a scintilla a fili con lettura mediante filo magnetostriativo, ed un calcolatore IBM 1800 in linea per la registrazione dei dati su nastro magnetico.

Lo stesso apparato sperimentale servirà per le reazioni (3) e (4), ma con una differente sistemazione cinematica. Pertanto sarà necessario costruire alcune parti meccaniche qui a Frascati, ed una matrice di 8 scintillatori plastici.

Per lo studio della reazione (5) occorrerà un rivelatore per neutroni, che ci verrà prestato da un altro gruppo di ricerca, oppure sarà costruito qui a Frascati.

3) - Impegno di Fisici e Tecnici. Collaborazioni. -

Attualmente il gruppo è composto dai seguenti fisici: E. Di Capua, G. Matone, T. Tau, fisici a pieno tempo, L. Satta (a metà tempo, V. Pocci, L. Tortora (borsisti) e R. Del Fabbro (fino a chiusura del tema 1) di ricerca. I tecnici sono: Barotti, Giacalone, Ubaldini (a pieno tempo).

Questo è il numero minimo, di ricercatori e di tecnici necessari alla ricerca. E' necessario pertanto provvedere alla sistemazione dei Dr. V. Pocci e L. Tortora. Per far proseguire in parallelo anche lo studio del progetto della reazione (5) è necessario almeno un altro fisico.

4) - Impegno finanziario. -

Si prevede una spesa complessiva di 20 milioni.

5) - Impegno di tempo. -

Si prevede di esaurire le ricerche (1) e (2) entro il 1972 e le altre entro il 1974.

6) - Richieste particolari al gruppo macchina. -

Si richiede naturalmente un funzionamento corretto del sincrotrone, ed assistenza per quanto riguarda la radiofrequenza.

20.

7) - Impegno elaborazione dati per il 1972. -

I dati forniti dal calcolatore IBM 1800 su nastro magnetico, vengono attualmente analizzati al calcolatore UNIVAC dell'Università di Roma. In seguito potranno essere analizzati, se necessario, dall'IBM 360 di Frascati.

GRUPPO CAMERA A BOLLE

1) - Programma scientifico. -

Nel 1966 il gruppo ha iniziato, con la tecnica delle camere a bolle, lo studio sistematico della fotoproduzione doppia di pioni su protone e su neutrone, con lo scopo di raccogliere un insieme di dati su tutti i canali di fotoproduzione doppia.

Sono finora state misurate le reazioni

$$(1) \quad \gamma p \rightarrow p \pi^+ \pi^-$$

$$(2) \quad \gamma n \rightarrow n \pi^+ \pi^-$$

$$(3) \quad \gamma n \rightarrow p \pi^- \pi^0$$

Per il 1972 è in programma la misura delle reazioni:

$$(4) \quad \gamma p \rightarrow p \pi^0 \pi^0$$

$$(5) \quad \gamma p \rightarrow n \pi^+ \pi^0$$

L'informazione sperimentale su tutte le reazioni, a parte la (1), era finora molto carente.

Nel 1970 - 71 è stata inoltre completata la misura e l'analisi della reazione:

$$(6) \quad \gamma n \rightarrow p \pi^-$$

Nello studio di questa reazione si sono ottenuti importanti risultati che hanno contribuito ad aprire le seguenti problematiche:

- a) l'esistenza di una componente isotensoriale nella corrente elettromagnetica;
- b) la possibile violazione del "time reversal" nelle interazioni elettromagnetiche degli adroni (confronto con la reazione inversa $\pi^- p \rightarrow n \gamma$);
- c) l'esistenza in fotoproduzione su neutrone della risonanza $P_{11}(1470)$ e sua possibile assegnazione ad un multipletto di SU_3 non previsto dal modello a Quarks.

Sono inoltre in fase di progetto esperimenti per lo studio della polarizzazione dei nucleoni di rinculo nella fotoproduzione di π^+ , π^0 e π^- . (Detto programma dovrebbe riguardare gli anni 1973 e 74).

2) - Apparato sperimentale. -

- 1 camera a bolle a idrogeno o deuterio (ϕ 32 x 15 cm³)
- 1 camera a bolle a liquido pesante (freon o propano) (ϕ 50 x 36 cm³) con targhetta interna (idrogeno, deuterio, elio, etc.)
- 1 spettrometro a coppia con camera a filo magnetostrittivo per la misura dello spettro .
- 1 sistema di quantametria elettronico per misurare il flusso dei γ che attraversa la camera a bolle
- 1 sistema elettronico per comandare il flash della camera a bolle a liquido pesante solo in coincidenza con eventi selezionati (in costruzione)
- 3 tavoli di misura con apparecchi tipo mangiaspago
- 2 proiettori per scanning.

3) - Impegno di fisici e tecnici, Collaborazioni. -

Il gruppo attualmente ha la seguente composizione:

- Ricercatori: A. Piazza, G. Susinno (LNF); V. Rossi (Roma); F. Carbonara, G. Gialanella, M. Napolitano, R. Rinzivillo, F. Drago (programmatrice) (Napoli);
- Tecnici: D. Fabbri e L. Maiani (LNF); P. Benvenuti (Napoli);
- Osservatori: C. De Palo (LNF); F. Cortellessa, M. Gatta, C. Lambo (Roma) e 6 osservatori di Napoli.

Tutte le persone di cui sopra non sono impegnate in altra attività di ricerca.

Per portare a termine il lavoro nei tempi previsti al punto 5) sono necessari:

- a Frascati o Roma: 5 ricercatori + 1 programmatore, 4 tecnici di laboratorio e 6 osservatori;
- a Napoli: 5 ricercatori + 1 programmatore, 1 tecnico e 6 osservatori.

4) - Impegno finanziario. -

Per il 1972 il gruppo richiede:

- 16 ML ai Laboratori Nazionali di Frascati
- 4,5 ML alla Sezione INFN di Roma
- 17 ML alla Sezione INFN di Napoli

5) - Impegno di tempo. -

Per la fine del 1972 contiamo di terminare l'esperienza di fotoproduzione in deuterio e di avere i primi risultati sulle reazioni (4) e (5).

L'esperimento relativo alle reazioni (4) e (5) dovrebbe terminare alla fine del 1973.

6) - Richieste particolari al gruppo macchina. -

Nel 1972 avremo bisogno di circa 70 turni di macchina con le seguenti richieste:

- a) - elevata stabilità della intensità;
- b) - alta intensità (per la misura con la camera a bolle a liquido pesante, il fascio γ deve essere molto collimato ($\phi = 1$ mm)).

7) - Impegno elaborazione dati per il 1972. -

Per lo "scanning" si veda il punto 4).

Per il calcolo l'impegno previsto è:

100 h presso l'Univac 1108 di Roma
200 h presso il 360/44 di Frascati.

GRUPPO "SOLIDI" DI ROMA

1) - Programma scientifico. -

Da alcuni anni presso le macchine acceleratrici di particelle di Tokyo, di Amburgo, di Madison (USA) ed altre, Gruppi di Fisici utilizzano la radiazione di sincrotrone emessa dalle particelle accelerate come sorgente di radiazione nella regione spettrale dell'estremo ultravioletto da vuoto (V. U. V.) per compiere ricerche di spettroscopia atomica, molecolare e dello stato solido. Tali iniziative sono attualmente in pieno sviluppo in tutto il mondo.

Anche presso i Laboratori Nazionali di Frascati sono in corso di svolgimento analoghe ricerche ed i risultati ottenuti sono stati oggetto di pubblicazione. Attualmente il Gruppo Solidi Roma è rimasto l'unico a portare avanti i propri programmi di ricerca. Esso è stato notevolmente potenziato di recente con l'aggiunta di nuovi ricercatori e tecnici, con la possibilità di avvalersi della collaborazione dei servizi interni dei Laboratori e con l'assegnazione di una nuova e vasta area sperimentale presso il sincrotrone, che ha permesso il montaggio di due esperienze da svolgere contemporaneamente e che può essere ulteriormente ampliata.

Nella prima parte di questo programma di ricerche illustreremo le caratteristiche della radiazione emessa dagli elettroni accelerati nella macchina di Frascati e le apparecchiature ottiche in funzione sui canali di luce disponibili. Nella seconda parte discuteremo i programmi scientifici che sono in fase di svolgimento o di avanzata realizzazione, con la descrizione delle apparecchiature specifiche. Nella terza parte discuteremo l'organizzazione del gruppo, l'impegno finanziario e le future necessità della ricerca.

Sono in programma i seguenti esperimenti:

- a) Determinazione delle costanti ottiche dei composti fortemente anisotropi, ad es. composti lamellari quali Grafite, GaSe, GaS, GaTe etc.

Si intende estendere lo studio delle costanti ottiche dei composti fortemente anisotropi, che abbiamo già svolto fino a 6 eV, anche ad energie più elevate. Queste misure permetterebbero di conoscere le componenti del tensore dielettrico, dato che è possibile far uso di una sorgente notevolmente polarizzata (v. fig. 1) e di verificare la validità del modello bidimensionale usato per calcolare le bande di energia di questi materiali. Difatti, essendo le bande profonde praticamente indipendenti da k , le transizioni ottiche ad alta energia forniscono direttamente la densità degli stati della sola banda di conduzione; sfruttando poi la possibilità di poter accedere a diverse bande profonde, mediante

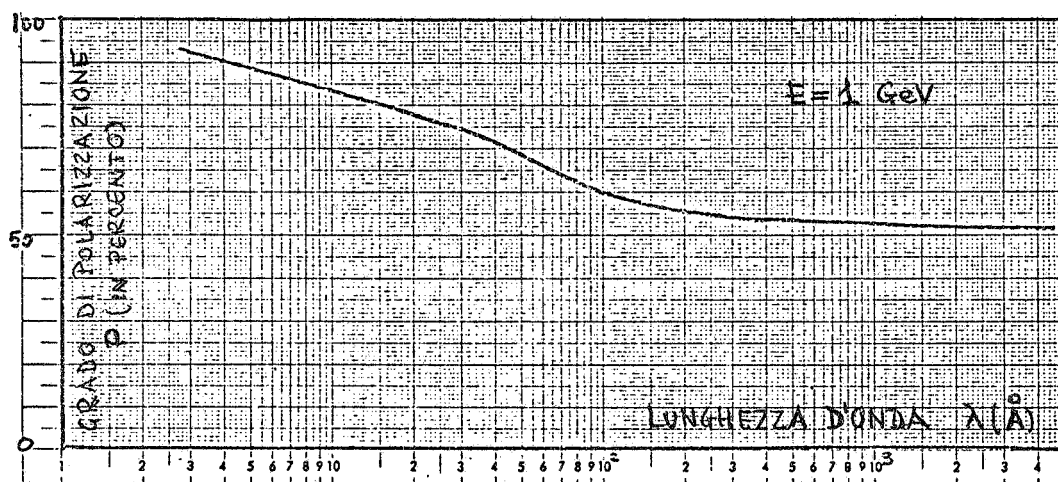


FIG. 1

le regole di selezione, è possibile risalire alla simmetria degli stati finali. Diviene altresì possibile l'acquisizione di dati sulle eccitazioni di plasma da mettere in relazione con quelli ottenuti direttamente da esperimenti di perdita di energia di elettroni.

b) Effetti modulatori con luce di sincrotrone.

L'uso delle tecniche modulatorie delle costanti ottiche di un mezzo permette di:

- rivelare con maggiore sensibilità transizioni elettroniche che altrimenti non si potrebbero osservare con misure convenzionali.
- conoscere direttamente la risposta del sistema a perturbazioni esterne (campi elettrici, magnetici, sforzi, temperatura), che producono delle variazioni sugli spettri osservati di una parte su 1000 o meno.

Mentre questa tecnica è stata ampiamente utilizzata da qualche anno nella spettroscopia del visibile e primo ultravioletto, nessun risultato è stato ancora ottenuto nella spettroscopia di sincrotrone. Tra i vari metodi di modulazione che per il momento sembrano più adatti ad essere applicati in questa regione spettrale ricordiamo la modulazione di temperatura e la modulazione di lunghezza d'onda.

Modulazione di temperatura. - E' già pronto l'apparato per svolgere le misure di termomodulazione mediante riscaldamento ottico pulsato nel campione, metodo che risulta indispensabile volendo compiere misure su films sottili di materiali isolanti (per esempio alogenuri alcalini) senza interferire sulla loro struttura elettronica.

La modulazione termica che si è ottenuta con questo sistema originale, alla temperatura dell'azoto liquido, è circa di 2°K su film di oro autosostenuti spessi qualche centinaio di \AA .

Modulazione di lunghezza d'onda. - La modulazione di lunghezza d'onda è una tecnica modulatoria che permette di eseguire misure di spettroscopia ad altissima risoluzione, in quanto fornisce direttamente la derivata degli spettri ottici. La modulazione della lunghezza d'onda può essere eseguita facendo vibrare la fenditura d'ingresso del monocromatore. Uno spostamento Δs della fenditura dal cerchio di Rowland produce una variazione $\Delta \lambda$ al primo ordine di

$$\Delta \lambda = \frac{d}{R} \cdot \Delta s$$

dove d è il passo del reticolo ed R il suo raggio di curvatura. Nel caso del monocromatore ad incidenza radente, equipaggiato con un reticolo da 300 righe/mm, si ottiene una variazione $\Delta \lambda \approx 1.5 \text{ \AA}$ per uno spostamento di 100 μ della fenditura di ingresso.

2) - Apparato sperimentale. -

Le caratteristiche della radiazione di sincrotrone sono state descritte in dettaglio in precedenti lavori. Ricordiamo brevemente che essa è fortemente collimata nel piano dell'orbita (esce con una divergenza dell'ordine di 0.5 mrad. per elettroni da 1 GeV), è polarizzata quasi linearmente con il vettore campo elettrico che vibra nel piano dell'orbita, ed ha una distribuzione spettrale continua che si estende dalla regione dei raggi X molli fino all'infrarosso, con un massimo intorno a 18 \AA nel caso di elettroni da 1 GeV.

In fig. 2 riportiamo la distribuzione spettrale delle due componenti di polarizzazione (parallela e perpendicolare al piano dell'orbita) della radiazione emessa da elettroni monoenergetici da 1 GeV, mentre nella fig. 1 è mostrato il grado di polarizzazione P della luce definito da $P = (I_{\parallel} - I_{\perp}) / (I_{\parallel} + I_{\perp})$. La fig. 3 mostra la distribuzione spettrale della radiazione misurata ad una energia massima degli elettroni di 1 GeV.

L'apparecchiatura ottica ed elettronica utilizzata è stata descritta dettagliatamente in un lavoro precedente. Ricordiamo che attualmente sono pronti due canali di misura, il primo equipaggiato con un monocromatore McPherson mod. 247 ad incidenza radente ed il secondo con un monocromatore Hilger & Watts mod. E766 ad incidenza normale. Con questi due strumenti è possibile coprire l'intero intervallo spettrale 5-2000 \AA con risoluzioni dell'ordine di 1/1000 e si possono svolgere contemporaneamente due programmi di ricerca indipendenti. Ciascun monocromatore è dotato di una camera di misura munite di criostato ad azoto liquido, estremamente versatile per poter cambiare tipo di esperienza. La rivelazione viene eseguita mediante fotomoltiplicatori senza finestra della Bendix mod. M306. L'elettronica è costituita da amplificatori integratori del tipo Boxcar e Lock-in.

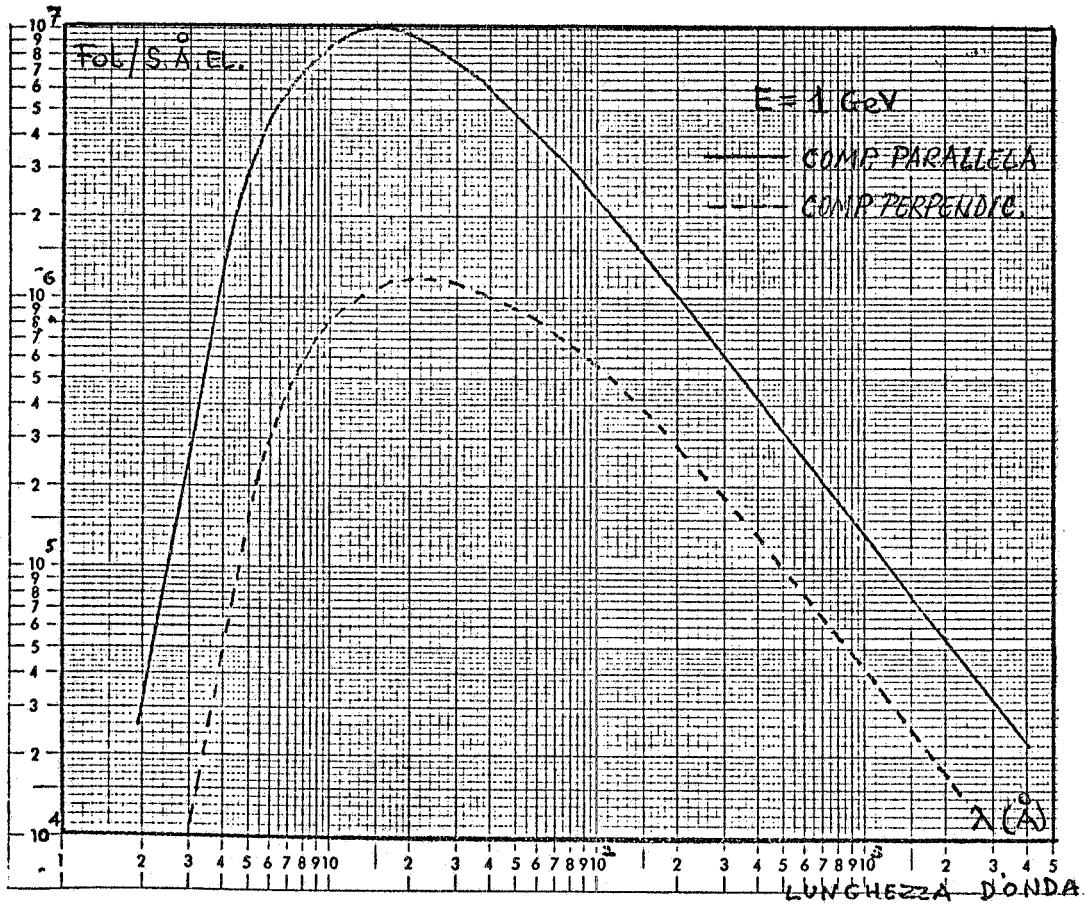


FIG. 2

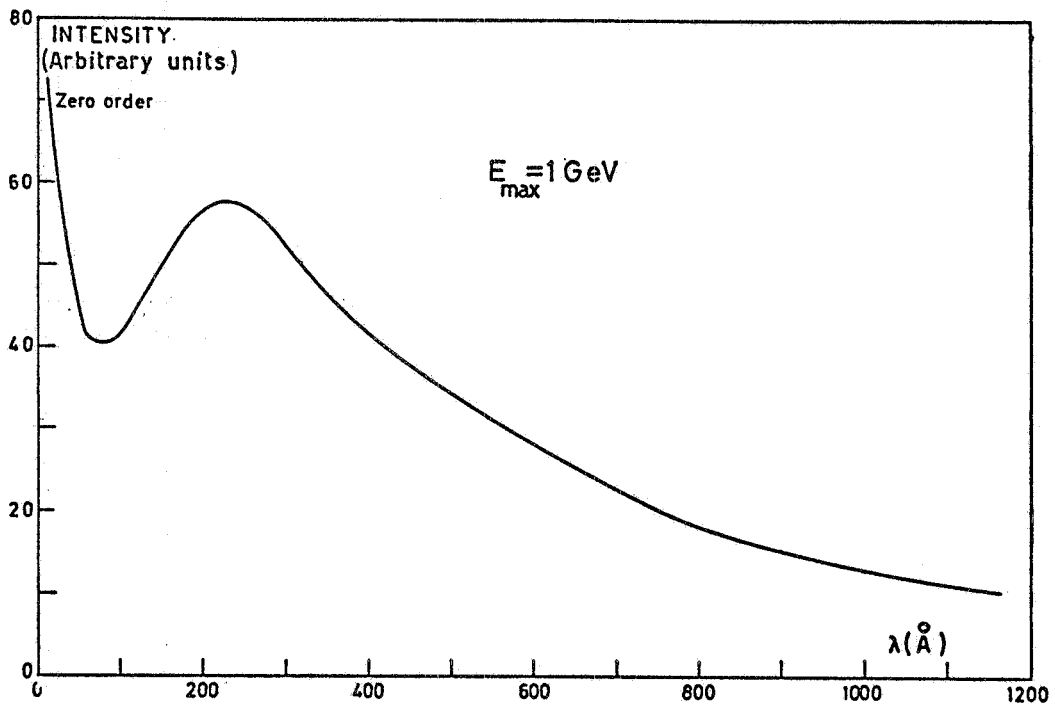


FIG. 3

Per il futuro sarebbe auspicabile di poter usufruire di un calcolatore on-line per il controllo e l'elaborazione delle misure, in particolare per quelle che richiedono alta sensibilità o la necessità di estrarre il segnale da eventuali fondi.

Misure su campioni fortemente ossidabili o alterabili rendono necessarie la tecnica dell'evaporazione "in situ", che è allo studio, ed i problemi connessi potrebbero facilmente essere risolti in collaborazione con i Laboratori.

Oltre che per le misure di fisica dei solidi l'apparecchiatura potrebbe essere usata per misure di efficienza di fotomoltiplicatori di interesse per altri gruppi dei LNF.

3) - Impegno di fisici e tecnici. Collaborazioni. -

Il gruppo "Solidi Roma" è una collaborazione tra l'Istituto di Fisica dell'Università di Roma ed i Laboratori di Fisica dell'Istituto Superiore di Sanità, sotto la guida scientifica dei Proff. G. Chiarotti e F. Bassani. Attualmente fanno parte del gruppo le seguenti persone: A. Balzartti (Roma); A. Bianconi (LNF); E. Burattini (Borsista CNR); M. Grandolfo (Sanità); M. Piacentini (CNR); A. Cucolo (Laureanda Napoli, Gruppo Prof. E. Pancini); A. Mancini (Tecnico Roma).

L'Ing. Branca dei LNF cura la parte tecnica dell'esperienza connessa con il sincrotrone.

Per l'analisi teorica dei risultati ci si avvale del gruppo teorico diretto dal Prof. E. Bassani dell'Università di Roma.

E' interessato per una collaborazione a tempo parziale su alcuni aspetti di fisica dei metalli anche il Dr. R. Rosei, Università di Roma, che ha acquisito esperienza in questo senso alla Iowa State University (USA).

Il gruppo ha goduto in precedenza di una collaborazione con il Professor W. Lynch della Iowa State University che è stato a Roma per un periodo di sei mesi, ed è in contatto per una futura collaborazione con il Prof. U. Fano dell'Università di Chicago.

Si pensa che il numero di persone attualmente impegnato sia sufficiente per l'attività sperimentale iniziale (purchè venga stabilizzata la posizione di A. Bianconi e ci si possa avvalere della collaborazione dei servizi tecnici dei LNF); è indispensabile l'associazione in forma stabile di un teorico del gruppo del Prof. F. Bassani.

La problematica è però così ampia che potrebbe sostenere una attività di ricerca di un gruppo anche più grande.

4) - Impegno finanziario. -

La dotazione del gruppo che serve essenzialmente per le spese di aggiornamento dell'esperienza è di circa 20.000.000. - da suddividersi nel modo seguente:

- 10.000.000. = Istituto di Fisica dell'Università di Roma
- 10.000.000. = Istituto Superiore di Sanità (Laboratori di Fisica).

Sarebbe però auspicabile il raddoppio della catena elettronica che permetterebbe l'uso contemporaneo di due canali, il cui costo è valutabile intorno ai 12 milioni. Sarebbe utile un contributo diretto dai LNF¹ per questo acquisto.

5) Impegno di tempo. -

Il programma di ricerca proposto può essere completato entro un anno per quel che riguarda lo studio dei composti citati esplicitamente nel capoverso a) della seconda parte, mentre richiede un impegno maggiore di tempo (di 2-3 anni) per l'applicazione a problemi di interesse fisico delle tecniche descritte nel capoverso b).

Occorre tuttavia tener presente che le tecniche modulatorie sono estremamente versatili nel senso che si possono utilizzare nello studio di differenti problemi di fisica dei solidi; inoltre la possibilità di sviluppare altre tecniche (modulazione del campo magnetico, spettroscopia di elettroni ecc.) rende l'esperienza proposta in grado di evolversi ed estendersi notevolmente nel tempo.

6) Richieste particolari al gruppo macchina. -

Si richiede un ampliamento decisivo dell'area sperimentale ora disponibile in modo da allontanare le apparecchiature dalle schermature della macchina. Tra i vantaggi più importanti elenchiamo:

- a) ci si può avvicinare alle apparecchiature durante la fase di accelerazione degli elettroni.
- b) si può suddividere i canali di luce in più fasci e quindi si può allestire un maggior numero di esperienze indipendenti. Questa soluzione è stata anche quella adottata ad Amburgo e al sincrotrone di Tokyo.

Nelle condizioni attuali risulta inoltre difficile lavorare "in parasitaggio" a causa delle differenti condizioni di funzionamento richieste dai diversi utenti della macchina (energia degli elettroni, intensità del fascio, targhette inserite etc.). Per assicurare una maggiore continuità di lavoro è quindi indispensabile usufruire di un numero di turni dell'ordine di "quanti" e classificare l'esperienza tra quelle di tipo A.

GRUPPO DI SPETTROSCOPIA ATOMICA E MOLECO
LARE IN CAMPO MAGNETICO MEDIANTE LA LUCE
DI SINCROTRONE.

1) - Programma Scientifico. -

E' ben noto l'interesse attuale degli studi di spettroscopia atomica e molecolare nell'estremo ultravioletto ($\sim 10 \div 3000 \text{ \AA}$). L'obiettivo primario della linea di ricerca proposta è l'uso della luce di sincrotrone per lo studio sperimentale della spettroscopia di solidi e gas in questa regione spettrale in presenza di intensi campi magnetici modulati ($50 \div 100 \text{ KOe}$). Tale studio non è stato finora iniziato da nessuno dei gruppi sperimentali attualmente impegnati in queste ricerche. La difficoltà tecnica principale da superare è la realizzazione di campi magnetici superconduttori modulati. Si pensa di adoperare a tal fine tecniche basate sulle oscillazioni meccaniche del solenoide superconduttore che genera il campo magnetico. Si cercherà anche di studiare, sia in presenza che in assenza di intensi campi magnetici statici, la spettroscopia di modulazione di solidi e gas, quando la modulazione di alcune grandezze fisiche del campione è ottenuta con campi elettrici modulati, stress meccanici, ecc.

Queste ricerche potenzieranno ed amplieranno il programma scientifico relativo all'uso della luce di sincrotrone già in corso di svolgimento presso i Laboratori Nazionali di Frascati, e saranno condotte in stretta collaborazione con i ricercatori già impegnati in questo campo. Mentre per il 1° anno si potrebbe adoperare il canale del sincrotrone attualmente usato per le esperienze "Solidi-Roma", è prevedibile per gli anni successivi la necessità di adoperare un secondo canale per soddisfare alle esigenze di sviluppo e potenziamento di questa linea di ricerche.

2) - Apparato sperimentale. -

L'apparecchiatura sperimentale necessaria è essenzialmente apparecchiatura ottica ed elettronica, e materiale per la costruzione di magneti superconduttori. Mentre i magneti superconduttori sarebbero costruiti presso i Laboratori Nazionali di Frascati, tutti i componenti della apparecchiatura ottica ed elettronica, non reperibili presso il Centro, sarebbero acquistati.

3) - Impegno di fisici e tecnici. Collaborazioni -

Il personale laureato sarebbe costituito da G. Gatti, M. Iannuzzi e V. Montelatici, che sarebbero impegnati a pieno tempo in questa attività.

Il personale tecnico dovrebbe essere costituito da un tecnico elet

tronico e da un tecnico meccanico da reperire presso i Laboratori Nazionali di Frascati. Per i primi 6 + 12 mesi, la collaborazione tecnica di G. Navacci (da distaccare dal Laboratorio Gas Ionizzati) sarebbe estremamente utile, avendo egli già acquisita una larga esperienza tecnica su alcuni problemi di nostro interesse.

La collaborazione più continua e diretta sarà quella con i gruppi di struttura della materia, in particolare il gruppo teorico, dell'Istituto di Fisica di Roma.

4) - Impegno finanziario. -

L'acquisto della strumentazione sopra citata, per la parte indispensabile all'attività del primo anno, è valutabile in un impegno finanziario di circa 30 ML.

5) - Impegno di tempo. -

L'inizio dell'attività sperimentale dipende dall'espletamento delle relative pratiche amministrative (trasferimenti, acquisti, ecc.). Comunque, anche in attesa di questo espletamento, si potrebbe iniziare fin dal prossimo dicembre-gennaio il lavoro sperimentale (essenziale per la esecuzione del programma scientifico proposto) sulla realizzazione di un magnete superconduttore oscillante. La progettazione di un tale magnete è stata infatti già discussa presso il Gruppo Magneti dei Laboratori Nazionali di Frascati, e potrebbe essere abbastanza rapidamente conclusa anche nei dettagli costruttivi.

Si potrebbe anche iniziare per il prossimo dicembre l'organizzazione di una serie di altre prove preliminari di vario tipo riguardanti tecniche di modulazione.

6) - Richieste particolari al gruppo macchina. -

Sarà necessario un locale adatto per prove e montaggi di ottica, di circa 50 m².

GRUPPO DI RADIOCHIMICA DI ROMA

1) - Programma scientifico. -

L'attività che il Gruppo Radiochimica di Roma da tempo svolge presso l'elettrosincrotrone dei Laboratori Nazionali di Frascati, riguarda lo studio delle interazioni anelastiche fra fotoni di alta energia e nuclei complessi effettuato mediante il metodo dell'attività indotta (radiochimico). Nel corso degli anni passati il nostro Gruppo ha svolto una ricerca sistematica riguardante le reazioni fotonucleari del tipo (γ, xn) e (γ, xp, yn) ricavandone la conclusione di una generale validità del modello di interazione fotomesonico-ottico, anche se, per la reazione (γ, n) in particolare, si sono incontrate notevoli difficoltà nell'interpretazione dei risultati sperimentali.

Durante i primi sei mesi del 1970, inoltre, si era iniziato lo studio della fotofissione di nuclei medio-pesanti (iniziando con il Bi^{209}).

Il programma che il nostro Gruppo intende svolgere per il futuro è il seguente:

- a) riprendere, macchina e turni permettendo, lo studio della fotofissione dei nuclei medio-pesanti (estendendo la ricerca Au^{197} , Ta^{181} , etc.).
- b) studiare in maniera esauriente la fotofissione di elementi ad elevato Z^2/A , quali U^{233} , Pu^{239} , Am^{242} , etc. (in questo caso è nostra intenzione usare una diversa tecnica di rivelazione, e precisamente, quella che sfrutta lamine di Markrofol per la registrazione delle tracce dei frammenti di fissione).
- c) studiare la fotofissione di elementi medi e leggeri (per es. Ag, Fe, Ca, etc.).

L'interesse scientifico della nostra ricerca può essere facilmente compreso se si pensa alla notevole scarsità di dati relativi ai valori di fotofissionabilità, di trasparenza dei nuclei ai fotoni di alta energia, di larghezza a mezza altezza della curva di distribuzione di massa dei prodotti di fissione, etc. D'altra parte, in un gran numero di laboratori, si nota da qualche tempo a questa parte, un risveglio di interesse per tali problemi.

2) - Apparato sperimentale. -

L'apparato sperimentale è una linea convenzionale di spettrometria gamma (cristallo di NaI(Tl) e analizzatore di impulsi a 400 canali). Non necessita di componenti elettronici speciali. Non è strettamente necessario il calcolatore "On-line".

3) - Impegno di fisici e tecnici. Collaborazioni. -

Il Gruppo è composto di sei ricercatori e tale numero ci sembra sufficiente. Non tutti i ricercatori debbono necessariamente lavorare a Frascati. Nessuno di questi ricercatori è impegnato in altre esperienze.

4) - Impegno finanziario. -

L'impegno finanziario non può essere precisato con sicurezza non essendoci pervenute ancora le offerte per la preparazione delle targhette etc. Il gruppo dispone, comunque, di fondi propri (indipendente da CNEN e INFN).

5) - Impegno di tempo. -

L'impegno di tempo è previsto di circa due anni (con efficienza ragionevole della macchina) e frequenza di turni di circa uno per settimana (forse meno).

FASCIO DI ELETTRONI POLARIZZATI

1) - Programma scientifico. -

Recentemente notevole interesse è sorto tra i fisici per la realizzazione di fasci di elettroni polarizzati. La loro applicazione, anzi, alla fisica atomica, è già in ampio sviluppo; specie nei laboratori esteri: un fascio di elettroni polarizzati può essere usato per lo studio a) delle interazioni spin-orbita, b) spin-spin, c) della polarizzabilità degli atomi.

Un fascio di elettroni polarizzati di alta energia non è stato finora ottenuto. La possibilità di accelerazione ad alta energia di un tal fascio presso l'elettrosincrotrone è stata studiata teoricamente da A. Turin su suggerimento di G. Bologna. Le applicazioni ad alta energia sono illustrate in una nota del gruppo Alte Energie (LNF-71/1).

2) - Apparato sperimentale. -

L'apparato sperimentale in questione è un dispositivo per ottenere un fascio di elettroni polarizzati di caratteristiche adatte per ricerche di fisica atomica e per essere usato come iniettore in un sincrotrone.

Un confronto fra le caratteristiche di questo metodo e quelle di metodi analoghi proposti per ottenere intensi fasci di elettroni polarizzati, porta attualmente ad un valore previsto per l'intensità di 10^{12} e⁻/imp, 20 imp/sec.

3) - Impegno di ricercatori e tecnici. Collaborazioni.

Fisici impegnati nella ricerca: T. Letardi, A. Reale.

Si ritiene che 4 sia il numero minimo necessario di ricercatori perchè si abbia modo di mandare avanti la ricerca. Tale numero è dettato dalla necessità: 1) di metter su l'attuale fascio, 2) di preparare un'adeguata sperimentazione fisica, 3) di uno studio del futuro adattamento ad un acceleratore. Tecnico di gruppo: E. Montanari.

4) - Impegno finanziario. -

E' prevista una spesa di 3.5 milioni per il 1972.

5) - Impegno di tempo. -

L'alta intensità prevista dal progetto, ben aldisopra di quelle attualmente funzionanti, pone problemi e difficoltà verificabili con misure dirette che il gruppo si propone di indagare entro il 1972. Pertanto si pensa di fissare alla fine del 1972 i limiti raggiungibili con tale tecnica.