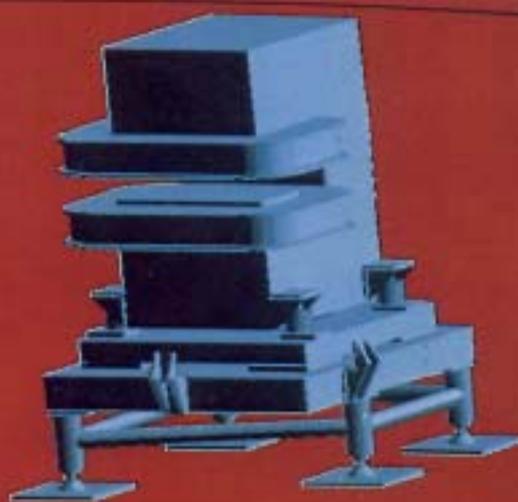
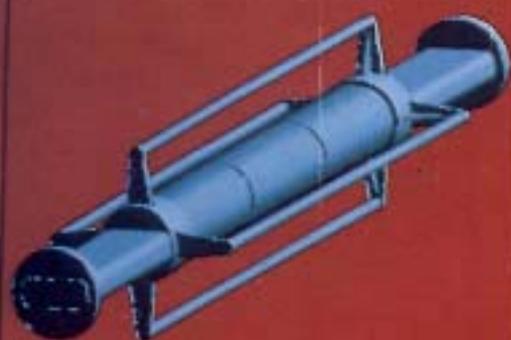


ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI



CAD LAB. NAZ. DI FRASCATI

1986

RAPPORTO DI ATTIVITÀ

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI

LNF - 86/26 (R)

Luglio 1986

1986

RAPPORTO DI ATTIVITÀ

Servizio Documentazione
dei Laboratori Nazionali di Frascati
Cas. Postale 13 - Frascati (Roma)

Sergio TAZZARI

Direttore LNF

Aldo CATTONI

Direttore Divisione Tecnica

Mario GRECO

Direttore Divisione Ricerca

Franco TAZZIOLI

Direttore Divisione Macchine

Coordinatore Scientifico

Giorgio CAPON

Redazione

Luigina INVIDIA

In copertina: **Immagine d'insieme di alcuni dei disegni in 3D prodotti con il CAD (ITALCAD su APOLLO DN3000).**

INDICE

INTRODUZIONE	1
LINEE DI RICERCA	5
1. - FISICA DELLE ALTE ENERGIE CON ACCELERATORI	5
Misura del fattore di forma elettromagnetico del neutrone ad Adone (FENICE)	5
Esperimento ALEPH al LEP del CERN	7
Esperimento CDF al Collider del FermiLab	9
Fotoprodotzione di quarks pesanti al FermiLab (FLATEV)	12
Esperimento MAC a SLAC	13
Esperimento SLD al Linear Collider di SLAC	14
Esperimento ZEUS ad HERA	16
Esperimento DM2 al DCI di Orsay	21
2. - FISICA DELLE ALTE ENERGIE PASSIVA	23
Esperimento NUSEX al Monte Bianco	23
Esperimento ICARUS al Gran Sasso	24
Esperimento LVD al Gran Sasso	27
Esperimento MACRO al Gran Sasso	29
Ricerca di antiprotoni cosmici (MASS)	31
3. - FISICA NUCLEARE	34
La facility LEALE	34
Esperimenti di fotodisintegrazione con il fascio γ LEALE (FNNI2)	35
Esperimenti di fotofissione con il fascio γ LEALE (FISSI/LE)	36
Esperimenti con il fascio γ Ladon	37
Jet Target su Adone	39
Interazione di antiprotoni di bassa energia con nuclei al LEAR del CERN (TOFRADUPP)	40
Studio dell'annichilazione di antinucleoni al Lear (OBELIX)	42
Realizzazione di un fascio γ da retrodiffusione Compton di fotoni laser a Brookhaven (LABRO)	43
Esperimenti di diffusione di elettroni a Saclay (SFR)	45
4. - LUCE DI SINCROTRONE	48
Esperimenti col fascio da magneti curvante (PULS)	48
Caratteristiche del fascio dei magneti curvanti	48
Descrizione dei Laboratori	50
Attività scientifica	55
Esperimenti col fascio wiggler (PWA)	58
Attività di ricerca	58
Attività di sviluppo	62

5. - FISICA DEGLI ACCELERATORI	68
Attività	68
Laser ad elettroni liberi ad Adone (LELA)	70
Electron Cooling ad alta energia per il LEAR	72
Progetto di un anello per Luce di Sincrotrone (Afrodite)	73
6. - FISICA GENERALE E DIVERSI	76
Internetwork File Transfer (HEPNET 2)	76
Misure di flusso di neutroni termici e veloci al Gran Sasso (FLUNE)	76
Rivelatore di particelle ionizzanti basato su giunzioni tunnel superconduttrici (SLEND)	79
Sviluppo di sistemi a multiprocessore e reti locali (VET)	82
7. - FISICA TEORICA	83
Teoria dei campi	83
Fenomenologia della fisica delle alte energie	83
Fisica dei raggi cosmici e dei monopoli	85
Struttura della materia	85
8. - PROGRAMMA DI SUPERCONDUTTIVITÀ	86
ATTIVITÀ DELLA DIVISIONE MACCHINE	90
Servizio Operazione	90
Servizio Elettronica	91
Servizio Radiofrequenza	94
Servizio Meccanica Impianti e Vuoto	94
ATTIVITÀ DELLA DIVISIONE TECNICA	98
Servizio Progettazioni e Sperimentazioni	98
Gruppo Elettrotecnica	103
Servizio Rivelatori	105
CENTRO DI CALCOLO	107
Attività	107
Telecomunicazioni al Laboratorio del Gran Sasso	119
SERVIZI GENERALI	110
Servizio Fisica Sanitaria	110
Servizio di Medicina del Lavoro	110
Servizio Documentazione	111
PUBBLICAZIONI	112
FRASCATI NATIONAL LABORATORIES	115

INTRODUZIONE

I Laboratori Nazionali di Frascati (LNF) costituiscono per dimensioni e finanziamenti la principale unità operativa dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

Le ricerche svolte nei LNF comprendono fisica nucleare delle basse e alte energie, esperimenti di fisica atomica e struttura della materia con fasci di luce di sincrotrone, programmi di superconduttività, fisica teorica e attività diverse di fisica generale.

Tali attività sono svolte nell'ambito di gruppi di ricerca locali e di collaborazioni su scala italiana o internazionale; sia presso le macchine acceleratrici dei LNF (il Linac ed Adone) che presso laboratori esteri.

Le attività dei LNF sono inquadrare (vedi Organigramma) in tre Divisioni: la Divisione Ricerca cui fanno capo le singole attività di ricerca;

la Divisione Macchine che gestisce le macchine acceleratrici e il loro upgrade e svolge attività di ricerca e sviluppo in fisica degli acceleratori;

la Divisione Tecnica che cura le attività di progetto e costruzione relative a componenti per gli esperimenti e per le macchine.

Le attività in sede comprendono gli esperimenti con i fasci di raggi γ dei gruppi Leale e Ladon, esperimenti ad Adone (free electron laser e la misura del fattore di forma del neutrone) ed esperimenti con la luce di sincrotrone.

Quest'ultima attività si svolge nel quadro di una convenzione con il CNR che consente a numerosi utenti esterni di usare le attrezzature dei LNF.

Le attività fuori sede consistono principalmente nella partecipazione a vaste collaborazioni internazionali per esperimenti di fisica delle particelle presso gli acceleratori del Cern, di Amburgo (Hera), di Orsay e Saclay in Europa, o quelli di Stanford (SLC) e del FermiLab (Tevatron) negli USA.

Inoltre i LNF concorrono con l'apporto di gruppi di ricerca e della Divisione Tecnica alla preparazione dei tre grandi esperimenti (Icarus, LVD, Macro) in programma al Laboratorio del Gran Sasso.

Il gruppo teorico dei LNF è impegnato sia in aree di studio prossime alle attività speri-

mentali (fisica dei colliders $p\bar{p}$, e^+e^- , fisica dei monopoli e raggi cosmici, fisica nucleare, struttura della materia) che in ricerche sulla teoria dei campi.

A fine 1986 erano in servizio 274 dipendenti di cui 76 ricercatori; assieme a questi lavorano anche ricercatori e tecnici provenienti dall'Università (associati) e numerosi studenti che svolgono la tesi di laurea presso i LNF.

I finanziamenti dei LNF per il 1986 sono stati di 30 miliardi (3.6 per il funzionamento generale, 11.7 per attrezzature di base e servizi comuni, 14.7 per la ricerca).

I risultati scientifici conseguiti nel 1986 sono meglio illustrati nei singoli contributi a questo rapporto. Di seguito ci si limita a una panoramica dei fatti più salienti per la vita dei LNF occorsi nell'anno.

Con l'installazione e la messa in funzione del primo liquefatore di elio dei LNF ha preso l'avvio al laboratorio criogenico che costituisce il supporto di base per lo sviluppo del programma di superconduttività. Primo obiettivo di tale programma è la realizzazione di un magnete wiggler superconduttore (attualmente in costruzione all'Ansaldo) per Adone. Gli ulteriori sviluppi prevedono lo studio di cavità e acceleratori superconduttori.

A metà '86 c'è stata una fermata Adone di circa 4 mesi durante la quale è stata installata sulla macchina la nuova camera a vuoto, comprensiva dei nuovi monitors di posizione del fascio. Il sistema dei 21 monitors consente una misura dell'orbita chiusa di Adone in circa un minuto. È proseguito il lavoro per il ripristino del funzionamento a due fasci di Adone (ricostruzione del canale di iniezione dei positroni, nuovo convertitore per positroni etc.); è stato consegnato a fine anno il nuovo iniettore per il Linac (cannone + sezione acceleratrice). Nel quadro del programma di ammodernamento degli impianti a RF è entrato in servizio un nuovo trasmettitore e sono iniziati i collaudi sulla nuova cavità a 51 Mhz.

Gli esperimenti di luce di sincrotrone impiegano sia il fascio proveniente dai magneti curvanti di Adone (fascio Puls) che quello proveniente dal magnete wiggler (fascio PWA). Oltre che alla conduzione dei singoli esperimenti

l'attività concerne l'upgrade delle linee di luce e della relativa strumentazione. Per il fascio Puls sono state approvate due nuove linee; la prima sarà una linea ad alto flusso nella regione del lontano ultravioletto e dei raggi X molli, la seconda sarà dedicata a studi biologici (in particolare con la spettroscopia temporale a fluorescenza) nella regione spettrale 2-10 eV. Il laboratorio PWA, inaugurato nel 1985, ha iniziato la sperimentazione sulla linea a raggi X, mentre le altre due linee BX2-S e BX2-L (dedicata alla litografia con raggi X) sono state quasi completate nel corso dell'anno assieme alle relative stazioni sperimentali.

È stato avviato il programma Jet Target che prevede l'installazione sulla sezione diritta di Adone di una targhetta a getto di Argon gassoso per la produzione di un fascio di raggi γ di bremsstrahlung. L'energia dei fotoni del fascio sarà misurata con un sistema di scintillatori di tagging.

È stato approvato l'esperimento Obelix per lo studio delle interazioni \bar{p} -p a Lear (ricerca di glueballs, stati ibridi, stati esotici, etc.).

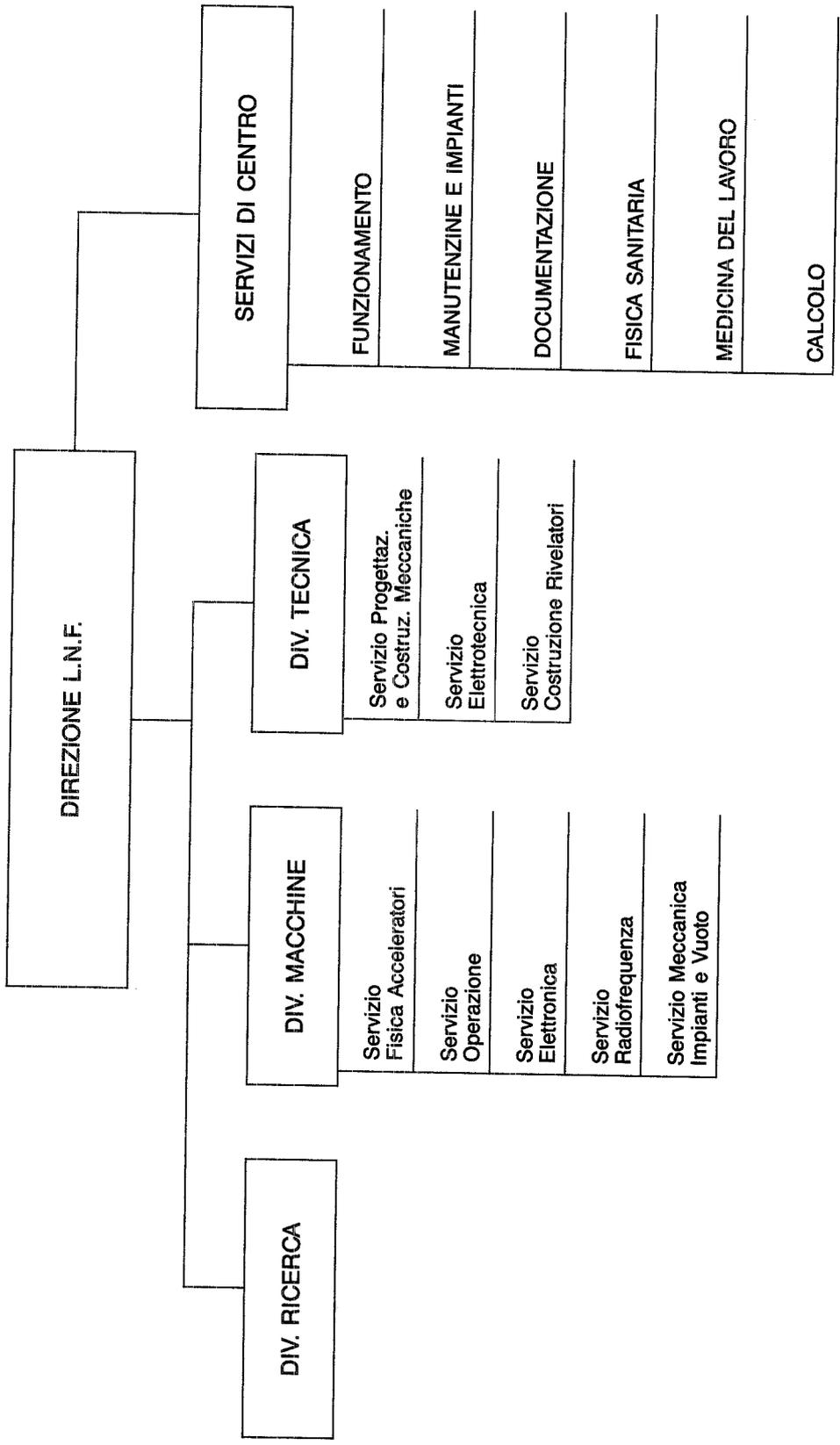
Per l'esperimento Ladon è in progetto un sistema di tagging basato su rivelatori a microstrip per migliorare la risoluzione in energia del fascio. Lo stesso gruppo ha anche allo studio la possibilità di produrre raggi X di bassa energia, coerenti e polarizzati, mediante diffusione Compton tra fotoni laser ed elettroni in un ondulatore.

L'esperimento CDF ha iniziato la presa dati a FermiLab.

A cura del Centro di Calcolo è stata sviluppata la rete Ethernet che ora copre praticamente tutta l'area dei Laboratori, mettendo in connessione il VAX-8600 centrale con i vari microVax dedicati a singole attività; a tale rete è pure collegata la stazione grafica Megatek acquistata dal gruppo CDF per la visualizzazione degli eventi del Collider.

Per quanto riguarda il progresso del lavoro per gli esperimenti in preparazione va menzionato:

- L'esperimento Aleph ha completato nei tempi previsti la costruzione del barrel del calorimetro adronico. L'apparato è ora sotto test nella ex Hall Bebc al Cern.
- È in fase di completamento il montaggio al FermiLab del calorimetro elettromagnetico esterno dell'esperimento Flatev.
- Per l'esperimento Fenice sono stati realizzati la camera da vuoto a parete sottile e il rivelatore di vertice a tubi a streamer.
- È proseguita al "tubificio" la produzione di tubi a streamer limitato; anche per il calorimetro adronico dell'esperimento SLD e per l'esperimento LVD al Gran Sasso.
- Presso l'Ansaldo verrà costruito il solenoide superconduttore per l'esperimento Zeus secondo le specifiche e sotto la supervisione dell'INFN, in collaborazione con l'Enea.



PERSONALE DIVISO PER FUNZIONI	Coll	Altri	TOT
Attività Divisione Ricerca			
Gruppi	42	20	62
"Facilities" (LEALE, LADON, PULS, PWA)	18	11	29
	<hr/>		
	TOTALE	60	31
			91
Assistenza tecnica agli esperimenti (Divisione Tecnica)	4	24	28
	<hr/>		
	64	55	119
Acceleratori e Superconduttività (Divisione Macchine + Divisione Tecnica)	22	54	76
Servizi tecnico/scientifici e generali (Divisioni e Servizi)	8	49	57
Amministrazione	3	14	17
Direzione	1	4	5
	98	176	274

LINEE DI RICERCA

1. - FISICA DELLE ALTE ENERGIE CON ACCELERATORI

Misura del fattore di forma elettromagnetico del neutrone ad Adone (FENICE)

Componenti del gruppo: A. Antonelli, R. Baldini Ferroli, M.E. Biagini, S. De Simone, B. Dulach, S. Guiducci, M. Preger, M. Spinetti, M. Tului (L).

Collaborazione con: Cagliari, Ferrara, Padova, Roma I, Roma II, Torino, Trieste.

L'esperimento FENICE si propone principalmente di misurare la sezione d'urto del processo

$$e^+ e^- \rightarrow n \bar{n}$$

alla soglia (≈ 2 GeV nel centro di massa).

Non si hanno misure del fattore di forma del neutrone nella regione time-like. Le previsioni teoriche al riguardo sono molto incerte. Se si fa l'ipotesi di dominanza dei mesoni vettori noti e si utilizzano le misure dei fattori di forma space-like del protone e del neutrone, con le misure del fattore di forma time-like del protone, si ottiene la predizione di Fig. 1.

In vicinanza alla soglia ci si aspetta quindi fino ad un ordine di grandezza a vantaggio del neutrone. D'altronde ci si potrebbe attendere un risultato completamente diverso considerando il rapporto relativo tra cariche elettriche e momenti magnetici.

Inoltre la sezione d'urto di annichilazione $e^+ e^-$ in adroni sembra presentare, sulla base dei dati dell'esperimento DM2 al DCI finora analizzati, una struttura complicata in corrispondenza della soglia $N \bar{N}$. Questo fenomeno potrà essere ulteriormente indagato con un

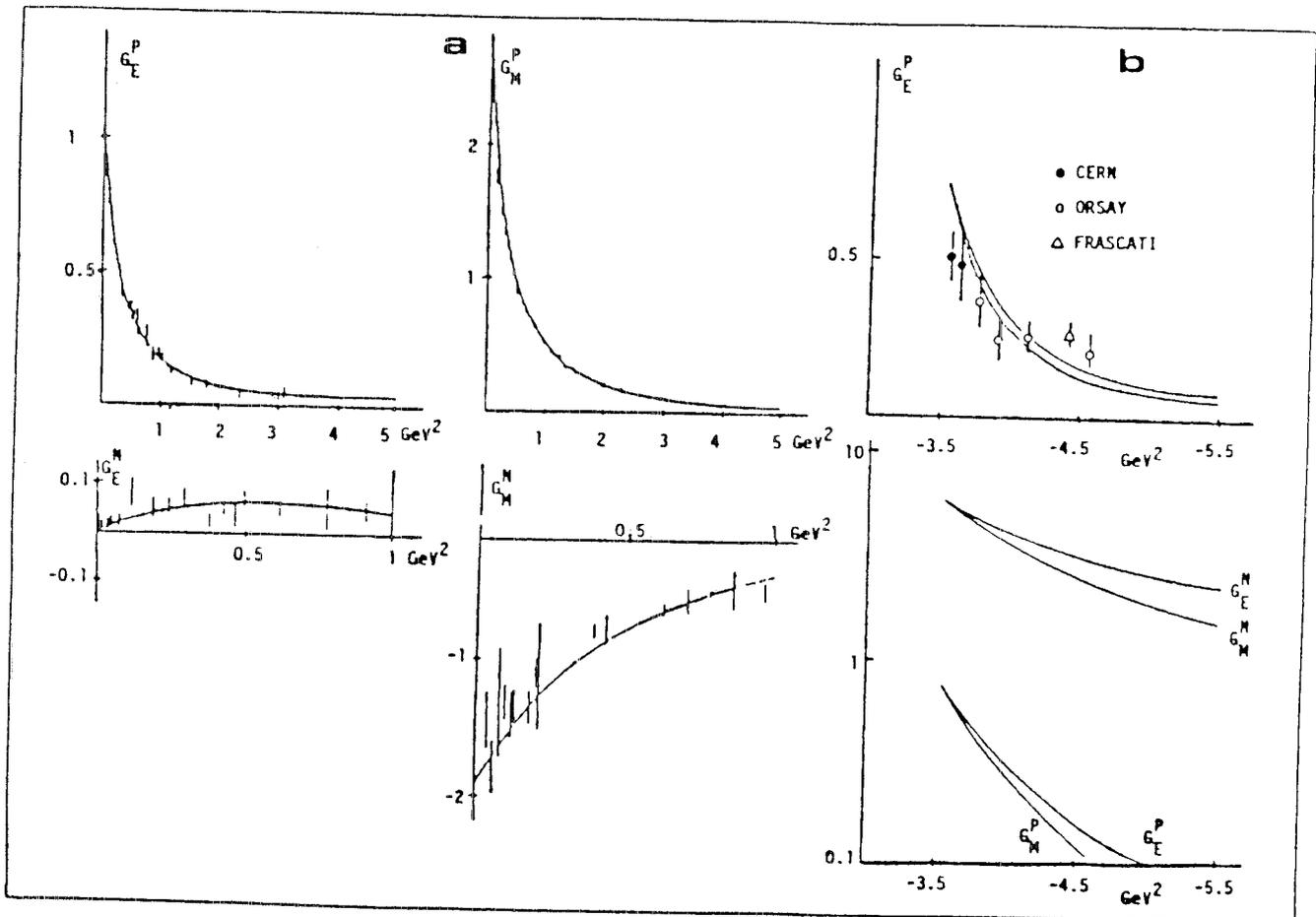


FIG. 1 - (a) Dati e fits per i fattori di forma del P e del N per e -Nucleone \rightarrow e -Nucleone. (b) Dati e fits per i fattori di forma del N per $e^+ e^- \rightarrow$ Nucleone-Antinucleone.

apparato a grande angolo solido e bassa soglia di trigger come FENICE.

La misura del fattore di forma della Σ^+ e dei decadimenti

$$\begin{aligned} \Psi &\rightarrow n \bar{n} \\ \Psi &\rightarrow \Sigma^{\pm} \Sigma^{\mp} \end{aligned}$$

mai misurati sino ad ora, completa il programma di misure previsto per FENICE nell'assetto in corso di costruzione.

Essendo attualmente Adone l'unico acceleratore al mondo in grado di fornire una buona luminosità all'energia richiesta ($L \approx 3 \cdot 10^{29} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ a 2 GeV), è previsto il ripristino dei fasci collidenti entro il 1987. Questa operazione, che comporta pesanti modifiche ed innovazioni rispetto all'attuale configurazione, inizierà nel Maggio '87 con la fermata macchina.

L'apparato FENICE è composto da 8 settori, coprenti l'85% di 4π . Ogni ottante è costituito da:

- un sandwich di tre piani di scintillatori e tubi a streamer standard per uno spessore totale di 20 cm di scintillatore, per la rivelazione del neutrone in una frazione degli eventi;

- un sandwich di 17 piani di Ferro da 0,8 cm a tubi a streamer, intercalati da uno scintillatore ogni 5 strati, per il riconoscimento della stella dell'antineutrone.

Inoltre attorno alla ciambella sottile (spessore = .3 mm) verranno montati:

- una corona di scintillatore da .5 cm;
- quattro strati di tubi a streamer a 7 celle, a struttura leggera, per la ricostruzione della sorgente. Per questo scopo è anche prevista la lettura dei tempi di drift sui tubi.

L'apparato è infine racchiuso da una "casamatta" in cemento sul cui tetto verranno installati dei contatori RPC di veto per la reiezione dei cosmici. Lo schema di massima dell'apparato è mostrato nella Fig. 2.

Nel corso del 1986 si è preceduto all'acquisto ed alla costruzione dei vari componenti. Nei L.N.F. sono stati costruiti tutti i tubi dell'apparato, per un totale di circa 900 da 7 celle (≈ 6300 celle) e 1500 da 8 (≈ 12000 celle).

Per la descrizione dell'apparato e delle sue performances si sta usando il MonteCarlo standard CERN, GEANT 3.10. È stato necessario implementare una simulazione dettagliata dell'annichilazione degli \bar{n} a bassa energia nel codice di simulazione delle interazioni adroniche GHEISHA, usato da GEANT. In

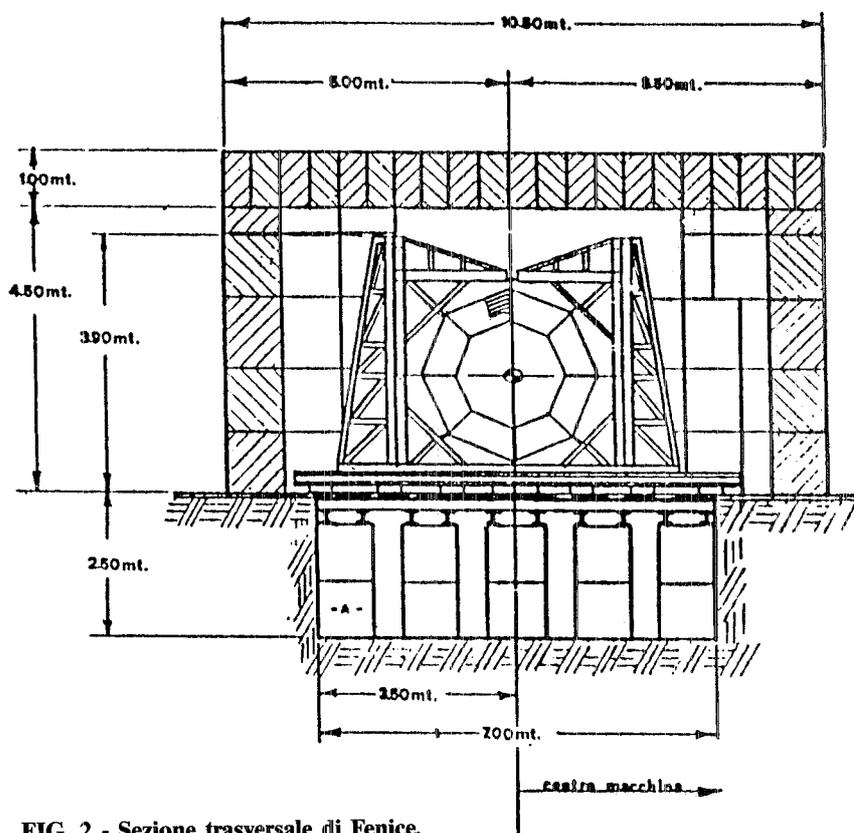


FIG. 2 - Sezione trasversale di Fenice.

Fig. 3 è riportato uno spaccato dell'apparato, rispetto al piano di collisione dei fasci, come descritto in GEANT (per chiarezza è stato

soppresso il disegno dettagliato dei tubi), con un esempio di stella di annichilazione dell'antineutrone.

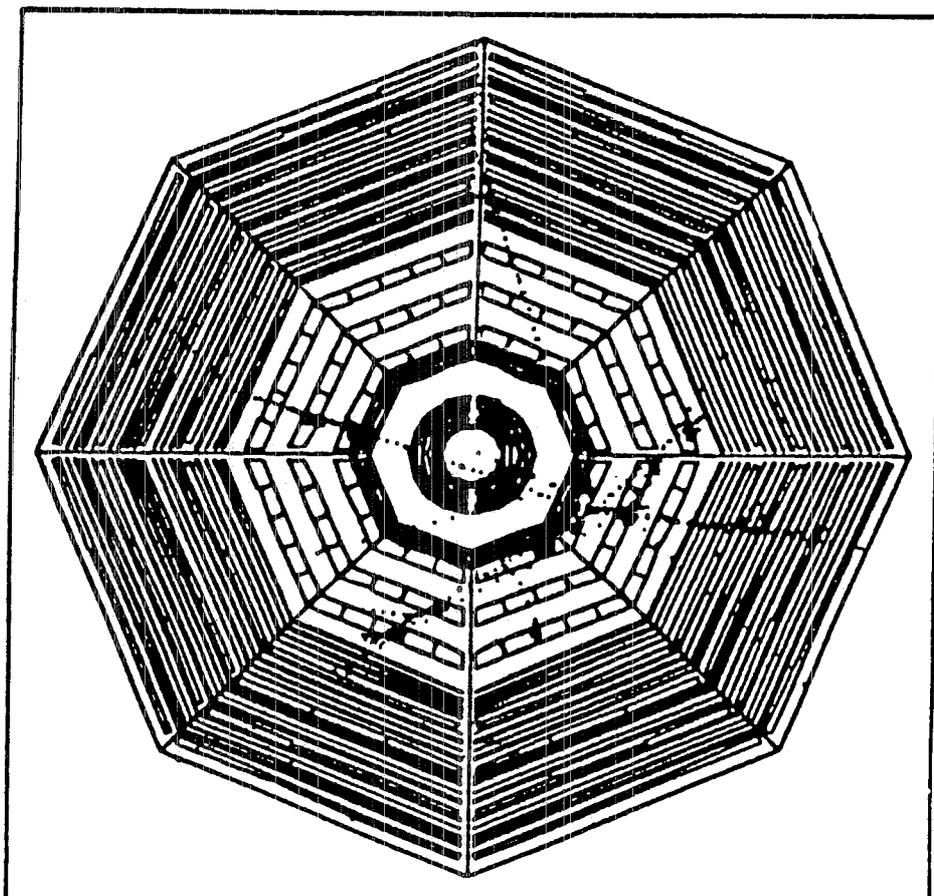


FIG. 3 - Schema dell'apparato con una stella di \bar{n} . L'annichilazione è avvenuta nel primo strato di contatori e scintillazioni.

Esperimento ALEPH al LEP del CERN

Componenti del gruppo: R. Baldini Ferroli, G. Bencivenni, G. Bologna, F. Bossi, P. Campana, G. Capon, V. Chiarella, G. De Ninno, B. D'Ettore-Piazzoli, B. Dulach, G. Felici, P. Laurelli, G.P. Mannocchi, G.P. Murtas, G. Nicoletti, P. Picchi.
Tecnici: M. Anelli, R. Bonini, M. Carletti, G. Corradi, M. Santoni.

Collaborazione con: Atene, Bari, CERN, Clermond-Ferrand, Copenhagen, Dortmund, Edinburgo, Glasgow, Heidelberg, Imperial College, Lancaster, Marsiglia, Max-Planck-Institute, Orsay, Palaiseau, Pechino, Pisa, Royal Holloway, Rutherford, Saclay, Sheffield, Siegen, Trieste, Wisconsin.

L'esperimento ALEPH al CERN di Ginevra è uno dei quattro grossi apparati che si divideranno il compito di investigare i nuovi ca-

pitoli di fisica che si apriranno con l'entrata in funzione del LEP. Di questi, primi tra tutti la fisica connessa con la produzione di Z^0 , W^\pm (teoria di Weinberg e Salam delle interazioni elettrodeboli), ricerca del bosone di Higgs (H^0) osservabile nei decadimenti del Z^0 o del toponium o in processi di produzione associata; verifiche di QCD, misure precise di α_s e tanti altri ancora.

L'apparato ALEPH si propone di raggiungere questi traguardi puntando sulla ricostruzione completa dell'evento, misura dei vertici secondari di decadimento delle particelle a vita media breve, misura del momento e ionizzazione della particelle cariche, misura dell'energia della componente elettromagnetica ed

adronica e riconoscimento dei muoni prodotti direttamente.

Nell'ambito di questo apparato il gruppo di Frascati ha preso la responsabilità della costruzione e gestione della parte centrale del calorimetro adronico e del rivelatore di μ .

Questa parte dell'apparato è basata sulla tecnica dei tubi plastici a streamer limitato, sviluppata per l'appunto a Frascati, con lettura tramite elettrodi piani ($\approx 25 \times 25$) cm² e strisce longitudinali parallele ai fili anodici.

Con questo tipo di rivelatore è possibile raggiungere risoluzioni in energia di $\approx 78\%/\sqrt{E}$.

Nel 1986 l'attività del gruppo si è concentrata sulla realizzazione dei rivelatori per il calorimetro adronico dell'esperimento e nel loro assemblaggio all'interno del ferro di ritorno del magnete, che costituisce la parte passiva del rivelatore.

Sono state completate a Frascati tutte le macchine necessarie per la realizzazione dei rivelatori [1, 2, 3].

Tutti i rivelatori costituenti il "barrel" del calorimetro adronico (≈ 6000), sono stati, con l'aiuto dell'OFTA di Frascati, costruiti in sede e poi spediti al CERN di Ginevra dove si è proceduto al test ed all'assemblaggio con gli elettrodi di lettura (pads e strips), prima di procedere all'inserimento entro il ferro del calorimetro. Il tutto è stato completato, nel tempo previsto, a metà novembre.

Contemporaneamente al rivelatore sono stati completati i progetti ed i prototipi del sistema di miscelazione e distribuzione del gas (Ar-Co₂-n pentano), di un sistema di distribuzione dell'alta tensione [4] estremamente sofisticato che permetterà di generare trigger per l'esperimento e di calibrare tutto il rivelatore tramite impulsi iniettati attraverso l'alimentazione H.V. direttamente sui fili anodici. È quasi completato anche il sistema di somma dei segnali analogici dagli elettrodi di lettura, che permetterà di costruire la geometria a torri proiettive prevista nell'esperimento.

A Dicembre è iniziato al CERN il controllo generale ed il cablaggio del calorimetro che è attualmente montato nella ex sala di BEBC [Fig. 4].

A Frascati è anche stato definito, con l'aiuto del servizio progettazione, il progetto dei contenitori per i rivelatori di μ , che saranno costruiti ed assemblati nel 1987.

È funzionante la prima stazione FASTBUS realizzata a Frascati, la quale ci permetterà di

mettere a punto l'elettronica di acquisizione dell'esperimento. È stata ordinata la prima parte dell'elettronica di lettura digitale realizzata in Italia dalla ditta SGS, e tutta l'elettronica di lettura analogica.

Per quanto riguarda il software, è stata completata l'analisi dei dati raccolti col prototipo dell'apparato su un test beam dell'SPS al CERN [5, 6] che hanno permesso di stabilire le caratteristiche dell'apparato e di misurare le ottime capacità di riconoscimento di μ .

Si è anche proceduto nello sviluppo del programma di Monte Carlo che attualmente è installato e funzionante sul VAX 8600 di Frascati, e dei programmi di ricostruzione.

Anche in questo caso si è data particolare enfasi al problema del riconoscimento dei μ all'interno di "jets", che rimane uno dei capitoli più qualificanti della nostra partecipazione all'esperimento.

Publicazioni

- (1) Anelli M. et al. "Una attrezzatura automatica per la costruzione di tubi a streamer" LNF-86/10 (1986).
- (2) Catitti G. et al. "Realizzazione di una macchina per bloccare a caldo i fili anodici di tubi plastici a streamer limitato" LNF-86/8 (1986)
- (3) Corradi G. "Misuratore indiretto della tensione meccanica di fili conduttori" LNF-86/9 (1986)
- (4) Battistoni G. et al. "A high voltage network for streamer tubes" Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. A251, 286 (1986)
- (5) Catanesi M.G. et al. "Performance of a limited streamer tube Hadron Calorimeter" Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. A247, 438 (1986)
- (6) Baldini Ferroli R. et al. "Pion Muon identification in the ALEPH test Hadron Calorimeter using Discriminant Analysis". Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. A251, 449 (1986)

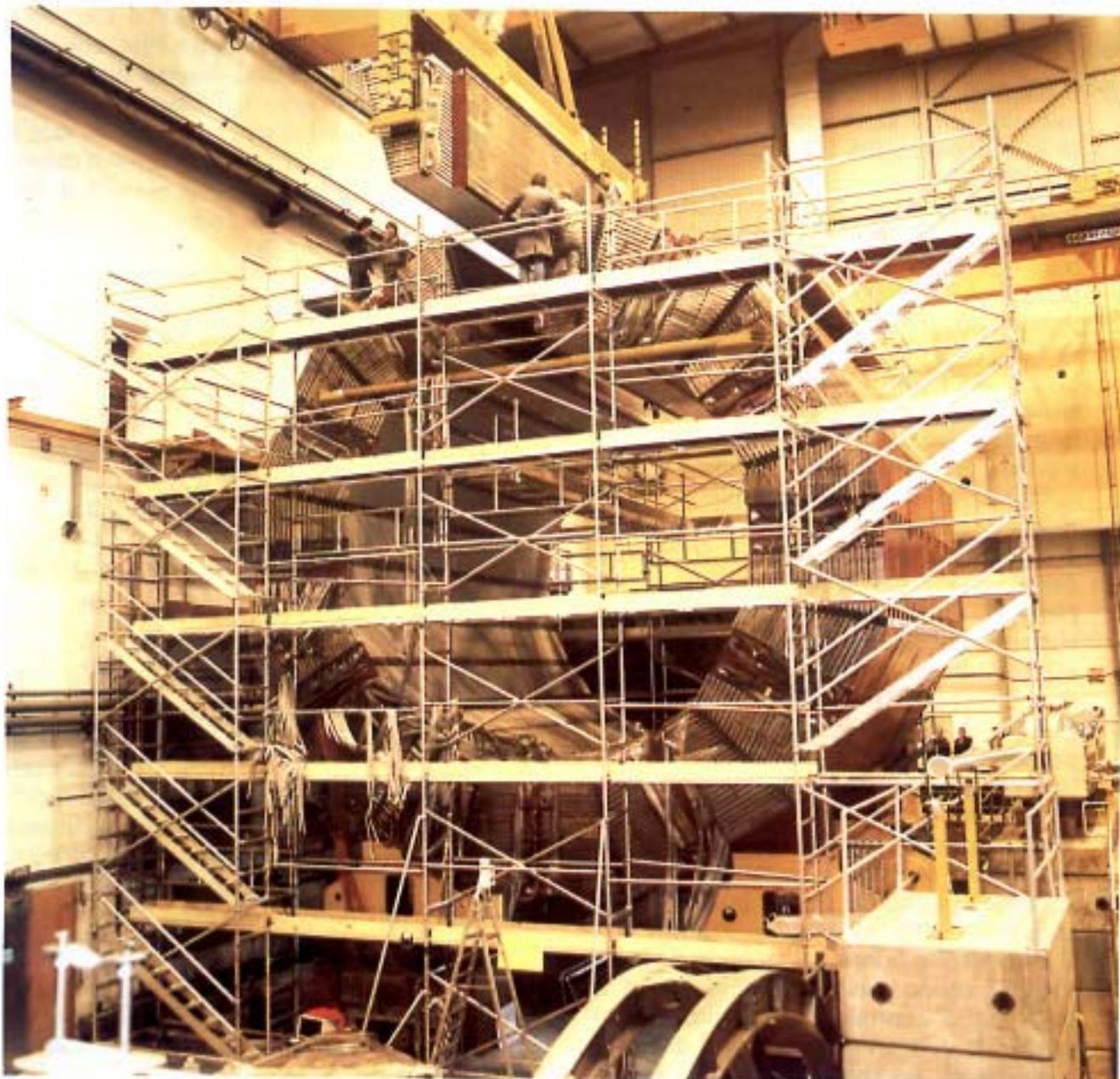


FIG. 4 - Montaggio dell'intimo modulo del barrel del calorimetro adronico di ALEPH nello hall BEBC al CERN.

Esperimento CDF al Collider del FermiLab

Componenti del gruppo: S. Bertolucci, M. Cordelli, M. Curatolo, B. Esposito, P. Giromini, S. Miscetti, A. Sansoni.

Tecnici: M. Biagioli, P. Locchi, A. Rutili.

Collaborazione con: Argonne, Brandeis, Chicago, FNAL, Harvard, Illinois, LBL, Pennsylvania, Pisa, Purdue, Rockefeller, Rutgers, Saga, Texas A&M, Tokio, Tsukuba, Wisconsin.

CDF è un rivelatore general purpose, costruito per esplorare la fisica delle collisioni protone-antiprotone a 2 TeV nell'ambito del progetto TeV I a Fermilab.

L'apparato consiste di un rivelatore centrale magnetico e calorimetrico che copre un angolo fra 10° e 170° rispetto alla direzione del fascio incidente e da due rivelatori nei coni in avanti fra 2° e 10° e fra 170° e 178° .

Gli scopi principali del rivelatore sono: 1) la misura del flusso di energia elettromagnetica ed adronica con granularità fine ed uniforme su tutto l'angolo solido; 2) misura della direzione delle particelle cariche su tutto l'angolo solido; 3) analisi in momento delle particelle cariche fra 15° e 165° ; 4) identificazione e analisi in momento dei muoni nell'intervallo angolare fra 2° e 20° , 40° e 140° , 160° e 178° .

I componenti più importanti del rivelatore sono i seguenti:

- a) Il magnete solenoidale del rivelatore centrale con un bobina superconduttrice da 15 kG, diametro 3m, lunghezza 5 m, spessore $0.8 X_0$.
- b) Il sistema di rivelazione di particelle cariche che consiste in una camera a drift centrale (CTC) "a là Tasso" all'interno della bobina. All'interno della CTC sono contenute lungo la ciambella otto TPC (VTPC) per rivelare la topologia degli eventi. All'interno della VTPC è un microvertice a rivelatori di silicio, realizzato in gran parte dall'Università di Pisa, per studiare vertici secondari. Camere a drift radiali ai lati della CTC completano il sistema di tracking.
- c) I calorimetri elettromagnetici all'esterno della bobina per identificare fotoni ed elettroni. Ci sono tre sistemi di rivelatori elettromagnetici: il centrale è costituito da sandwich piombo e scintillatore $20 X_0$ di spessore, $\Delta E/E \sim 15\%/\sqrt{E}$ (alla profondità di $6 X_0$; un sistema di camere proporzionali con lettura dei fili e dei catodi permette la determinazione della posizione dei fotoni con precisioni $\sigma_x \sim 3$ mm). A piccoli angoli il rivelatore elettromagnetico centrale è costituito da un sandwich piombo e camere proporzionali ($\Delta E/E \sim 30\%/\sqrt{E}$ e $\sigma_x \sim 3$ mm).
- d) Il calorimetro adronico circonda su tutto l'angolo solido quello elettromagnetico. Il calorimetro centrale è costituito da un sandwich di 2.5 cm di ferro ed 1 cm di scintillatore. Lo spessore è 5λ e la risoluzione è $\Delta E/E \sim 52\%/\sqrt{E} + 5\%$. Que-

sto calorimetro copre da 30° a 150° ed è stato costruito da Frascati e Pisa, che hanno anche realizzato il sistema di monitoring del guadagno del calorimetro, mediante iniezioni di quantità note di luce o di ionizzazione. A piccolo angolo il calorimetro è completato da un sandwich di ferro (5 cm) e camere proporzionali (7λ e $\Delta E/E \sim 100\%/\sqrt{E}$).

- e) Il rivelatore di muoni. Il rivelatore centrale posto tra il calorimetro adronico ed il ritorno in ferro del flusso del magnete, è costituito da un doppio strato di camere a drift a cella larga. Il rivelatore a piccolo angolo è costituito da toroidi di ferro (spessore 1.5 m) magnetizzati a 15 kgauss ed intervalli da camere a drift radiale.
- f) "Beamline equipment", tra cui i monitors di luminosità, costruiti da Pisa e Frascati. Sono sette inserzioni sul tubo della macchina che permettono di avvicinare il più possibile al fascio rivelatori di silicio a distanze di 8, 20 e 50 m dalla zona d'interazione, intervallandosi ai magneti di bending della macchina. La precisione spaziale dei rivelatori (100μ) permette analisi magnetica ($\Delta P/P \approx 0.001 P$) di particelle scatterate sino a $t_{\min} \leq 0.01 \text{ GeV}^2$. Questi rivelatori permettono la misura della sezione d'urto elastica e diffrattiva e, usando il teorema ottico e il rate totale misurato da tutto l'apparato, della sezione d'urto totale e della luminosità della macchina.

L'esperimento è in presa dati dall'inizio del 1987. Fig. 5 e 6 mostrano un evento contenente 2 jets di massa $\sim 80 \text{ GeV}$, come rivelato dal calorimetro e dalle camere centrali.

$E_{max} = 43.5 \text{ GeV}$

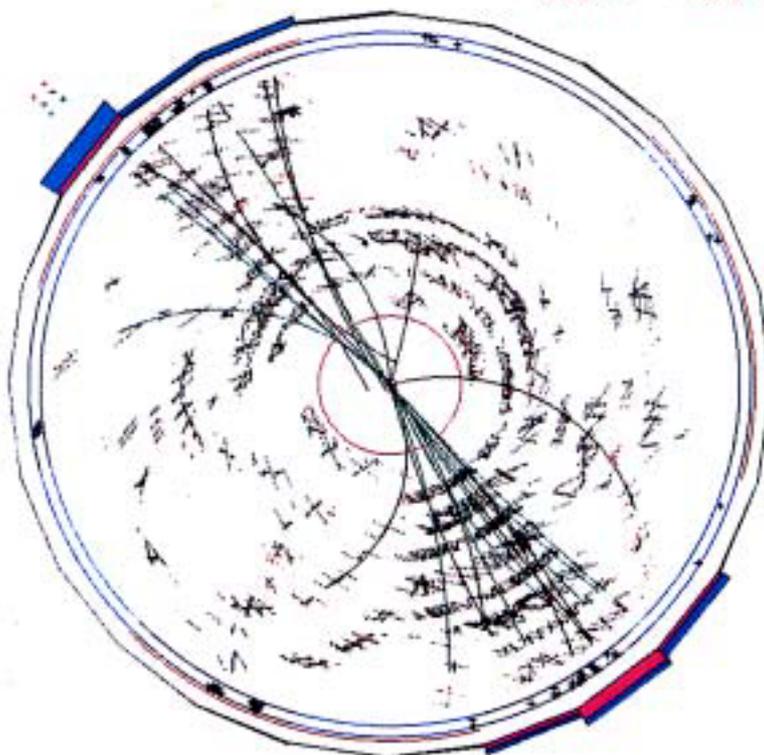


FIG. 5 - Vista traversa di un evento a due jets.

Eta - Phi LEGO : Raw Data E transverse,
 minimum tower energy = 0.5
 (EM+HA) Maximum energy = 22.5 GeV

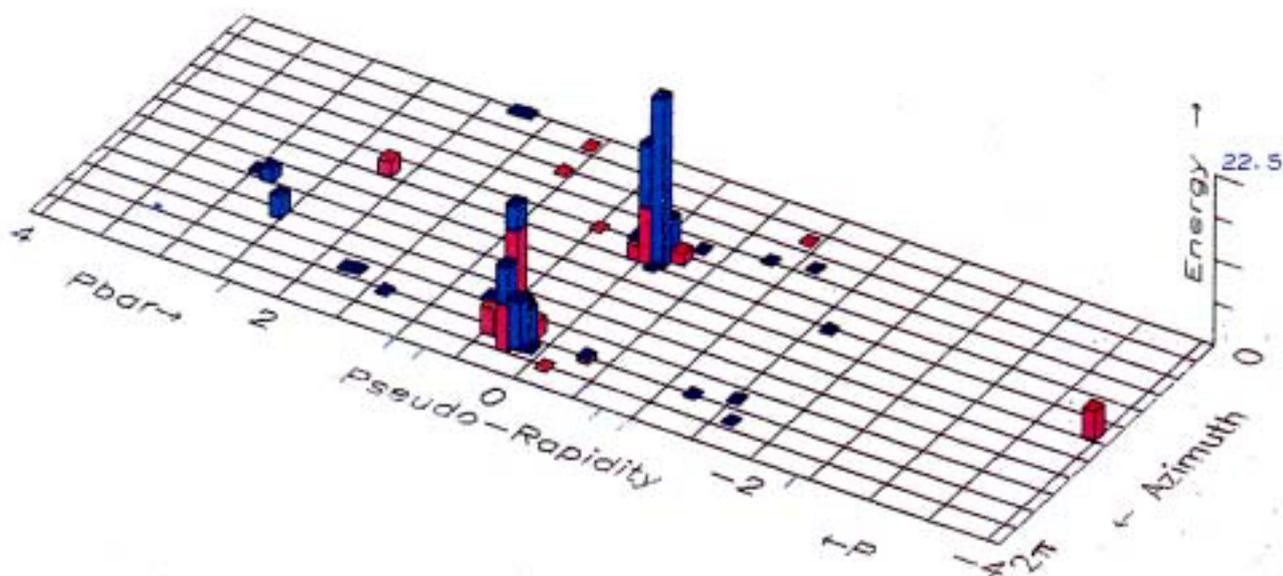


FIG. 6 - Lego-plot dello stesso evento indicante la distribuzione dell'energia nel piano ϕ - pseudo-rapidità.

Fotoproduzione di quarks pesanti al Fermi-Lab (FLATEV)

Componenti del gruppo: G. Basini, S. Bianco (A), M. Eno-rini (A), F.L. Fabbri, A. Spallone, A. Zallo.

Tecnici: L. Daniello, M. Giardoni, L. Passamonti, V. Russo.

Collaborazione: Frascati, Milano, Pavia, Fermilab, Univ. of Colorado, Univ. of Illinois, Notre Dame, North-western, Bologna.

L'esperimento E687 è un esperimento di fotoproduzione di stati contenenti quarks pesanti da effettuarsi sul Wide Band Photon Beam al Fermilab. L'esperimento è effettuato da una collaborazione tra i Laboratori Nazionali di Frascati, Fermilab, la Università del Colorado, Università dell'Illinois, Notre Dame, North western, INFN Milano ai quali si è aggiunta in questo ultimo anno la sezione INFN di Pavia.

L'apparato di E687 è costituito da uno spettrometro a multiparticelle, un rivelatore di vertice a microstrips e un bersaglio attivo di

rivelatori di Silicio. La responsabilità della componente italiana della collaborazione si incentra nella realizzazione del rivelatore di vertice (Milano) e in quella dell'Outer Electromagnetic Calorimeter (Frascati) L'Outer Electromagnetic Calorimeter è un rivelatore di circa 4 m^2 realizzato con la tecnica tradizionale del sandwich di scintillatore e piombo per un totale di 1200 elementi piombo-scintillatore.

Ogni piano sensibile è costituito da strips di scintillatore larghe 32 mm e orientate secondo uno di quattro assi disposti a 45° uno dall'altro.

La elevata segmentazione longitudinale del rivelatore e la elevata granularità consentono di ottenere una buona risoluzione in energia e una eccellente risoluzione spaziale. Nel complesso il rivelatore è costituito da circa 1200 canali indipendenti la cui analisi è affidata ad Adc in FAST BUS.

Il sistema di controllo di questo rivelatore è affidato ad un laser ad azoto la cui luce viene inviata attraverso un sistema di fibre ottiche ai



FIG. 7 - Montaggio del calorimetro esterno nella hall del FermiLab.

singoli fotomoltiplicatori consentendo di controllare la stabilità di ogni singolo canale.

Il Calorimetro è stato costruito nei Laboratori Nazionali di Frascati a partire dal 1984. Nel 1985 una parte del rivelatore è stato installata al Fnal e testato in un periodo di test. Durante il 1986 il montaggio è proseguito ed è attualmente in fase di completamento unitamente ai programmi on line di acquisizione e controllo e a quelli off line di ricostruzione e calibrazione.

L'inizio della presa dati è prevista per il Giugno 1987.

Esperimento MAC a SLAC

Componenti del gruppo: T. Camporesi (A), R. De Sangro (A), I. Peruzzi, M. Piccolo.

Collaborazione: Colorado, Houston, Northeastern, SLAC, Utah, Winsconsin.

MAC (Magnetic Calorimeter) ha concluso con il 1986 la fase di presa dati presso PEP, l'anello di accumulazione e^+e^- da 30 GeV in funzione a SLAC. La luminosità raccolta durante l'anno è stata di circa 50 pb^{-1} . Questi dati, anche se costituiscono circa il 20% del totale accumulato da Mac, in realtà consentono di raddoppiare i dati raccolti con il rivelatore di vertice ad alta risoluzione, essenziale per misure più sofisticate di vita media.

Ricordiamo qui brevemente le caratteristiche salienti del rivelatore di vertice di Mac, la cui elettronica è stata progettata nei LNF: si tratta di sei cilindri concentrici di tubi a drift pressurizzati (in totale 324 tubi) di raggio 3.54 mm operanti in regime proporzionale "saturato" ad una distanza radiale dalla zona di interazione che va da un minimo di 3.5 ad un massimo di 8.5 cm. La pressione di esercizio del rivelatore è 4 atmosfere; le pareti del contenitore a pressione in cui il rivelatore è alloggiato sono due cilindri concentrici di raggi 3 e 9 cm. La superficie interna costituisce la camera a vuoto della macchina ed è realizzata in berillio con ricopertura in tantalio di spessore 50 micron. I tubi a drift sono realizzati in Mylar alluminato avvolto elicoidale a formare un cilindro di circa 3.5 mm di raggio e circa 40 cm di lunghezza; sull'asse del cilindro è teso un filo di rame berillio di 30 micron di diametro. La camera viene fatta funzionare con una

miscela di anidride carbonica (50%) Argon (49%) e metano (1%). La scelta del gas è stata fatta in base a considerazioni di durata ed affidabilità, le caratteristiche di "bassa polimerizzazione" di questa miscela garantivano infatti una lunga durata per il rivelatore anche se esposto a elevati livelli di radiazione.

L'elettronica è stata sviluppata a Frascati dal gruppo italiano con la collaborazione del gruppo elettronica di Adone: i fili vengono letti tramite un amplificatore-integratore rapido seguito da una rete per la cancellazione del polo a zero basato sull'ibrido della Laben 5242. I segnali vengono quindi processati da un discriminatore rapido che utilizza il comparatore Plessey SP9817. Il sistema ha operato con una soglia equivalente a due elettroni primari; malgrado la camera fosse a soli 3.5 cm dal fascio, la percentuale di hits spuri è risultata inferiore all'1%, permettendo un pattern recognition praticamente immune da fondo.

Utilizzando l'accresciuta statistica, è stato possibile effettuare una misura più accurata della vita media del leptone pesante tau e del quark b; in entrambi i casi i risultati ottenuti sono stati di una precisione superiore a tutte le misure precedenti: la vita media del tau è risultata essere in perfetto accordo con il Modello Standard e la vita media del b ha permesso una più accurata determinazione della matrice CKM e quindi del mixing tra i quarks.

Un intenso lavoro di analisi è proseguito anche su altre tematiche: in particolare lo studio accurato dei decadimenti del tau, l'osservazione della simmetria di carica nei jets adronici e, più in generale lo studio degli effetti elettrodeboli, già visibili a 29 GeV di energia totale, specialmente nella regione a piccolo angolo in cui MAC vanta una copertura particolarmente buona. La ermeticità del calorimetro di MAC è stata sfruttata anche per lo studio di eventi con una sola particella osservata nel rivelatore, elettrone o fotone, per porre dei limiti inferiori alla massa di particelle supersimmetriche o un limite superiore al numero di neutrini leggeri.

Pubblicazioni

- (1) W.T. Ford et al.; Search for single photons from radiative neutrino or Supersymmetric particle production. Phys. Rev. D33:3473, (1986)
- (2) W. Ash et al.; Design, construction, prototype tests and performance of a vertex chamber for MAC. SLAC-PUB-4047, (1986), Submitted to Nucl. Instr. Meth.

- (3) E. Fernandez et al.; Electroweak effects in $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ at $ss = 29$ GeV SLAC-PUB-4045, (1986), Submitted to Phys. Rev. D
- (4) E. Fernandez et al.; Tests of quantum electrodynamics with 2, 3, 4 photon final states from e^+e^- annihilation at $ss = 29$ GeV SLAC-PUB-4004, 1986, Submitted to Phys. Rev. D
- (5) E. Fernandez et al.; Search for single electrons from supersymmetric particle production SLAC-PUB-4027, 1986, Submitted to Phys. Rev. D
- (6) W. Ash et al.; Observation of charge asymmetry in hadron jets from e^+e^- annihilation at $ss = 29$ GeV SLAC-PUB-4040, 1986, Submitted to Phys. Rev. Lett.
- (7) W.T. Ford et al.; A precise measurement of the branching fraction for the decay $\tau \rightarrow \tau\text{-neutrino-pi}$. SLAC-PUB-4036, 1986, Submitted to Phys. Rev. D
- (8) W. Ash et al.; Determination of the lifetime of bottom hadrons. SLAC-PUB-4123, 1986, Submitted to Phys. Rev. Lett.
- (9) W.T. Ford et al.; Search for single photons from radiative neutrino or supersymmetric particle production. SLAC-PUB-2003, Contributed to 23rd Int. Conf. on High Energy Physics, Berkeley, CA, Jul 16-23, 1986.
- (10) W.W. Ash et al.; Measurement of the B hadron lifetime. SLAC-PUB-1063, Contributed to 23rd Int. Conf. on High Enrgy Physics, Berkeley, CA, Jul 16-23, 1986.

Esperimento SLD al Linear Collider di SLAC

Ricercatori: A. Calcaterra (A), R. De Sangro (A), I. Peruzzi, M. Piccolo.

Collaborazione con: INFN Bologna, Boston U., British Columbia, Brunel Caltech, Cincinnati U., Colorado U., Columbia U., Ferrara U., Illinois U. Massachusetts U., MIT, Northridge U., Padova INFN, Perugia, Pisa INFN, Rutherford Appleton, Santa Barbara U., Santa Cruz U., San Francisco U., SLAC, Tennessee U., TRIUMF, Vanderbilt U., Victoria U., Washington U., Winsconsin U.

SLD (Slac Large Detector) è un apparato "general purpose" per lo studio dell'interazione e^+e^- al Collider Lineare di SLAC SLC. Le caratteristiche principali di questo rivelatore sono la copertura angolare pressoché completa, la calorimetria di alta qualità, il tracciamento delle particelle cariche fino alla distanza di 1 cm dal fascio e l'identificazione degli adroni su un range molto ampio di momento.

Le tecniche usate usano:

- rivelatori a stato solido di tipo CCD per la camera di vertice;
- camera a drift per il tracciamento delle particelle cariche (CD);

- Cerenkov a Ring Imaging Detectors (CRID) per l'identificazione delle particelle;
- calorimetro di piombo e argon liquido (LAC) per la calorimetria elettromagnetica e la parte "frontale" di quella adronica (3 lunghezze di assorbimento);
- calorimetro a ferro e tubi di plastica a streamer (WIC) per il completamento della calorimetria adronica e per il tracciamento ed identificazione dei muoni.

A questo esperimento partecipano SLAC, diverse Università in USA e Canada, il Rutherford Lab, e l'INFN (Bologna, Ferrara, Frascati, Padova, Perugia, Pisa); il completamento del rivelatore è previsto per la fine del 1988 e la sua installazione sul fascio all'inizio del 1989, quando la macchina dovrebbe aver raggiunto la luminosità di progetto.

La componente italiana del gruppo ha la responsabilità, in collaborazione con il MIT, della progettazione e realizzazione del WIC (Warm Iron Calorimeter), un sistema di circa 80.000 tubi di plastica operanti nel regime di streamer limitato. Il rivelatore attivo è costituito da 17 piani di tubi; il ferro di ritorno del flusso magnetico, laminato in piastre di 5 cm di spessore serve da radiatore del calorimetro e da filtro dei muoni.

Uno schema del rivelatore è riportato in Fig. 8.

Durante il 1986 è stato completato il progetto dettagliato del WIC ed è iniziata la costru-

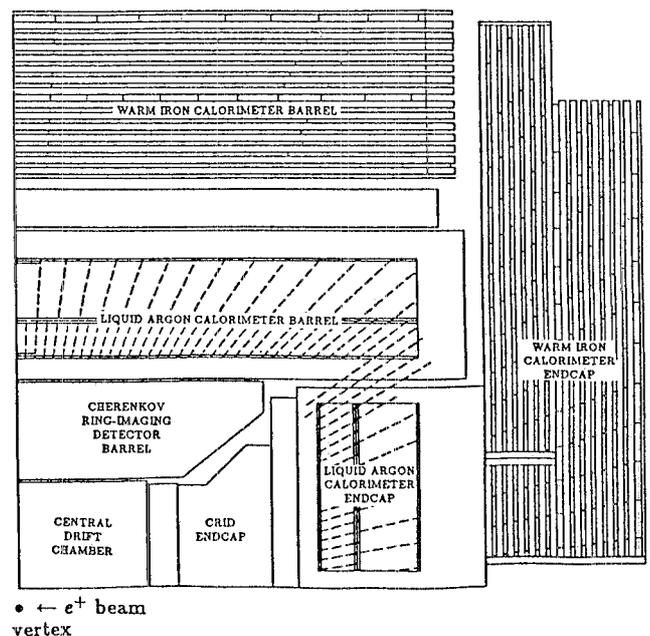


FIG. 8 - Schema di un quadrante dell'apparato SLD.

zione del "barrel", cioè del calorimetro a grande angolo; circa 7000 moduli da 8 celle ciascuno e lunghezza 750 cm sono stati grafiati nel tubificio di Frascati e spediti in USA insieme a tutte le parti necessarie per l'assemblaggio dei tubi, operazione questa che viene effettuata a cura del MIT. Gli elettrodi di lettura del barrel consistono in "strips" parallele alla direzione dei fili e "pads" raggruppati in torri proiettive che continuano la geometria del calorimetro ad argon liquido.

Strips e pads sono stati realizzati a cura dei gruppi italiani a Perugia e a Ferrara utilizzando fogli rispettivamente di "glassteel" e vetronite ricoperti di rame. Le strips vengono ottenute graffiando il rame con una fresa da 1 mm. di spessore lungo rette parallele, che ad una estremità convergono in gruppi da 8 a formare i contatti (poi sottoposti ad bagno di nichel e di oro) su cui viene successivamente inserito un "edge connector". I pads hanno dimensioni di circa 30 x 30 cmq e hanno un disegno diverso per ciascun piano, a causa della geometria proiettiva. Il progetto dettagliato della disposizione dei tubi nelle gaps del ferro, e dei fogli di strips e pads è stato effettuato a Frascati usando il VAX del Centro di Calcolo. Tutti gli elettrodi per il barrel, per un totale di circa 7000 mq di superficie, sono stati realizzati nel 1986 e spediti a SLAC dove è iniziato l'incollaggio sui moduli e dove a Marzo 1987 è prevista l'installazione nel ferro.

Fisici e tecnici del LNF e delle altre sezioni INFN sono stati impegnati oltre che in Italia anche negli Stati Uniti; a SLAC hanno dato un contributo determinante alla realizzazione di una "facility" per il test simultaneo di un grande numero di tubi. La corrente che attraversava ciascun tubo sotto test veniva monitorata da ADC letti da un VAX 780 ogni 5 secondi circa, permettendo di studiare in dettaglio il comportamento dei tubi su scale di tempo variabili da pochi minuti a diversi mesi.

Al fine di poter stabilire quantitativamente l'affidabilità dei tubi prodotti per SLD, è stato effettuato un test di vita media, che ha dato risultati molto soddisfacenti. Un campione di 2000 moduli, di cui 1000 operanti in regime di streamer limitato e 1000 in "proporzionale saturato" è stato tenuto sotto controllo, in condizioni operative, per circa 4 mesi. Nessun modulo del sample funzionante in streamer limitato ha mostrato assorbimento anomalo di corrente mentre un modulo di quelli a tensione più bassa ha dovuto essere spento in quanto dopo circa due mesi ha cominciato a disfunzionare.

Il limite superiore che si ricava per la probabilità di fallimento dei tubi di SLD è del 2% all'anno, al 90% di livello di confidenza.

L'elettronica di read-out delle strips è stata sviluppata dai gruppi di Pisa e Padova, in collaborazione con SLAC e la SGS; dai risultati finora ottenuti, ci si aspetta di avere un prototipo definitivo messo a punto per il gennaio 1987.

Nel 1986 è stato inoltre completato un programma di test su fascio di un prototipo del calorimetro, di dimensioni 2 x 1.5 mq, utilizzando pioni, elettroni e muoni di momento tra 5 e 11 GeV/c. I risultati di questo test hanno mostrato che le prestazioni sono uguali o migliori di quelle di progetto.

Nel range fra 5.5 e 11 GeV la risoluzione in energia per sciami adronici è ragionevolmente parametrizzata come $75\% \cdot \sqrt{E}$, la risoluzione spaziale per tracce passanti (con strips per il read-out di 1 cm) è risultata di 3.5 mm, mentre la efficienza di rivelazione per particelle al minimo è risultata consistente con 1.

Durante il 1987 lo sforzo del gruppo italiano sarà rivolto alla installazione del rivelatore nel ferro, al test in cosmici dei tubi installati, alla costruzione, messa in opera e debugging della elettronica di lettura delle strips e alla messa a punto del software sia on-line che offline del WIC.

Esperimento ZEUS ad HERA

Componenti del gruppo: G. Anzivino, F. Cindolo, I. Laakso, G. Susinno, L. Votano.

Tecnici: D. Fabbri, P. Benvenuto, M. Ventura, E. Gradl, M. Gatta.

Collaborazione con: Amsterdam, Argonne, Bologna, Bonn, Bristol, Carleton, Columbia, Cracow, DESY, ENEA-Frascati, Ferrara, Firenze, Freiburg, Hamburg, Illinois, L'Aquila, Lecce, London, Madrid, Monitoba, McGill, Michigan, Milano, Nijmegen, Ohio, Oxford, Padova, Palermo, Pennsylvania, Princeton, Rutherford, Siegen, Torino, Toronto, Virginia, Warsaw, Weizmann, Wisconsin, York.

1. Introduzione

Un nuovo anello di accumulazione, HERA, è in costruzione a DESY, Amburgo.

In tale macchina si studieranno le collisioni tra un fascio di protoni di 820 GeV ed uno di elettroni di 30 GeV.

I grandi momenti trasferiti, resi possibili da questa macchina, $Q_{\max}^2 \approx 105 \text{ GeV}^2$, permetteranno uno studio diretto delle collisioni elettrone-quark.

Le reazioni di corrente neutra e corrente carica permetteranno di analizzare le distribuzioni di quarks e di gluoni all'interno del protone e la struttura delle correnti elettro-deboli.

Per lo studio di tale fisica saranno realizzati due apparati: ZEUS ed H1.

Il gruppo dei Laboratori Nazionali di Frascati è partecipe della collaborazione ZEUS.

Lo schema di tale apparato è mostrato in Fig. 9. In particolare il gruppo partecipa alla realizzazione del solenoide superconduttore, dello spettrometro per la misura dei μ in avanti e del rivelatore per protoni "leading".

Nel corso del 1986 sono stati realizzati sviluppi strumentali, tests e costruzione di prototipi, come nel seguito verrà descritto.

2. Solenoide superconduttore

La realizzazione del solenoide superconduttore per l'esperimento ZEUS presso l'acceleratore HERA procede secondo la tabella di marcia definita tra la Collaborazione ZEUS, l'Ansaldo Componenti, INFN (Sezioni di Bologna, Milano e LNF) e ENEA C.R.E. Frascati. La responsabilità del progetto e la realizzazione è stata affidata all'Ansaldo Componenti con precisi compiti di collaborazione e

controllo da parte dell'INFN ed ENEA. La progettazione delle parti che interferiscono con il resto dell'esperimento (tank da vuoto, sostegni e condutture criogeniche) sono pressoché concluse. La progettazione dell'avvolgimento è in corso e si potrà per tutto il 1987. Si può mostrare un risultato di calcolo di distribuzione della temperatura nell'avvolgimento per il caso statico, vedi Fig. 10. I disegni costruttivi di un modello sono stati completati dall'Ansaldo, si veda la Fig. 11. Si è concordato il programma di prove e misure da effettuare con questo modello. Nei laboratori dell'ENEA sono state eseguite le prime prove per produrre il cavo s.c. per il modello, e successivamente alla fine dell'anno questo cavo è stato estruso presso LMI a Firenze.

3. Spettrometro per μ in avanti

È affidata alla responsabilità dei gruppi di Bologna e di Frascati la costruzione di uno spettrometro per muoni prodotti nella direzione dei protoni incidenti in un cono di 20° . Tale spettrometro deve essere in grado di riconoscere e misurare i muoni di impulso trasverso maggiore di un valore prefissato e di dare un "trigger" di primo livello. Piani di "Limited Streamer Tubes" (LST) e contatori a scintillazione sono stati utilizzati per il trigger, mentre camere a "drift" di elevata risoluzione permetteranno una misura precisa degli impulsi. Un test per provare la validità dello schema proposto è stato effettuato al Collider del CERN. Due spettrometri di test sono stati costruiti ed installati nelle regioni avanti ed indietro di UA1 a 7.5° rispetto ai fasci. Questi consistono di tre magneti in ferro di 51 cm di spessore, con una sezione di $100 \times 60 \text{ cm}^2$. Ciascun spettrometro è dotato di contatori a scintillazione (FT) e di piani di LST (LST + LST4) per il "trigger" e di piani di camere a "drift" (D) per la ricostruzione del momento dei μ . Una vista schematica degli spettrometri è mostrata in Fig. 12.

Il "trigger" fornito da tali spettrometri è stato dato ad UA1 al fine di correlare la nostra misura con le informazioni di tale apparato. Da tale confronto è risultato che il 94% degli eventi "triggerati" erano generati da interazioni $p\bar{p}$ contenenti un muone nella direzione individuata dai nostri spettrometri.

Inoltre in tale test è stato misurato un fondo di particelle penetranti, provenienti dall'alone del fascio di 1.8 Hz/m^2 ad una distanza di

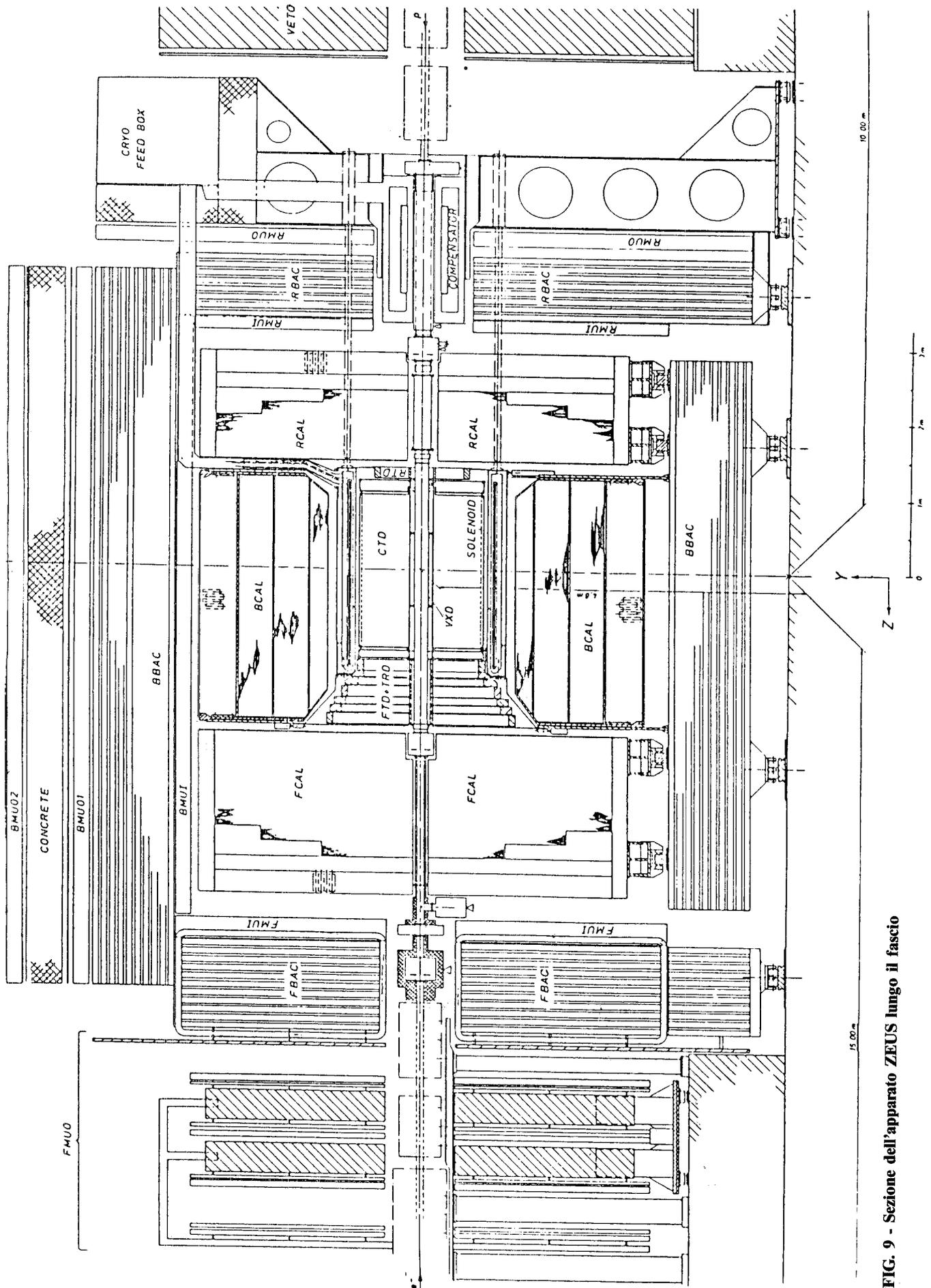


FIG. 9 - Sezione dell'apparato ZEUS lungo il fascio

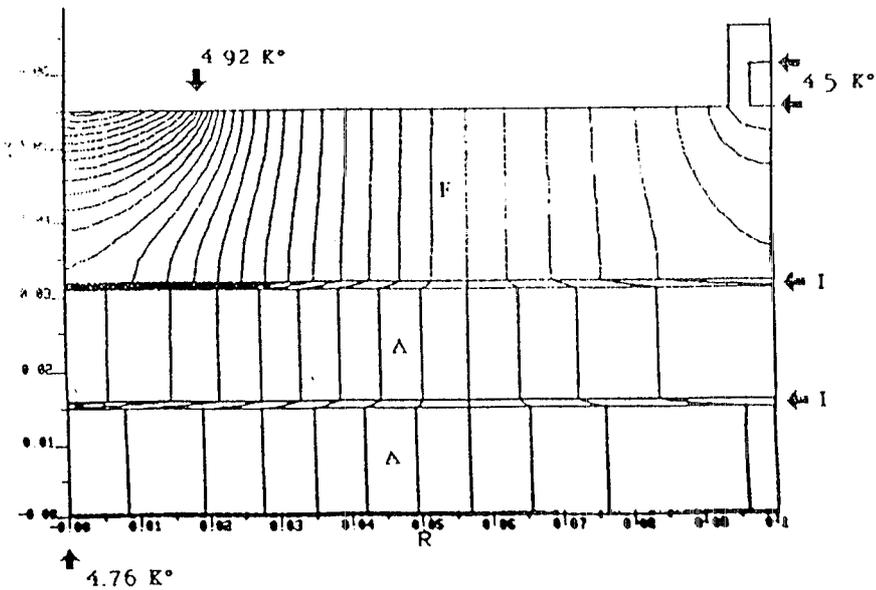


FIG. 10 - Distribuzione della temperatura nell'avvolgimento con interturn isolamento simulato (A), nella struttura di forza (F) ed isolante (I).

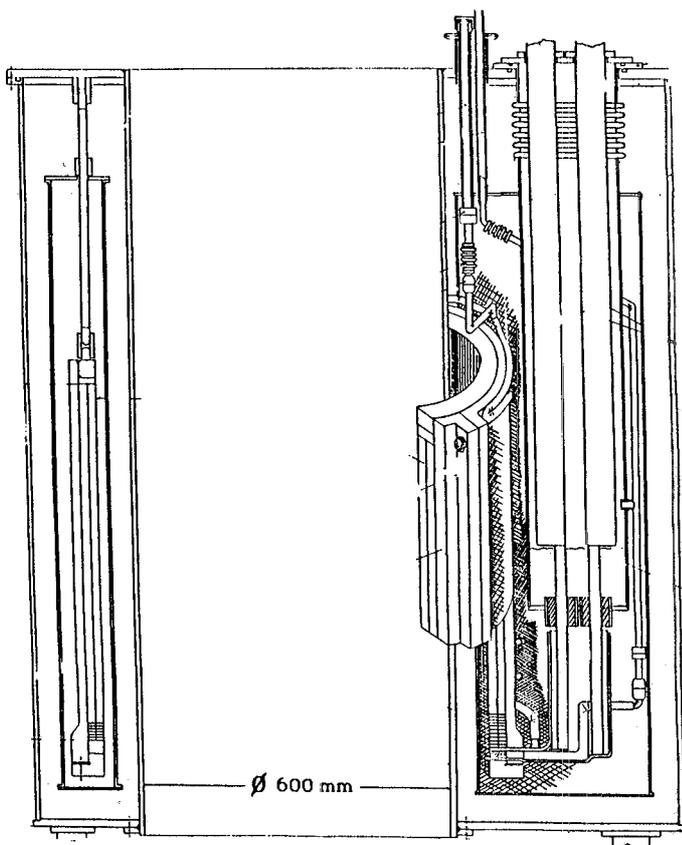


FIG. 11 - Disegno d'insieme del modello di studio della struttura del solenoide superconduttore sottile (Ansaldo Componenti).

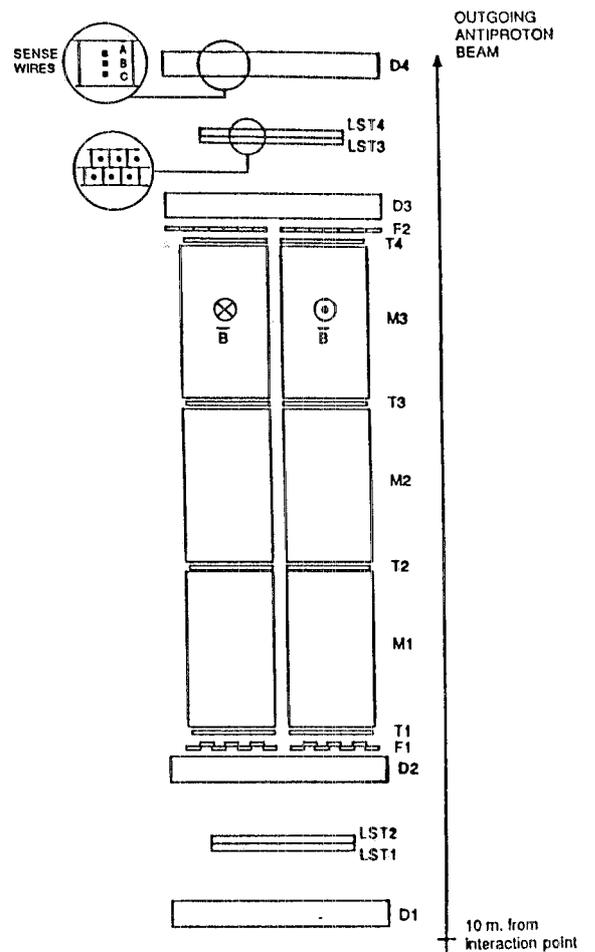


FIG. 12 - Schema di uno degli spettrometri di test.

1.5 m dal fascio. Tale misura permette di estrapolare un fondo di 4KHz per lo spettrometro di ZEUS, che, tenuto conto della reiezione misurata nel presente test, dovrebbe dare 18 Hz al primo livello di "trigger".

Tali spettrometri hanno inoltre permesso di studiare il comportamento degli LST in un ambiente ad elevata attività, quale quello prossimo ai fasci dell'SppS. Ciascun piano (0.38 m^2) è stato esposto ad un flusso di circa 10^3 particelle al secondo.

Un'analisi statistica di tutte le possibili combinazioni di segnali sui differenti piani di LST ha permesso di valutare separatamente l'accettazione geometrica e l'efficienza elettro-

nica di ciascun piano. Nelle condizioni di alto fondo del presente test è stata misurata un'efficienza elettronica compatibile con il 100% entro la sensibilità della presente misura.

Avendo tali tests pienamente confermato la validità del rivelatore proposto, si è passati alla realizzazione di un prototipo corrispondente ad un quadrante di un piano di LST dello spettrometro di ZEUS (Fig. 13). Tale piano viene letto in coordinate polari (ϱ, φ) con una precisione di circa 1 cm in ϱ , e 2° in φ . Data la geometria, gli elettrodi di lettura devono avere diverse forme e diverse orientazioni rispetto all'asse dei tubi. Tutti gli elettrodi sono stati realizzati facendo uso della fresa a con-

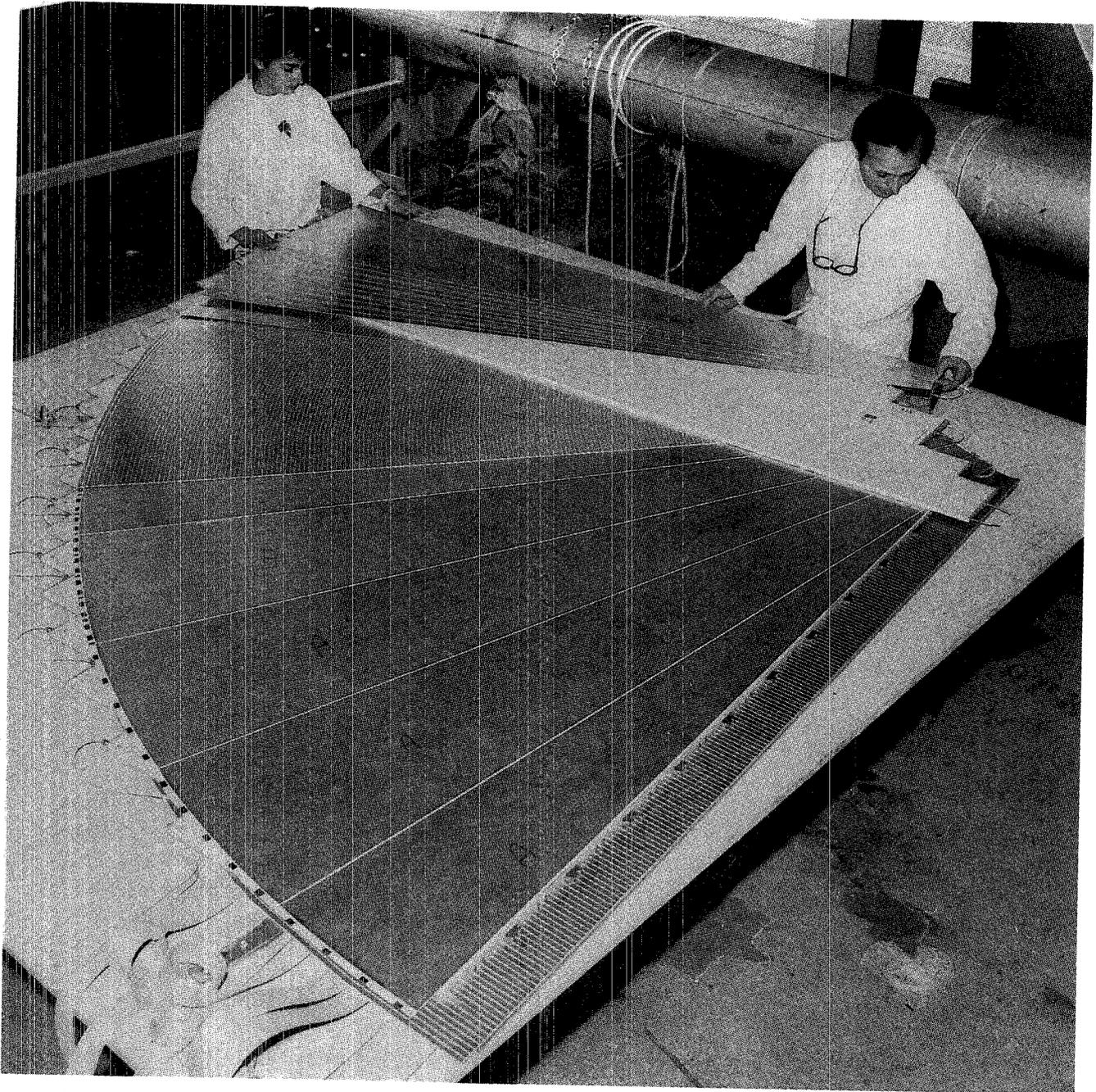


FIG. 13 - Prototipo di un quadrante di un piano di LST dello spettrometro per muoni di ZEUS.

trollo numerico dell'istituto di Fisica dell'Università di Perugia. Gli elettrodi radiali per la lettura di q sono stati realizzati o in settori completi di 2° o con suddivisioni ulteriori all'interno del settore di 2° , per studiare configurazioni geometriche che ottimizzano il segnale. Gli elettrodi circolari per la lettura di q in numero di 192, di 1.1 cm. Per motivi costruttivi, ciascun arco è approssimato da una spezzata di otto linee diritte, il che corrisponde nel caso peggiore, a un errore radiale di 3 mm.

Dai risultati delle misure effettuate si è concluso che, per gli elettrodi radiali, è possibile utilizzare la geometria con un singolo elettrodo per ogni settore di 2° . L'impedenza caratteristica per tale geometria varia da 16Ω all'estremo interno dell'elettrodo sino a 3Ω all'estremo esterno, estremo dal quale deve essere prelevato il segnale. Per terminare la linea su impedenze così ridotte, si è utilizzato un trasformatore attivo di impedenza realizzato con un transistor a base comune. In queste condizioni si sono ottenuti segnali dell'ordine di 20 mV, poco dipendenti dalla posizione del segnale lungo l'elettrodo e dalla orientazione dei tubi rispetto all'elettrodo stesso.

Sulla base di tali risultati si è disegnata l'elettronica di lettura, attualmente in costruzione.

4. Rivelatore per protoni "Leading"

Nelle interazioni fra nucleoni esiste una classe di eventi nei quali un quark subisce una interazione forte ed i rimanenti quark materializzano in un jet in avanti che spesso include un protone "leading" che porta con se una frazione considerevole dell'energia totale nel centro di massa.

È stato dimostrato che quando il quadrimpulso del protone "leading" è sottratto dall'evento, allora le distribuzioni cinematiche e di molteplicità nell'interazione protone-protone hanno la stessa dipendenza dall'energia di quelle delle interazioni elettrone-positrone.

È quindi interessante studiare i risultati di HERA usando tale tecnica.

A tale scopo è stato progettato dai gruppi di Bologna e dei LNF uno spettrometro per la misura dell'impulso di particelle emesse in avanti a piccolissimi angoli (< 1 mrad); lo spettrometro utilizza i magneti della macchina acceleratrice e rivelatori di silicio a microstrip. I rivelatori dovranno operare all'interno

del tubo a vuoto e verranno montati all'interno di "Roman Pots" per permetterne la operazione il più vicino possibile al fascio.

Il progetto deve essere quindi portato avanti in stretta collaborazione con i progettisti della macchina. Sono stati eseguiti studi sulle aperture dei fasci, che si traducono in scelte delle dimensioni dei rivelatori.

È stato dimostrato, attraverso misure fatte all'SPS al CERN, che danni dovuti a radiazione sono attribuibili a periodi di presa dati solo per il 5%; il rimanente 95% avviene durante periodi di preparazione e manipolazione dei fasci. È quindi importantissimo poter allontanare i rivelatori dal fascio durante il "machine development" e rimetterli in posizione durante la presa dati. Un sistema di "Roman Pots" è in fase di sviluppo. Il primo progetto è stato modificato per soddisfare le richieste del gruppo macchina concernenti essenzialmente il vuoto.

Un secondo progetto è in fase avanzata di sviluppo e sarà pronto ed operativo entro la prima metà del 1987.

Un sistema di rivelatori a microstrip di silicio verrà usato. Sono previste 5 stazioni di cui due doppie. Ogni stazione contiene un pacchetto di 6 rivelatori per un totale di 42 piani e circa 30.000 canali di lettura. Il disegno delle maschere è quasi pronto.

L'alto numero di canali di lettura e l'esiguo spazio a disposizione esigono l'uso di elettronica integrata con multiplexing dei segnali. Tale elettronica deve soddisfare anche richieste di velocità (100 nsec interburst a HERA) e di resistenza alla radiazione (data la vicinanza al fascio).

Diversi tipi di circuiti integrati con amplificatore, storage di carica e multiplexing, in varie tecnologie (NMOS, CMOS, SOS) sono disponibili sul mercato o in fase di sviluppo.

Si è studiata la possibilità di usare tali circuiti e la loro adattabilità alle nostre esigenze. Durante lo scorso autunno in collaborazione con un gruppo del CERN è stato eseguito un test di un amplificatore a basso rumore per lo studio dei danni provocati da radiazioni. Altri test simili sono previsti per quest'anno.

Publicazioni

- LAA Project, CERN; (9 Dicembre 1986)
- The Zeus Detector, Technical Proposal, DESY, (March 1986).

Esperimento DM2 al DCI di ORSAY

Componenti del gruppo: A. Antonelli, R. Baldini Ferroli, S. Calcaterra, G. Capon, M. Schiappa.

Collaborazione con: Clermont-Ferrand, Orsay, Padova.

DM2 è una collaborazione per una serie di misure all'anello di accumulazione e^+e^- DCI di Orsay. In particolare sono stati studiati:

- 1) decadimenti della J/ψ , raccogliendo il numero di eventi adronici, più grande sino ad oggi (8.5 milioni);
- 2) l'annichilazione e^+e^- in adroni nell'intervallo di energia 1.35-2.4 GeV, per una luminosità integrata totale di circa 2000 nb^{-1} ;
- 3) le interazioni $\gamma\gamma$ in 2 pioni carichi per basse masse invarianti.

Queste ricerche e la collaborazione dei L.N.F. costituiscono la naturale prosecuzione dell'attività svolta precedentemente ad ADONE.

DM2 è un apparato completo: a grande angolo solido, dotato di campo magnetico per la misura dell'impulso delle particelle cariche, di tempo di volo per l'identificazione di K e P, e di un calorimetro di Pb e tubi a streamer, essenzialmente per l'identificazione di γ ed elettroni.

Nell'analisi dei dati raccolti sono stati messi in evidenza, nel corso del 1986, diversi nuovi fatti sperimentali, particolarmente utili nella identificazione di nuovi stati adronici.

Ad esempio:

- La misura dei decadimenti dell' η_c in due mesoni vettori.

È stata messa in evidenza per la prima volta il decadimento radiativo γ_D (1285), ovvero con un mesone con $J^{PC} = 1^{++}$, e sono state osservate strutture inattese nel decadimento radiativo in $\gamma q\bar{q}$.

Lo studio comparato delle risonanze $\pi\pi$ e KK , a seconda che siano prodotte associate o no ad un ψ , ad un Φ o ad un fotone, come riportato in Fig. 14. Inoltre viene definitivamente non confermata la risonanza osservata da Mark III in KK , di massa 2.2 GeV e larghezza compatibile con la risoluzione.

- La misura di $R = \sigma(e^+e^- \rightarrow \text{adroni}) / \sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)$. I risultati, ancora non definitivi, sono riportati in Fig. 15.

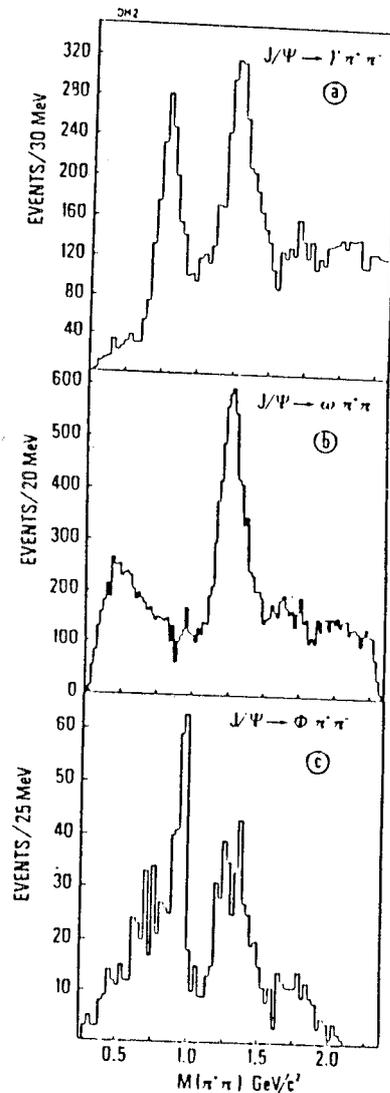


FIG. 14 - Massa invariante per il sistema $\pi^+ \pi^-$ nei decadimenti $J/\psi \rightarrow \gamma \pi^+ \pi^-$, $J/\psi \rightarrow \omega \pi^+ \pi^-$, $J/\psi \rightarrow \Phi \pi^+ \pi^-$.

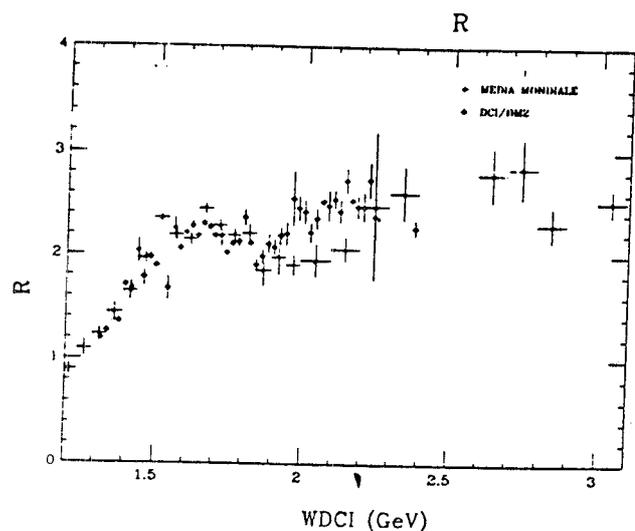


FIG. 15 - Andamento del rapporto R nel range di energie 1.3 - 3 GeV.

— La conferma di strutture nell'annichilazione e^+e^- attorno a 2 GeV di energia totale, già evidenziate in parte nella sperimentazione ad ADONE, come mostrato nei risultati, ancora preliminari, di Fig. 16.

Publicazioni

- (1) J.E. Augustin et al.: "Results on Photon-Photon physics with the DM2 detector", Presentato al "International Symposium on Lepton and Photon interaction" Kyoto, (Agosto 1986).
- (2) D. Bisello et al. "A measurement of $\eta_c \rightarrow \Phi\Phi$ in the radiative decay of the J/ψ " Physics Letters B, Volume 179 numero 3, (Ottobre 1986).
- (3) D. Bisello et al.: "Search of the glueballs in the $J/\psi \rightarrow \gamma\Phi\Phi$ decay", Physics Letters B, Volume 179 numero 3, (Ottobre 1986).

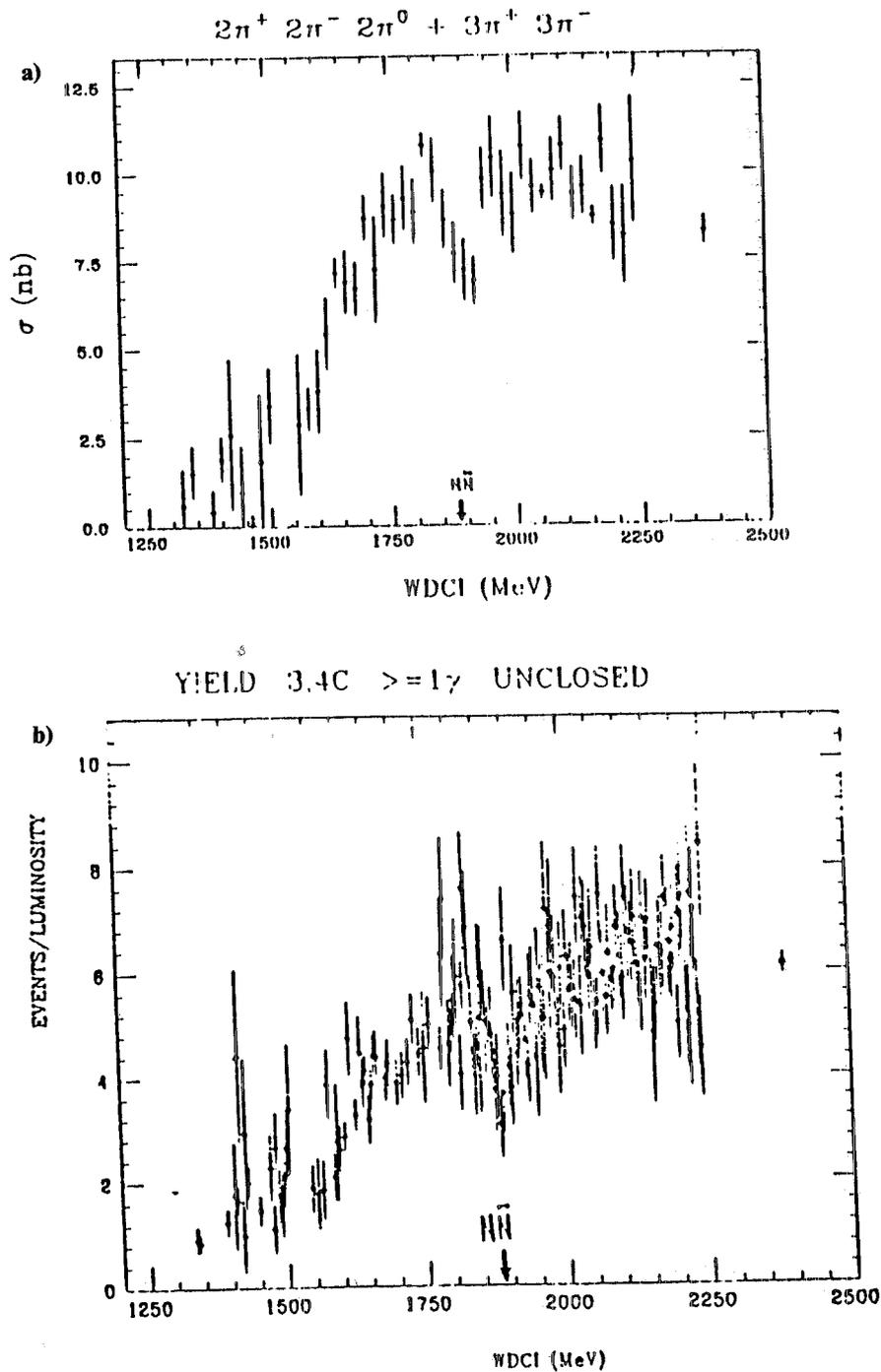


FIG. 16 - a) Andamento della sezione d'urto in 6π e dello yield per eventi $3,4\pi + \geq 18$ (non compatibili con 5π). b) Si può osservare una struttura in corrispondenza alla soglia NN .

2. - FISICA DELLE ALTE ENERGIE PASSIVA

Esperimento NUSEX al Monte Bianco

Componenti del gruppo: G. Battistoni, C. Bloise (A), P. Campana, V. Chiarella, A. Ciocio (A), E. Iarocci, G.P. Murtas (A), L. Satta.

Tecnici: U. Denni, G. Mazzenga, G. Nicoletti.

Collaborazione con: CERN, Milano, Torino.

L'esperimento NUSEX per la misura della vita media del nucleone ha concluso la presa dati nel Dicembre 1986 dopo quattro anni di attività.

Tale esperimento, progettato nel 1979, è stato uno dei primi esperimenti "sotterranei" al mondo dedicati alla misura della vita media del nucleone. Per l'apparato è stata scelta la tecnica della calorimetria digitale, utilizzando, per la prima volta su vasta scala, i tubi in plastica a streamer limitato (1 cm² di granularità), sviluppati nei LNF. Una schematizzazione dell'apparato è visibile in Fig. 17.

L'apparato, di circa 150 tonnellate di massa totale, è stato assemblato nel garage 17 del tunnel del Monte Bianco, dove la copertura di roccia minima è pari a circa 5000 m di acqua equivalenti.

Oggetto principale dell'analisi sono stati gli eventi contenuti nel volume fiduciale. Su un totale di circa 40 eventi prodotti dalle interazioni dei neutrini atmosferici, sono stati individuati 2 candidati per il decadimento del protone. Questo ha permesso di porre un limite sulla vita media del nucleone dell'ordine di 10³¹ anni nei canali principali previsti dalle teorie di Grande Unificazione.

L'esperimento NUSEX è stato utilizzato anche per lo studio della fisica dei raggi cosmici. L'analisi dei muoni singoli (~ 40000 eventi) e multipli (~ 500 eventi) ha permesso di ricostruire lo spettro dei raggi cosmici primari di energia intorno a 10¹⁶ eV/nucleone.

È stata anche iniziata la ricerca di sorgenti galattiche di raggi cosmici mediante l'analisi delle direzioni e dei tempi di arrivo dei muoni di alta energia. Il segnale rivelato proveniente dalla direzione di CYGNUS X-3, pubblicato nel 1985, non ha trovato conferma nel cam-

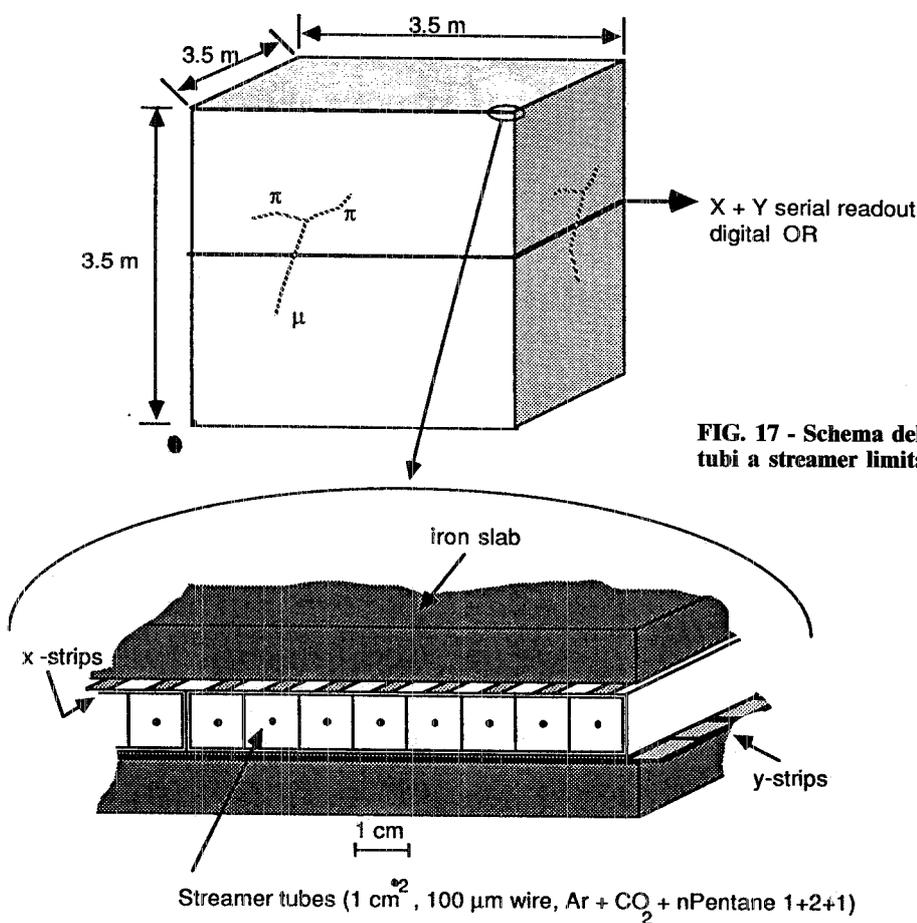


FIG. 17 - Schema dell'apparato NUSEX con il dettaglio di tubi a streamer limitato e delle strips x-y di lettura.

pione successivo di eventi analizzati. È in corso il completamento di analisi riguardante anche la sorgente HERCULES X-1.

Le tecnologie sviluppate e l'esperienza acquisita in questo esperimento sono state essenziali per la progettazione delle attività sperimentali al Gran Sasso in cui sono coinvolti i LNF.

Publicazioni

- (1) G. Battistoni et al., The NUSEX detector, Nucl. Instr. & Methods A245 (1986) 277.
- (2) G. Battistoni et al., Contained events in the Mont Blanc Nucleon Stability Experiment, Nuovo Cimento 9C (1986) 182.
- (3) G. Battistoni et al., Cosmic Muon Results from the NUSEX Experiment, Nuovo Cimento 9C (1986) 196.
- (4) G. Battistoni et al., Limit on Monopole flux in the Mont Blanc Nusex Experiment, Nuovo Cimento 9C (1986) 551.

Esperimento ICARUS al Gran Sasso

Collaborazione: CERN, Harvard, Frascati, Milano, Padova, Pavia, Roma, Tokyo, Wisconsin.

L'attività del gruppo nel 1986 si è concentrata sui seguenti punti:

- 1) È stata allestita al Cern una serie di misure per testare in maniera diretta e senza ambiguità le principali caratteristiche dell'apparato proposto. In particolare è in programma uno studio approfondito della propagazione di elettroni in argon liquido.
- 2) Sono stati fissati il disegno dettagliato e le specifiche costruttive del criostato per l'apparato finale sì da poter ricevere dall'industria offerte concernenti prezzi, prestazioni e tempi di consegna.
- 3) È stato affrontato l'importante problema della trasmissione dati tra la sala del rivelatore e la sala conteggio all'esterno del tunnel. Oltre a questi obiettivi principali anche altre questioni sono state studiate.

Nel seguito queste attività saranno brevemente descritte come pure le conclusioni cui si è pervenuti sino a questo momento.

Comunque tali attività sono tuttora in corso e in particolare risultati decisivi sono attesi nel prossimo futuro dalle misure sul drift di elettroni in argon liquido.

TESTS IN ARGON LIQUIDO

Lo scopo di questi tests è di dimostrare la fattibilità del metodo proposto per l'esperimento Icarus.

Il punto cruciale da dimostrare è che gli elettroni possono avere grandi percorsi di drift in argon liquido senza essere assorbiti. Gli esperimenti condotti sinora in laboratorio riguardavano piccole quantità di argon liquido e piccole distanze di drift. Nei tests in programma al Cern si vuole dimostrare che è possibile purificare grandi volumi di argon liquido sino a limiti tali da consentire distanze di drift dell'ordine di vari metri.

Oltre ad ottenere grandi distanze di drift, si vuole nello stesso tempo dimostrare che le tracce degli elettroni possono essere ricostruite. A tale scopo è stato allestito un dispositivo sperimentale nel quale la ricostruzione delle tracce dovrebbe avvenire in maniera molto simile a quella proposta per l'esperimento.

L'attività svolta nel 86 è illustrata in dettaglio nel seguito; al momento è in corso il riempimento del dewar con l'argon liquido purificato e presto dovrebbe essere possibile osservare le tracce e misurare l'attenuazione del segnale su distanze maggiori di quelle sinora studiate.

DEWAR E RIVELATORE

Un criostato di altezza 2.5 mt e diametro 1.2 mt è stato costruito per contenere l'argon liquido e il rivelatore. Quest'ultimo è stato realizzato presso la sezione di Padova; esso consiste in una camera a fili (4 piani) con 200 sense wires per la lettura X e 200 per la Y. Il passo dei fili è 2 mm e la loro lunghezza 40 cm. La camera è situata alla fine di una regione di alto campo elettrico generato da una field-cage di elettrodi di acciaio.

In questo prototipo la massima distanza di drift ottenibile è 50 cm. Un secondo prototipo permetterà in seguito di arrivare sino a distanze di drift pari a 1.5 mt.

L'apparato è stato accuratamente pulito chimicamente, essiccato con argon gassoso, lavato con acqua demineralizzata ad alta conducibilità e degassato sotto vuoto per varie settimane. È stato installato un sofisticato sistema da ultravacuo monitorato da uno spettrografo di massa e da un apparato cercafughe di alta precisione. Il criostato con le relative apparecchiature interne ed esterne è attual-

mente installato in un'area della East Hall del PS (Fig. 18) dove è disponibile un fascio di muoni di bassa intensità. Nei periodi di shutdown del PS si impiegano muoni da raggi cosmici, selezionati da un sistema di scintillatori.

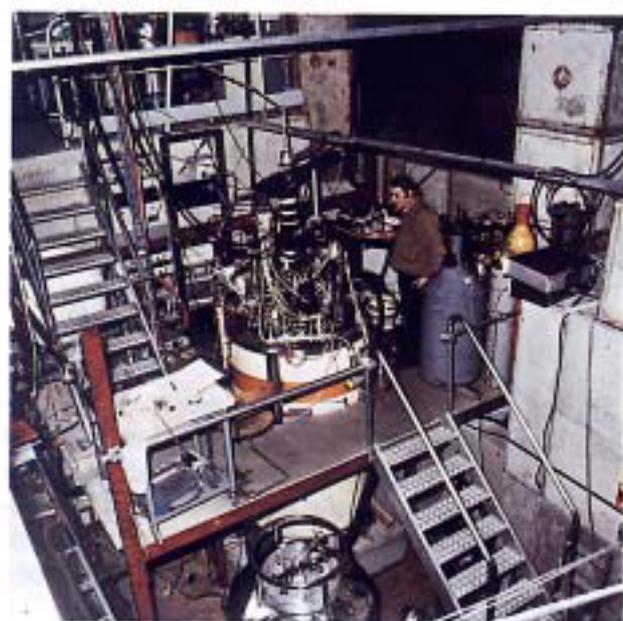


FIG. 18 - Il dewar di test installato nella East Hall del PS.

Si prevede di operare il prototipo usando argon extrapuro allo stato gassoso (proveniente da un purificatore esterno) e di liquefarlo nel criostato tramite un refrigeratore ad argon liquido.

IL PURIFICATORE

I componenti del purificatore sono stati preparati dalla sezione di Milano e assemblati al Cern all'inizio del '86 dopo pulizia e test. Prima di essere installato presso il prototipo, il sistema di purificazione è stato sottoposto a una serie di tests per provarne la rispondenza alle specifiche di progetto.

A tale scopo è stata costruita una piccola camera di circa 2 litri, con una gap di 5 cm, per osservare il segnale degli elettroni di drift generati da tracce di raggi cosmici. Il modo di funzionamento è simile a quello dell'esperimento di E. Aprile et al. (1).

Sono stati osservati segnali aventi l'ampiezza e il tempo di salita attesi. Ciò dimostra che il purificatore è capace di fornire argon del grado di purezza desiderato.

Per studiare ulteriormente i limiti del processo di purificazione, è stata costruita una seconda camera con una gap da 15 cm. Un tipico evento con essa ottenuto è mostrato in Fig. 19; il tempo di salita è circa 3 msec. Un fit del-

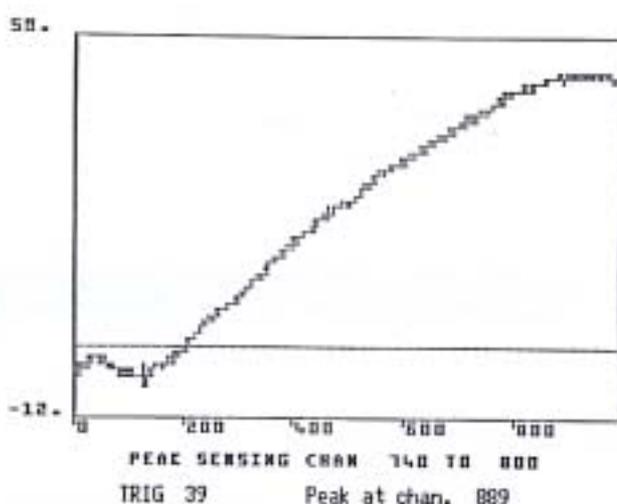


FIG. 19 - Output del wave-form analyser mostrante 39 eventi registrati nella camera ad argon liquido da 15 cm, per un campo di 8 V/cm. In ascisse è riportato in tempo in 5μ sec bins (200 canali = 1 msec); in ordinate la carica integrata in fC. Un fit a questi dati fornisce un tempo di salita di circa 3.5 msec. Ciò corrisponde a un contenuto di impurità nell'argon $< 10^{-9}$; questo implica una lunghezza di attenuazione di vari metri.

la forma dei segnali con quella attesa mostra che è possibile arrivare a lunghezze di attenuazione ben superiori a quelle già ottenute ad Harward (1).

Il purificatore è ora installato nell'area sperimentale, pronto a entrare in operazione.

ELETTRONICA

Il sistema di readout dei segnali della camera è simile a quello proposto per l'apparato finale. Esso consiste di un amplificatore di front-end seguito da circuiti di codifica e acquisizione che permettono di avere un display dei segnali su McIntosh e di registrarli (via μ Vax) su un Vax.

Tale sistema è stato realizzato a Padova (amplificatori di front-end), al Cern (filtri e second-stage amplifiers), a Harward (circuiti di codifica), e a Milano (interfaccia col computer).

Una importante parte del lavoro ha mirato a ridurre il noise sul segnale dei fili. Ciò è stato fatto sia via hardware (con filtri attivi) che software, con opportuni algoritmi, (Fig. 20).

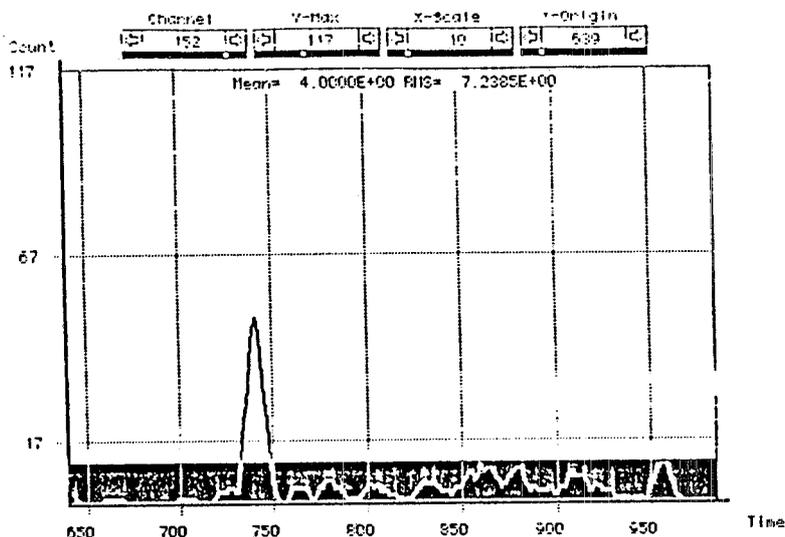


FIG. 20 - Esempio del segnale di un filo dopo l'uso di un semplice filtro software che permette di migliorare molto il rapporto segnale fondo. Ogni time bin corrisponde a 200 nsec.

ALTRE ATTIVITÀ

- 1) Le specifiche per il criostato da usare nel laboratorio del Gran Sasso sono state stabilite e espone in dettaglio in un rapporto (2). In base a esse sono state emesse delle richieste d'offerta la cui risposta è attesa a tempi brevi.
- 2) Le specifiche del solenoide sono in corso di studio. Un full report è in preparazione.
- 3) A Frascati è allo studio il progetto di link veloce per trasmissione dei dati tra la sala esperimenti nel tunnel e il laboratorio esterno (3).
- 4) È stata studiata la produzione industriale dei componenti (resistive plate chambers) del rivelatore di muoni esterno. Svariati prototipi prodotti dall'industria sono stati provati e sembrano funzionare altrettanto bene che quelli ordinariamente prodotti presso la sezione di Roma. Continua lo studio dei costi e dei modi di produzione per grandi quantitativi.
Al Cern sono stati studiati nuovi materiali e procedure con risultati incoraggianti (4). Le prestazioni con nuovi materiali sono paragonabili a quelle ottenute finora.

- 5) La collaborazione giapponese, attiva dall'inizio 86, sta studiando nuovi metodi per la rivelazione degli elettroni di drift in argon liquido. A tale scopo sono in costruzione dewars e purificatori nonché prototipi dei nuovi sistemi di rivelazione proposti (5).

Publicazioni

- (1) E. Aprile, K.L. Giboni and C. Rubbia; Nucl. Inst. and Methods, 241 (1985) 62.
- (2) L. Bassi and C. Rubbia; Call for tender for the supply of the 2,600 m³ cryogenic tank for the ICARUS detector in the Gran Sasso Laboratory of INFN, ICARUS note 86/22. (16 October 1986).
- (3) O. Ciaffoni, M.L. Ferrer, G. Mirabelli, L. Trasatti; Metropolitan area network, ICARUS note 86/15 (16 April 1986).
- (4) G. Carugno, M. Ferro-Luzzi and J.-M. Perreau; Tests of Resistive Plate Chambers. Internal report (21 August 1986) available with the minutes of the ICARUS meeting of 3 September 1986.
- (5) T. Doke; Development of a liquid argon Time Projection Chamber in Japan. Int. rep. of the Sci. and Eng. Res. Lab. of the Waseda University. No. 86-7 (22 September 1986).
T. Doke; Proposal for a 10,000 Kliter liquid argon TPC detector system: purification. KEK Eng. Note. (12 July 1986).

Esperimento LVD al Gran Sasso

Componenti del gruppo: S. Bianco, R. Casacci, F. Cindolo, M. Enorini, F.L. Fabbri, I. Laakso, A. Rindi, A. Spallone, G. Susinno, L. Votano, A. Zallo.

Tecnici: P. Benvenuto, L. Daniello, D. Fabbri, M. Gatta, M. Giardoni, E. Gradl, F. Masi, L. Passamonti, V. Russo, M. Ventura.

Collaborazione con: Bologna, Brown CERN, Firenze, Houston IHEP (Cina), Indiana, L'Aquila, Lecce, Milano, MIT, Moscow, Northeastern, Palermo, Saclay, Tokyo, Torino.

L'esperimento LVD (Large Volume Detector) si propone di realizzare un grande osservatorio sotterraneo dedicato principalmente alla astrofisica neutrinica ed alla ricerca di sorgenti cosmiche di fotoni di altissima energia, coprendo comunque un vasto spettro di obiettivi scientifici nel campo dell'astrofisica e della fisica delle particelle elementari.

Nel corso del 1986 è stata presa la decisione finale circa l'ubicazione dell'esperimento; esso sarà posto nella parte nord del laboratorio A del Gran Sasso ed avrà, inoltre, a disposizione parte del laboratorio B per montaggio, elettronica e sistema gas.

Sono entrati a far parte della collaborazione internazionale l'IHEP di Pechino e le università di Northeastern e Indiana (USA); nel corso dell'anno si è arrivati ad una più precisa distribuzione e divisione dei compiti all'interno della collaborazione stessa.

Le responsabilità di Frascati per ciò che concerne la costruzione dell'apparato riguardano principalmente il sistema di tracking e la struttura meccanica di supporto.

— L'APPARATO LVD

Nel corso del 1986 sono state prese le decisioni finali circa il disegno generale dell'apparato.

L'apparato è costruito da circa 200 moduli identici. Ciascun modulo è costituito da un contenitore di ferro detto porta-tank che contiene 8 tanks da 1.5 m³ ciascuna di scintillatore liquido visto da 3 fototubi e dal sistema di tracking realizzato con tubi a streamer limitato che ricopre l'intera superficie orizzontale e una parete verticale del modulo stesso. L'intero apparato sarà così costituito da circa 1800

tonnellate di scintillatore liquido e da circa 20.000 tubi a streamer.

I moduli sono inseriti in una struttura metallica di supporto che garantisce la rigidità meccanica necessaria (vedi Fig. 21 e 22).

— LA STRUTTURA MECCANICA

Il progetto esecutivo e costruttivo della struttura è stato ultimato, si è pervenuti al progetto finale attraverso successivi aggiustamenti imposti dal fatto che contemporaneamente venivano realizzati i progetti esecutivi di pavimenti, pareti e carroponte al laboratorio A. Questo ha richiesto un'attenta analisi di tutte le possibili interazioni tra apparato e impianti del laboratorio stesso.

Nel corso del 1986 è stata inoltre espletata la gara per l'assegnazione dell'ordine della struttura, ciò consentirà all'inizio del 1987 l'avvio della lavorazione da parte della ditta prescelta e l'installazione nel laboratorio appena esso sarà reso disponibile agli sperimentatori.

— SISTEMA DI TRACKING

Il progetto definitivo del sistema di tracking per la rivelazione di muoni prevede 9 piani orizzontali e 5 verticali ognuno costituito da un doppio strato di tubi a streamer limitato con lettura da strip nelle coordinate X e Y.

Più in dettaglio esso è realizzato con due pannelli uno orizzontale e uno verticale solidali a ciascun porta-tank e costituiti dal pannello meccanico di supporto vero e proprio e dal sandwich di tubi e strips.

Nel corso dell'anno sono stati accuratamente esaminati tutti gli aspetti progettuali del sistema di tracking dal punto di vista meccanico, elettronico e della radioattività dei materiali impiegati.

Sono stati realizzati prototipi di porta-tank e del pannello di supporto, sono stati inoltre eseguiti test elettronici di funzionalità e ottimizzazione dei segnali dei tubi.

Per il 1987 è prevista la realizzazione e installazione nel "capannone Gran Sasso", in via di ultimazione nei LNF, di una catena di assemblaggio e test per il sistema di tracking e l'inizio della produzione stessa.

Dei circa 20.000 tubi a streamer necessari per l'esperimento circa 3.000 saranno costruiti

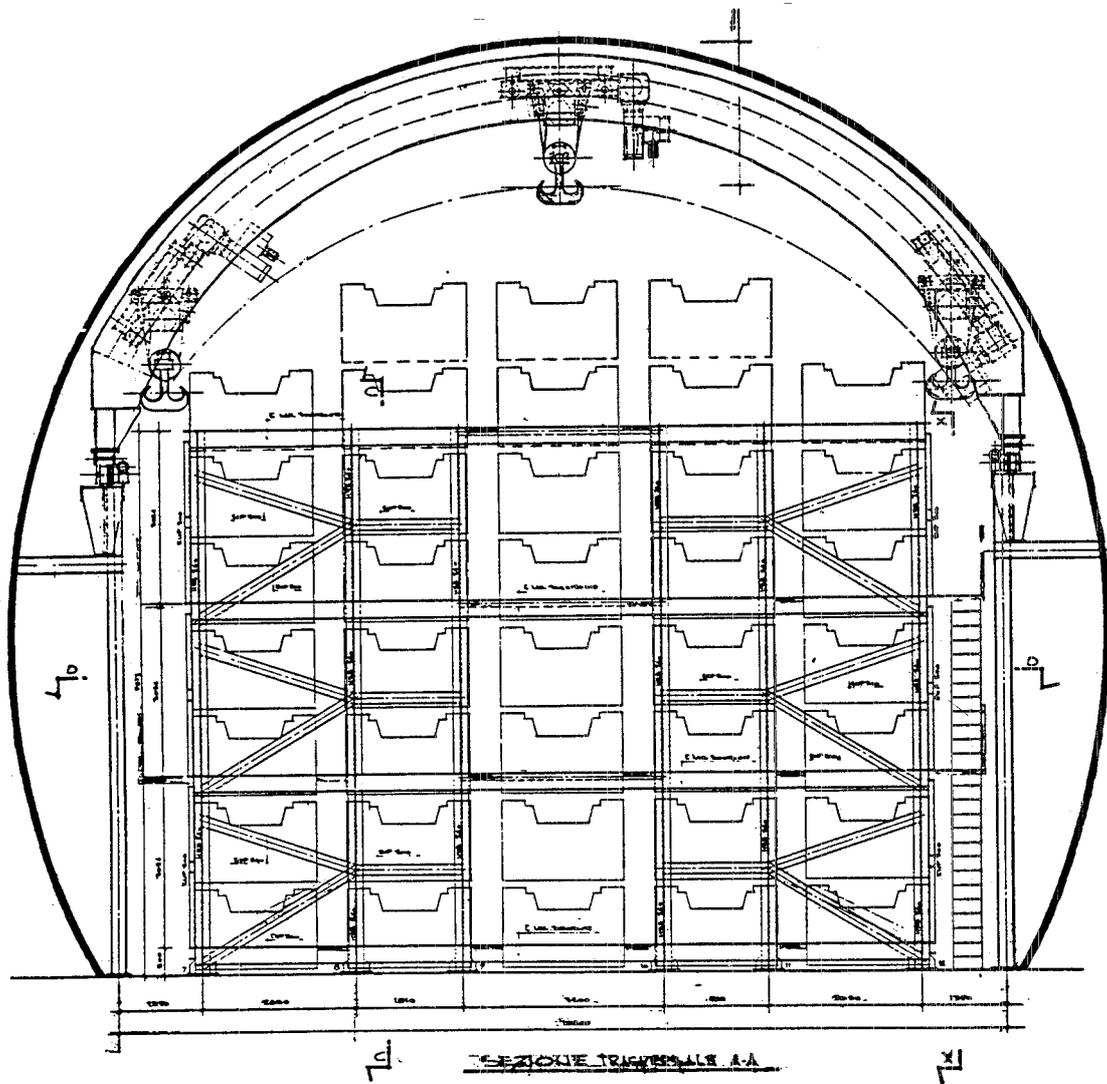


FIG. 21 - Sezione trasversale della struttura meccanica per l'apparato LVD.

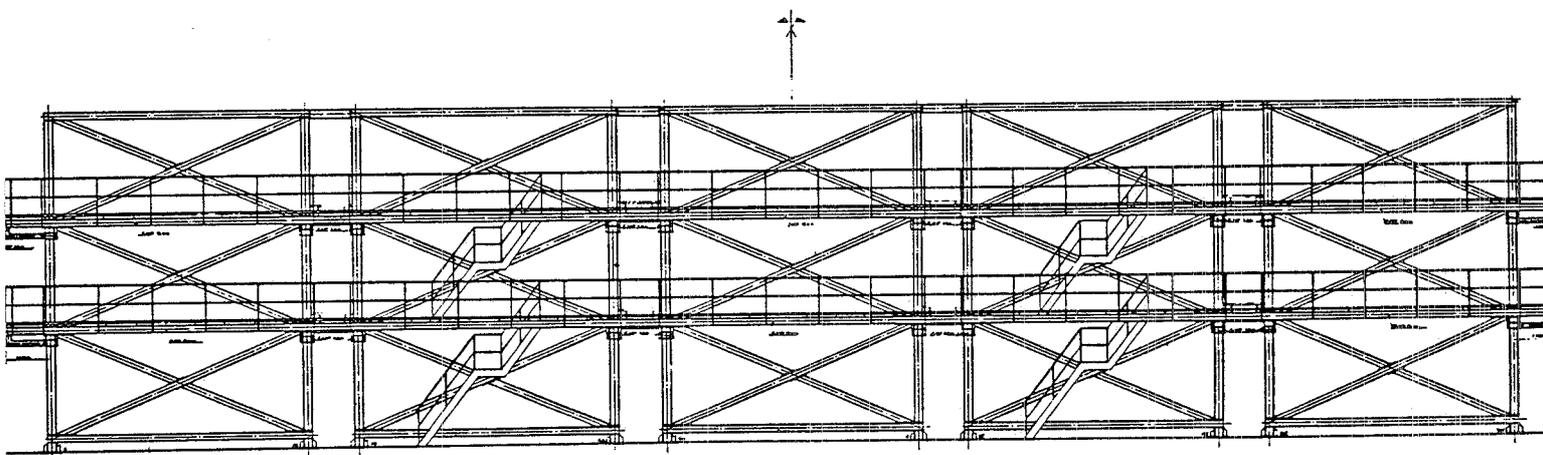


FIG. 22 - Sezione longitudinale della struttura meccanica per l'apparato LVD.

nel tubificio a Frascati, mentre il grosso della produzione avverrà in un tubificio che sta per essere ultimato ad Houston utilizzando il progetto delle macchine già utilizzate per Frascati.

Nel corso del 1986 sono stati prodotti a Frascati 700 dei 3.000 tubi previsti, per lo più utilizzando un turno notturno in coda alla produzione di Aleph. Si è reso inoltre necessario attrezzare un laboratorio di test completo e indipendente per il controllo on line della produzione di tubi.

Per il prossimo anno s'intende attrezzare un laboratorio per il test di lunga durata di tutta la produzione dell'esperimento in grado di testare parecchie centinaia di tubi contemporaneamente.

Esperimento MACRO al Gran Sasso

Componenti del gruppo: G. Battistoni, H. Bilokon, C. Bloise, P. Campana, V. Chiarella, A. Ciocio (A.), A. Grillo, E. Iarocci, A. Marini, A. Rindi, F. Ronga, L. Satta, M. Spinetti, V. Valente.

Tecnici: U. Denni, G. Mazzenga, G. Nicoletti.

Collaborazione con: L'Aquila, Bari, Bologna, Boston, Caltech, CNR, Drexel, Indiana, Michigan, Napoli, Pisa, Roma, Texas A&M, Torino, Virginia.

Gli obiettivi dell'esperimento MACRO al Gran Sasso sono:

- a) ricerca di monopoli magnetici nei raggi cosmici oltre il limite di Parker, utilizzando tecniche di rivelazione complementari, in un grande intervallo di β ;
- b) astronomia dei neutrini, comprendendo la ricerca di sorgenti galattiche di alta energia e la rivelazione di neutrini di bassa energia originati da collassi stellari;
- c) fisica dei muoni cosmici per la determinazione dello spettro e della composizione dei raggi cosmici primari fino a 10^{17} eV/nucleone;
- d) ricerca di sorgenti galattiche di fotoni di alta energia, attraverso la rivelazione di muoni secondari prodotti nell'atmosfera;
- e) ricerca di particelle esotiche nei raggi cosmici.

— MISURE AL GRAN SASSO

È stato installato in un laboratorio mobile un rivelatore per muoni di 3.5 m^2 costituito da tubi proporzionali in alluminio che precedentemente era parte di un esperimento del MIT al Fermilab.

Tale apparato ha preso dati per due mesi nel Laboratorio del Gran Sasso per la misura di flusso e di distribuzione di muoni cosmici e misure di radioattività ambientale. L'analisi di tali dati è in corso.

Publicazioni

- (1) C. Alberini et al., The large-volume detector (LVD) of the Gran Sasso Laboratory, Nuovo Cimento Vol. 9C n. 2 (1986) pag. 237.

Il rivelatore è costituito due strati orizzontali di scintillatore liquido, dieci piani di tubi a streamer ed un piano di plastiche atte alla rivelazione di particelle ionizzanti mediante "track-etch". Tali elementi sensibili sono distribuiti in una struttura di cemento. I lati verticali sono chiusi da uno strato dello stesso scintillatore e da quattro piani di tubi.

L'esperimento MACRO, superato l'iter di approvazione e finanziamento negli USA, è entrato nel 1986 nella fase operativa di definizione del progetto e di costruzione delle parti componenti l'apparato sperimentale.

L'impegno di maggior peso della componente di Frascati nella collaborazione consiste nella costruzione delle camere a tubi streamer del rivelatore; l'anno trascorso è stato per intero dedicato alla realizzazione, presso una industria, di un tubificio in grado di produrre i nuovi standard di tubi: sezione $3 \times 3 \text{ cm}^2$, lunghezza 12 metri.

La catena di montaggio, vedasi la Fig. 23 è stata completata, provata e posta in condizione di iniziare la produzione prima della fine dell'anno.

Riguardo l'apparato nel suo insieme, sono stati condotti a termine i progetti esecutivi della struttura meccanica e del sistema di miscelazione, purificazione, distribuzione e recupero del gas.



FIG. 23 - Veduta d'insieme del tubificio Macro.

Nel corso dell'anno una serie di misure atte a studiare la risposta dei rivelatori a streamer in funzione della ionizzazione sono state condotte ai fasci di ioni dell'acceleratore Saturne di Saclay. I risultati, parte dei quali riassunti nella Fig. 24, indicano la possibilità di riconoscere le alte ionizzazioni.

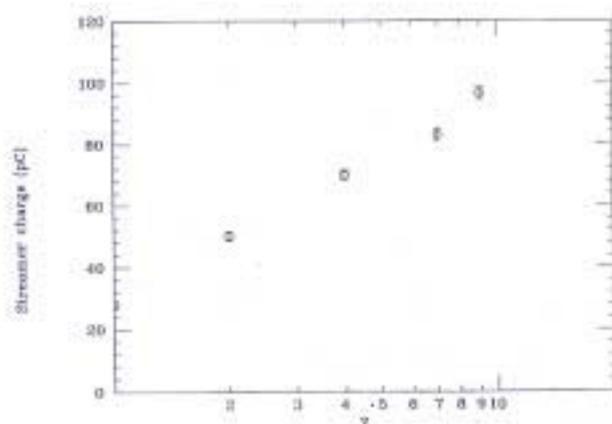


FIG. 24 - Andamento della carica raccolta in funzione della carica dello ione.

Un prototipo a grandezza naturale di contatore a scintillazione è stato tenuto in funzione all'interno della galleria del Gran Sasso allo scopo di misurare la frequenza del fondo in funzione della soglia in energia. Sono state altresì studiate l'efficienza di diverse configurazioni dei segnali nel trigger e la digitizzazione della forma del segnale di fototubo.

A queste misure hanno partecipato membri della collaborazione da Boston, Michigan, Pisa, Roma e Frascati.

L'acquisizione dati è l'altro tema in cui Frascati è fortemente impegnata, in collaborazione con Bologna e Roma.

Nel 1986 è stato installato e reso operativo il VAX 8200 che gestirà l'esperimento e sono

state studiate le problematiche connesse con la gestione di una rete di microvax in VaxELN. In particolare sono stati effettuati test di velocità della rete ed è iniziata la scrittura dei programmi per la sua gestione.

È in corso la scrittura dei programmi per il filtro degli eventi, per il colloquio con l'operatore ed il monitoraggio dell'evento. Sul lato Camac, sono stati approntate le routine di trasferimento ed è stato realizzato un programma che permette la sua gestione da qualsiasi nodo VMS di una rete Ethernet.

Per l'elettronica, infine, Frascati ha continuato a curare il coordinamento della parte di lettura dati, cablaggi, componenti e standardizzazione. In collaborazione con Bologna, è in sviluppo il progetto di un processore per la gestione delle informazioni dalle schede di lettura dei fili e delle strips dei tubi a streamer.

Accanto alla attività prettamente costruttiva già descritta, molto impegno è stato dedicato alla comprensione dei meccanismi di risposta dei rivelatori a gas ed a calcoli di previsione su alcuni temi di ricerca affrontati da Macro.

I punti affrontati sono i seguenti:

- 1) calcolo dell'effetto Drell in gas pesanti. Un programma di calcolo, dopo essere stato messo a punto nel caso dell'idrogeno, è stato utilizzato per l'elio e sarà esteso a gas più pesanti;
- 2) studio della risposta di rivelatori a gas a particelle lente, in particolare nucleariti. In Fig. 25 è riportato l'andamento della ionizzazione in funzione della massa per varie velocità. È iniziato lo studio della risposta a particelle con carica frazionaria;

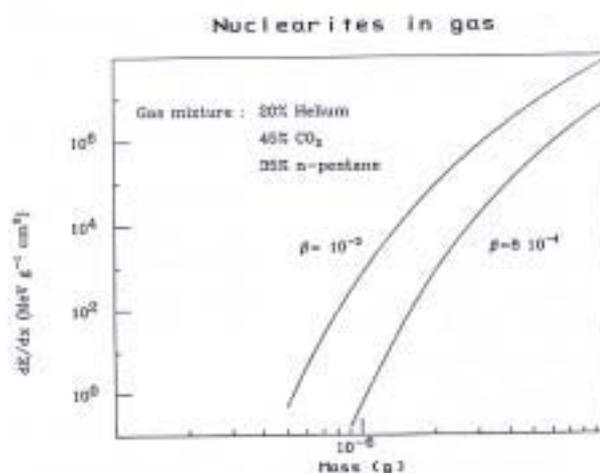


FIG. 25 - Energia depositata per unità di percorso in gas in funzione della massa per varie velocità.

- 3) calcolo della dipendenza angolare del flusso di μ , da qualche GeV di energia in su, con inclusi gli effetti del campo magnetico terrestre. I risultati del calcolo sono stati controllati confrontandoli con i dati raccolti da un piccolo apparato, con risoluzione angolare migliore di un grado, in funzione da vari mesi nei laboratori (Micro);
- 4) ricerca di possibili conseguenze nell'esperimento Macro del cosiddetto "effetto Mikheyev-Smirnov-Wolfenstein" di oscillazione risonante di neutrini. Si è verificato che i parametri di mixing, invocati per una possibile spiegazione del problema dei neutrini solari, non producono effetti visibili nei neutrini atmosferici che attraversano la terra.

Publicazioni

- (1) C. De Marzo et al.; MACRO, A LARGE AREA DETECTOR AT THE GRAN SASSO LABORATORY, Nuovo Cimento 9C (1986) 196.
- (2) G. Battistoni et al.; MUON TRACKING UNDERGROUND, Nuovo Cimento 9C (1986) 653.

Ricerca di antiprotoni cosmici (MASS)

Componenti del gruppo: G. Basini, F. Bongiorno (A.), M. Ricci, P. Spillantini.

Collaborazione con: CERN, CNR (Piano Spaziale), NASA Goddard Space Flight Center, New Mexico State University, Perugia, Roma.

L'esperimento MASS (Matter Antimatter Space Spectrometer) si inquadra nella linea di ricerca sistematica di antimateria primaria di origine cosmica in alta quota (~ 40 km). L'interesse di tale ricerca è già significativo nel caso di misure accurate del rapporto \bar{p}/p primario, ma ancora più notevole diventerebbe qualora si giungesse ad ottenere evidenza di uno stato legato di antimateria (ad es. nuclei di antielio).

Tre esperimenti non recenti (Fig. 26) hanno rivelato circa 40 antiprotoni primari; la "rate" osservata risulta maggiore di quella prevista in base ai modelli teorici attuali, ma la scarsa significanza statistica delle misure non permette di trarre conclusioni.

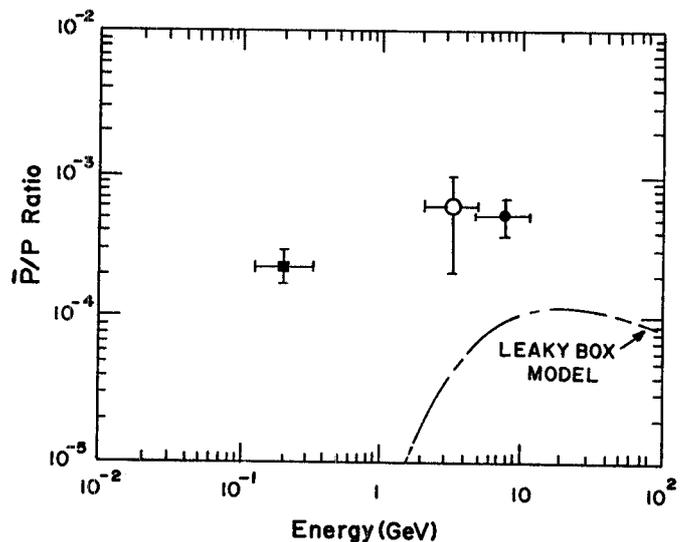


FIG. 26 - Previsioni teoriche e osservazioni sperimentali del rapporto \bar{p}/p . Linea tratteggiata: modello "leaky box", con lunghezza media di propagazione $\lambda = 5 \text{ g cm}^{-2}$. ●: 1 R.L. Golden et al., Phys. Rev. Letters 43, 1196 (1979); ○: 2 E.A. Bogomolov et al., Proc. 16th Intern. Cosmic Ray Conf., Kyoto (1979); ■: 3 A. Buffington et al., Ap. J. 248, 1179 (1981).

La linea di ricerca dell'esperimento MASS prevede due fasi successive:

- 1) Ricerca e misura del flusso di antiprotoni primari ($E_{\text{cin}} < 300$ MeV) con un calorimetro tracciante inserito in un apparato comprendente un magnete superconduttore (6 T), camere a fili e contatori per tempo di volo, in collaborazione con gruppi americani (NASA Goddard Space Flight Center e New Mexico State University); l'apparato, schematizzato in Fig. 27, sarà lanciato in alta quota per mezzo di un pallone aerostatico durante la campagna di lanci prevista per l'estate '87 e '88 dalla base di The Pas in Canada. Il calorimetro, di dimensioni $(53 \times 53 \times 39) \text{ cm}^3$ e densità 4 g/cm^3 è costituito di tubi a streamer in ottone di sezione $(6.5 \times 5) \text{ mm}^2$ (Fig. 28).
- 2) Partecipazione al progetto, alla realizzazione ed alla installazione di una facility costituita da un magnete superconduttore (ASTROMAG) e rivelatori associati per la stazione spaziale orbitante della NASA prevista per la metà degli anni novanta.

Il gruppo LNF, in collaborazione con il gruppo di Perugia e Roma, è impegnato nella realizzazione del calorimetro tracciante che dovrà consentire di:

- a) misurare molteplicità, energia e direzione dei π^\pm di fondo in modo da consentirne una drastica sottrazione;

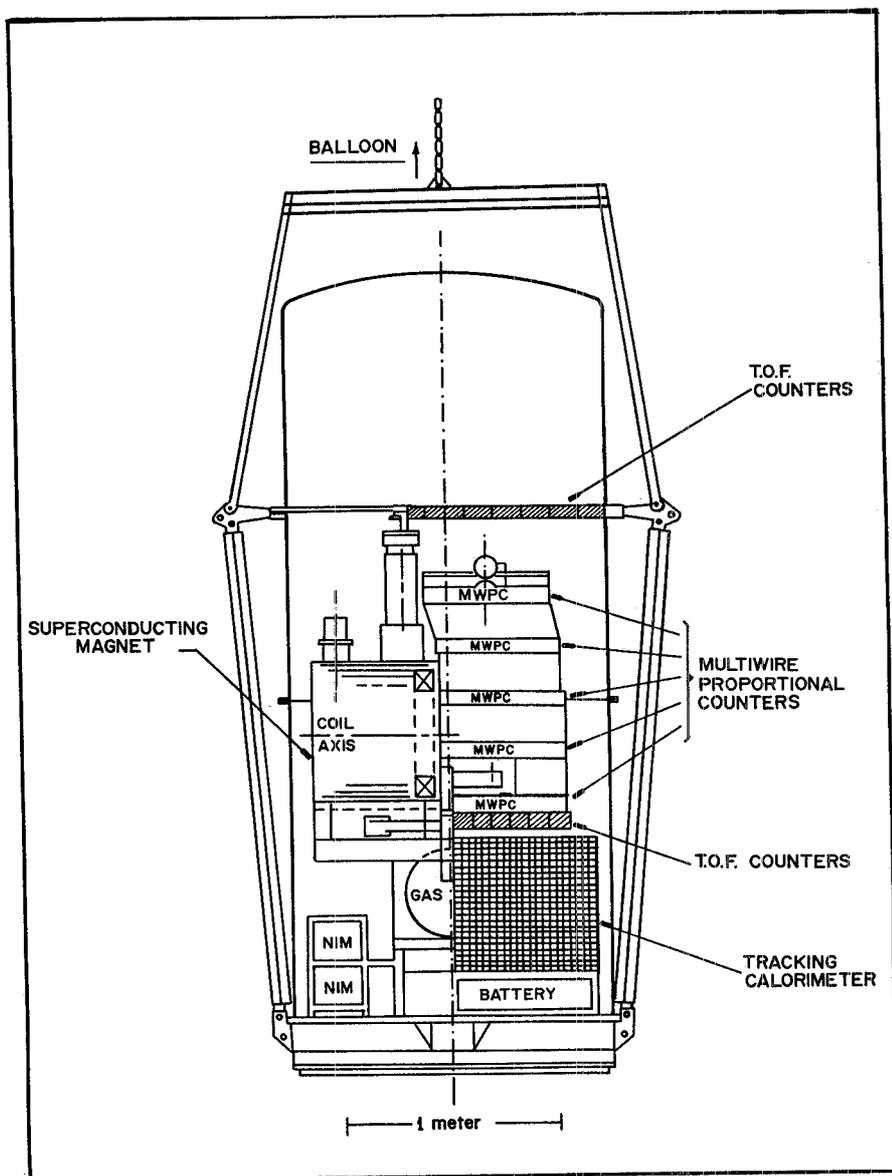


FIG. 27 - Schema dell'apparato.

- b) ricavare una misura calorimetrica dell'energia totale rilasciata (e in particolare dei π^0) e quindi ottenere una chiara segnatura degli eventi di annichilazione con ricostruzione del vertice.

Nel corso dei mesi di luglio-agosto '86 è stato eseguito al fascio T11 del PS del CERN il test di un prototipo di calorimetro composto da 24 camere con tubi a streamer in ottone (sezione $4 \times 4 \text{ mm}^2$) in numero di 80 per camera. Ogni camera era intercalata da una lastra di ottone di 6 mm di spessore. Nei dieci runs di misura sono stati selezionati circa 200 antiprotoni; la capacità del calorimetro di se-

lezionare antiprotoni è mostrata in Fig. 29a dove viene riportato, in via preliminare, il numero di hit/evento per candidati \bar{p} sopravvissuti ai tagli minimi operati sulla topologia dell'interazione (soppressione di eventi "vuoti", eventi con più di una traccia entrante etc.) e sulla definizione del fascio (finestra in tempo di volo). La risoluzione di energia risulta così essere $\sigma = 23\%$ ($E_{\text{tot}} = 2 \text{ GeV}$).

L'energia rilasciata in interazioni dovute a carichi dello stesso impulso risulta essere ben separata, come indicato in Fig. 29b per protoni selezionati con gli stessi criteri.

È attualmente in corso la fase conclusiva dell'analisi del test atta a stabilire in maggior

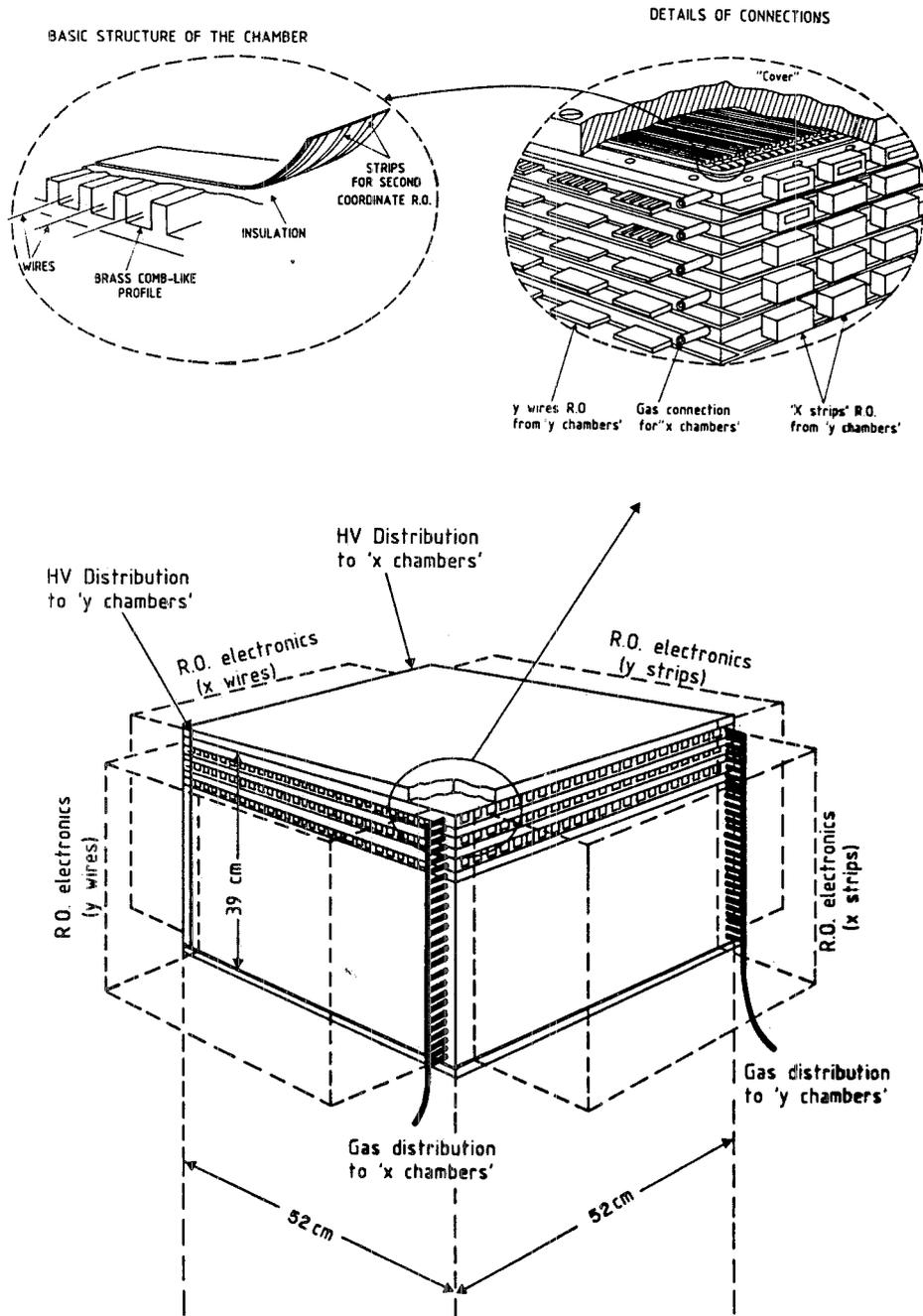


FIG. 28 - Il calorimetro MASS.

3. - FISICA NUCLEARE

La facility LEALE

Il LEALE (Laboratorio Esperienze Acceleratore Lineare Elettroni) dispone di un fascio di fotoni quasi monocromatici prodotto dalla annichilazione in volo su un bersaglio di idrogeno dei positroni del Linac di Frascati. Il trasporto dei positroni nell'area LEALE avviene con un sistema di beam-handling a 2 stadi. Il primo, subito a valle del Linac, è costituito da elementi focalizzanti e di definizione delle dimensioni del fascio e prevede la misura dello spettro energetico dei positroni (odoscopio). Il secondo stadio è un sistema acromatico (di tipo Brown) di deflessione a 45° e focalizzazione sul bersaglio di annichilazione. I controlli sul fascio di positroni comprendono una selezione in energia attraverso un sistema di slitte mobili calibrate sull'odoscopio, la misura di forma e posizione mediante camere a fili, il controllo dell'intensità mediante monitor non-intercettanti costituiti da toroidi di ferrite, la misura assoluta dell'intensità data da una tazza di Faraday posta nel piano focale di un magnete pulitore situato dopo il bersaglio di annichilazione per eliminare dal fascio di fotoni i positroni che non hanno subito annichilazione. È inoltre possibile, mediante due magneti che deflettono in verticale in senso opposto, variare l'angolo di incidenza dei positroni sul bersaglio di annichilazione e pertanto variare il rapporto tra i fotoni di annichilazione e quelli di bremsstrahlung e le caratteristiche in intensità e monocromaticità dei fotoni di annichilazione.

I fotoni sono prodotti da un bersaglio di idrogeno liquido di 0.0118 lunghezze di radiazione. La definizione del fascio di fotoni avviene attraverso un sistema di 5 collimatori posti nel giogo del magnete pulitore. Lo spettro energetico del fascio di fotoni è misurato on-line attraverso uno spettrometro a coppie connesso a un calcolatore. Forma e posizione del fascio sono controllate mediante camere proporzionali a fili. L'energia totale del fascio di fotoni è misurata mediante un quantmetro di Wilson il cui sistema di integrazione è stato modificato per fornire una sensibilità costante nel range di energia di misura. Un programma di simulazione di Monte Carlo, che tiene conto delle caratteristiche del fascio di positroni e di tutti i processi fisici lungo la linea, nonché delle caratteristiche di raccolta dei fotoni, è in

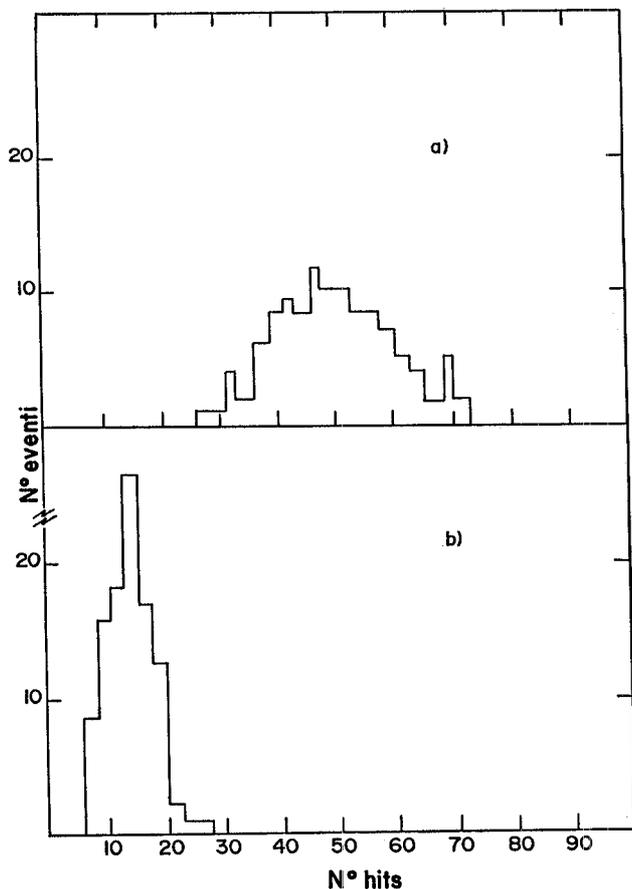


FIG. 29 - Distribuzioni hit/evento per: a) candidati antiprotoni b) protoni.

dettaglio i criteri di definizione completa della topologia degli eventi di annichilazione e la stima accurata del potere di reiezione del fondo.

Pubblicazioni

- (1) G. Auriemma et al.; MASS: "Matter-Antimatter Space Spectrometer". A space experiment for the measurement of the flux of cosmic ray antimatter, Frascati report LNF 85/25 (1985).
- (2) G. Basini et al.; Search for antimatter in cosmic radiation. A matter-antimatter space spectrometer, Nuovo Cim. 93A, 311 (1986).
- (3) G. Basini et al.; Toroidal coil configurations for a large acceptance space spectrometer, Nuovo Cim. 9C, 937 (1986).
- (4) G. Basini et al.; Brass tube calorimeter for the identification and energy measurement of low energy antiprotons, inviato al Nucl. Instr. and Meth. Phys. Res.

eccellente accordo con gli spettri misurati, e permette pertanto di calcolare emittanza, flusso e spettro del fascio di fotoni.

L'energia dei fotoni è variabile da circa 60 MeV a circa 300 MeV. A 0° di angolo di raccolta, entro un angolo solido geometrico di $5 \cdot 10^{-5}$ sr, l'intensità è $2 \cdot 10^7$ fotoni/sec a 300 MeV, con una monocromaticità dell'1.7%.

Il fascio del LEALE è attualmente impiegato nello studio della fotodisintegrazione di nuclei leggeri (^2H , ^3He) e per misure di fotofissione su nuclei medi e pesanti.

La particolare cura rivolta ai sistemi di monitoraggio e controllo e la monocromaticità del fascio hanno permesso la minimizzazione delle incertezze sistematiche nei risultati sperimentali ottenuti e caratterizzato i dati ottenuti a Frascati tra quelli presi nei maggiori Laboratori europei.

Esperimenti di fotodisintegrazione con il fascio γ LEALE (FNMI2)

Componenti del gruppo: G.P. Capitani, E. De Sanctis, C. Guaraldo, P. Levi Sandri, V. Lucherini, E. Polli, A.R. Reolon, P. Rossi.

Tecnici: M. Albicocco, L. Falco, A. Orlandi, A. Maccioce, W. Pesci, A. Viticchié.

Collaborazione con: Sezione INFN di Genova.

Scopo dell'esperimento è la produzione di un insieme di valori attendibili della sezione d'urto di questo processo che costituisce una ricca fonte di informazioni sulle proprietà dell'interazione nucleone-nucleone e sugli effetti delle risonanze isobariche e delle correnti di scambio mesoniche.

Negli ultimi cinque anni sono apparsi in letteratura nuovi dati di fotodisintegrazione del deuterio, prodotti con fasci di fotoni monocromatici, che risultano in accordo tra di loro entro gli errori sperimentali (che sono dell'ordine di $\pm 5\%$). L'accordo tra questi dati con le previsioni teoriche è del tutto soddisfacente a basse energie (minori della soglia di produzione dei pioni) mentre è ancora scarso ad energie più alte: in questo caso, in particolare, le distribuzioni angolari sperimentali sono meno isotrope di quelle calcolate.

È per questo motivo che nell'anno trascorso è stata eseguita una misura della sezione

d'urto di fotodisintegrazione del deutone con rivelazione dei protoni emessi a 0° , 90° e 180° , alle energie del fotone di 180, 220, e 250 MeV. Si tratta del primo esperimento, che misurando la sezione d'urto contemporaneamente a 0° e 180° , è in grado di fornire un valore del rapporto avanti/indietro della sezione d'urto esente da errori sistematici. Inoltre il rivelatore a 90° ha permesso una normalizzazione assoluta attendibile dei valori misurati a 0° e 180° .

In Fig. 30 sono riportati i valori di sezione d'urto misurati a 220 MeV di fotone (quadrati pieni): gli errori riportati sono soltanto quelli

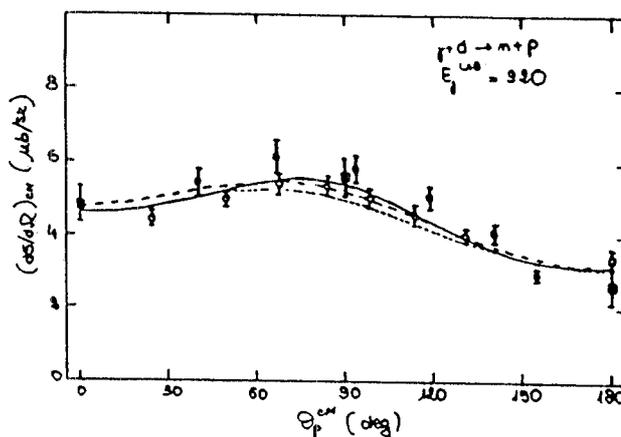


FIG. 30 - Confronto tra i valori della sezione d'urto del processo $^2\text{H}(\gamma,p)n$ misurati recentemente a $E_\gamma = 220$ MeV. Quadrati pieni: Frascati 1987, cerchi pieni: Frascati 1986, ref. 1, cerchi aperti: Bonn 1987.

statistici, e non includono un'indeterminazione sistematica di $\pm 5\%$ sul valore assoluto. In figura sono anche riportati per confronto i valori da noi misurati in precedenza⁽¹⁾ (cerchi pieni) e da Arends et al. (Nucl. Phys. A412, (1981) 509) (cerchi aperti) e il fit di Thorlacin e Fearing (Phys. Rev. C33 (1986) 1830) (curva a tratto pieno) di tutti i dati "moderni". L'eccellente accordo tra i nostri due valori misurati a 90° mostra la consistenza dei risultati prodotti con apparati diversi.

Pubblicazioni

- (1) E. De Sanctis et al.; Phys. Rev. C34 413 (1986).
- (2) M. Anghinolfi et al.; Nucl. Phys. A457 645 (1986).
- (3) E. De Sanctis et al.; Czch. J. of Phys. B36 290 (1986).
- (4) E. De Sanctis et al.; LNF 86/54, in corso di stampa sul Supplemento n. 1 della rivista Few-Body Systems.

Esperimenti di fotofissione con il fascio LEA-LE (FISSI/LE)

Componenti del gruppo: E. De Sanctis, C. Guaraldo, P. Levi Sandri, V. Lucherini, E. Polli, A.R. Reolon.

Tecnici: M. Albicocco, L. Falco, A. Macioce, A. Orlandi, W. Pesci, A. Viticchié.

Collaborazione con: INFN Sez. di Catania.

L'esperimento si propone la misura della sezione d'urto totale di fissione di un nucleo medio-pesante quale il Bismuto e il calcolo della relativa fissilità, allo scopo di verificare i meccanismi di eccitazione del nucleo con formazione di un nucleo residuo e diseccitazione nel canale di fissione. Il Bismuto — e i preattinidi in genere — appare particolarmente adatto a tale studio, data l'alta soglia di fissione ($25 \div 30$ MeV) che permette di escludere possibili meccanismi concorrenziali, quali ad esempio la fissione da fotoni della risonanza gigante.

La tecnica di rivelazione dei frammenti di fissione è quella dei sandwiches di vetri.

La sezione d'urto è ricavata dagli yields sperimentali risolvendo l'equazione integrale di Volterra con un metodo numerico di deconvoluzione.

Nel corso dell'anno è stata completata l'analisi dei dati di sezione d'urto nel range di energia del fotone $100 \div 300$ MeV. È stato così possibile dedurre la fissilità $P_f = \sigma_f / \sigma_{tot}$ in funzione dell'energia di eccitazione E_x del nucleo che si fissiona (nucleo residuo) utilizzando i recenti dati sulle sezioni d'urto totali di assorbimento.

È stato osservato un andamento non lineare del $\ln P_f$ vs $E_x^{-1/2}$, con un chiaro effetto di saturazione alle alte energie di eccitazione (Fig. 31). Ciò permette di dedurre sia che il modello statistico non è applicabile alle energie di eccitazione in gioco, sia che recenti deduzioni sui meccanismi di eccitazione, che farebbero discendere da tale supposta linearità la conclusione che l'eccitazione del nucleo via il meccanismo di assorbimento a quasi-deutone è il solo processo effettivo per la fissione, anche sopra la soglia mesonica, non sono giustificabili. Al contrario, si è dimostrato che sono responsabili della eccitazione del nucleo seguita da fissione sia l'assorbimento del fotone su coppie (np), sia l'assorbimento dei pioni fotoprodotti.

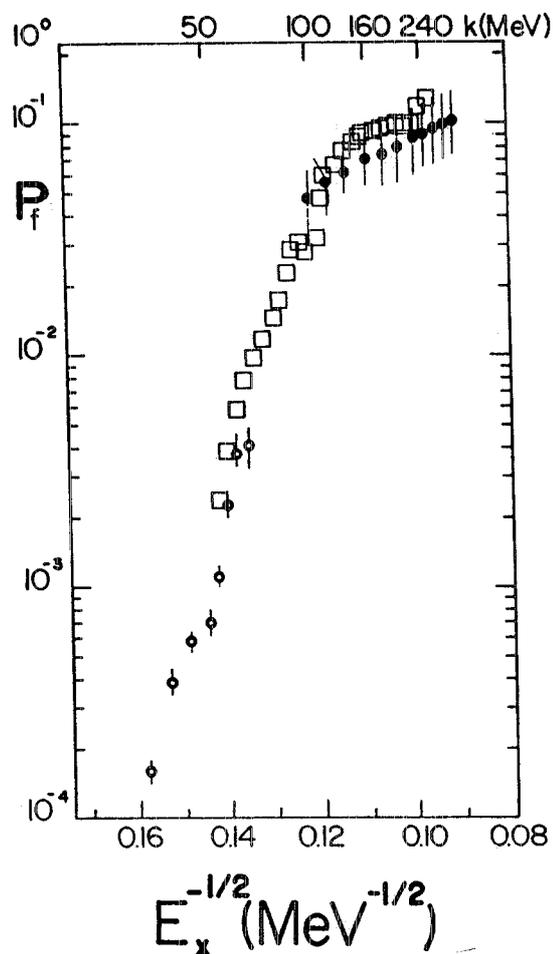


FIG. 31 - Probabilità di fissione del Bismuto vs $E_x^{-1/2}$. L'energia di eccitazione E_x è dedotta da Barashenkov et al. (Z Phys. A 287, 37 (1978)). ●: questo esperimento. □: Arruda-Neto et al. (Phys. Rev. C34, 935 (1986) con le sezioni d'urto di fotoassorbimento di Carlos et al. (Nucl. Phys. A431, 573 (1984)). ○: Lemke et al (Nucl. Phys. A432, 37 (1980) con le sezioni d'urto di fotoassorbimento di Leprêtre et al. (Phys. Lett. 79B, 43 (1978)).

È continuata anche la presa dati relativa alla misura delle distribuzioni in massa ed energia dei frammenti di fissione indotta nell'Uranio. In questo caso i frammenti sono rivelati da due coppie (a due a due diametralmente opposte e in coincidenza) di rivelatori al Silicio inseriti, insieme al Bersaglio di Uranio, in una apposita camera di scattering.

Pubblicazioni

- (1) C. Guaraldo et al., Photoexcitation mechanisms and photofission cross section for Bi by $100 \div 300$ MeV quasi-monochromatic photons, (Submitted to Physical Review C).

Esperimenti con il fascio γ Ladon

Componenti del gruppo: D. Babusci, G. Giordano, G. Matone.

Tecnici: E. Cima, M. Iannarelli, E. Turri.

Collaborazione con: Roma I, Roma II, Sanità.

Il gruppo Ladon dispone di un fascio di fotoni monocromatici e polarizzati prodotto dalla diffusione Compton all'indietro di luce laser incidente sugli elettroni circolanti in Adone.

Le caratteristiche principali del fascio sono:

- energia variabile da 5 MeV a 78.7 MeV per un'energia degli elettroni compresa fra 370 MeV e 1.5 GeV;
- elevato grado di polarizzazione ($P = 0.99 \pm 0.02$ a 15 MeV) e possibilità di ruotare il piano di polarizzazione;
- risoluzione in energia compresa fra il 2% FWHM alle energie più basse e il 10% all'energia massima. In tale range di energia l'intensità è compresa fra 10^5 γ /sec e 3×10^5 γ /sec.

TAGGING

Allo scopo di migliorare le prestazioni del fascio ci siamo dedicati allo studio e alla progettazione di un sistema di tagging. La risoluzione energetica aspettata per i fotoni di energia massima risulta di $\sim 5\%$ FWHM contro l'attuale 10% col fascio collimato; inoltre la possibilità di avvicinare gli apparati sperimentali al punto in cui avviene l'interazione Compton consentirà un incremento dell'intensità di circa un fattore 4 a parità di collimatore.

La rivelazione degli elettroni diffusi nell'interazione Compton verrà effettuata sfruttando il magnete curvante di Adone, posto a valle della sezione dritta in cui avviene l'interazione stessa. Tra i due quadrupoli immediatamente successivi al suddetto magnete verrà situato un rivelatore a microstrip, che consentirà la misura dello spostamento degli elettroni diffusi rispetto all'orbita principale e, quindi, la determinazione dell'energia del fotone prodotto (Fig. 32). Nella posizione indicata in Fig. 32 l'elettrone diffuso di energia minima risulta spostato dall'orbita principale meno di 9.5 cm (metà della larghezza interna della camera da vuoto di Adone).

La microstrip ha un'area attiva di 6.24 cm x 2 cm, uno spessore di 0.5 mm ed è costituita da 96 strips con "pitch" di 0.65 mm. Essa è situata nel piano perpendicolare a quello dell'orbita degli elettroni, con la prima strip attiva posta a ~ 2 cm dall'orbita principale. Il rivelatore e i relativi preamplificatori sono in aria all'interno di un pozzetto mobile tra la posizione di lavoro e quella di riposo, ragionevolmente schermata, in modo che sia possibile lasciare libera la camera da vuoto di Adone in fase d'iniezione.

MISURE DELLA SEZIONE D'URTO TOTALE DELLA REAZIONE ${}^4\text{He}(\gamma, p){}^3\text{H}$.

Conclusosi l'esperimento sulla misura della sezione d'urto totale di fotodisintegrazione del deutone, i cui risultati sono stati pubblicati⁽¹⁾, lo stesso apparato sperimentale è stato utilizzato per la misura della sezione d'urto totale di fotodisintegrazione a due corpi del ${}^4\text{He}$.

L'interesse di tale misura risiede nella possibilità, suggerita nel 1983 da un'analisi condotta da Calarco et al. sui dati sperimentali esistenti, di una violazione della "charge symmetry" non interpretabile in termini di effetti elettromagnetici. Un parametro utile per la stima di questa violazione è il rapporto R_γ tra le sezioni d'urto di fotoprotoni e di fotoneutroni per il ${}^4\text{He}$; tale rapporto è sensibile al grado di "isospin mixing" nel nucleo.

Mentre le teorie correnti danno per questo rapporto un valore 1, l'analisi critica di Calarco porta a un $R_\gamma = 1.7$ intorno a 25 MeV dell'energia dei fotoni. I nostri risultati preliminari sono rappresentati in Fig. 33. In Fig. 34 sono riportati i valori di R alle diverse energie, ottenuti utilizzando per la sezione d'urto ${}^4\text{He}(\gamma, n){}^3\text{He}$ i valori risultanti dall'analisi di Calarco.

Contemporaneamente è proseguita la presa dati col contatore a 4π "Crystal ball" su ${}^{12}\text{C}$.

Pubblicazioni

- (1) R. Bernabei, A. Incicchitti, M. Mattioli, P. Picozza, P. Prospero, L. Casano, S. D'Angelo, M.P. De Pascale, C. Schaerf, G. Giordano, G. Matone, S. Frullani e B. Girolami: Deuteron photodisintegration total cross section between 15 and 75 MeV, Phys. Rev. Letters 57, 1542 (1986).

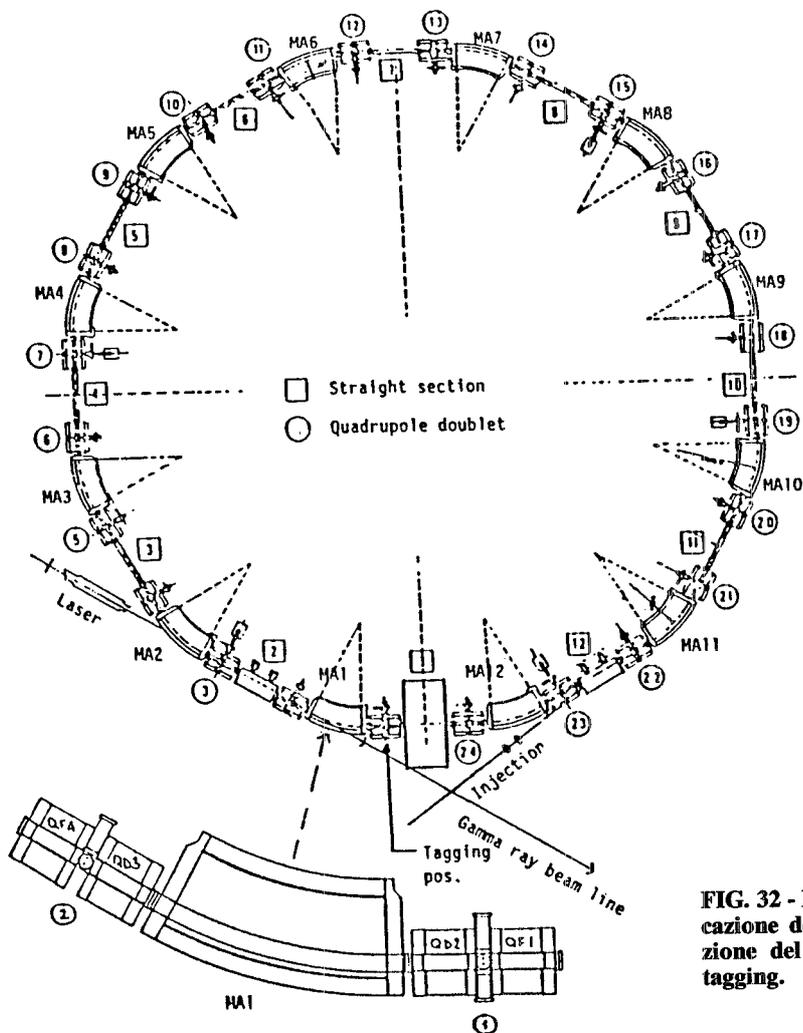


FIG. 32 - Rappresentazione schematica di Adone con l'indicazione della regione d'interazione elettrone-laser, la direzione del fascio gamma e la posizione del rivelatore di tagging.

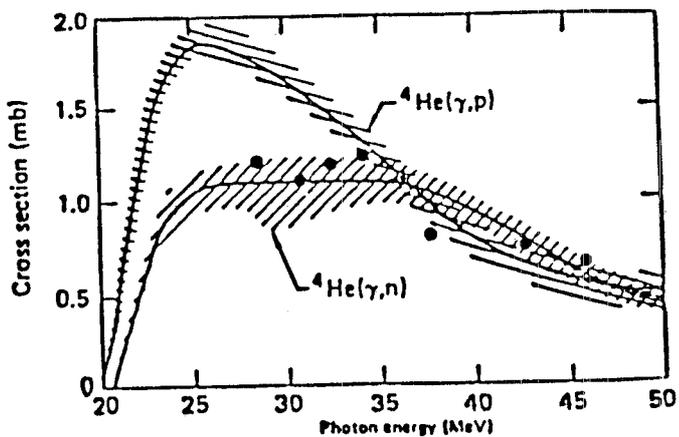


FIG. 33 - Sezioni d'urto ${}^4\text{He}(\gamma,p){}^3\text{H}$ e ${}^4\text{He}(\gamma,n){}^3\text{He}$ stimate da Calarco et al. (●) rappresentano le nostre stime preliminari per la sezione d'urto ${}^4\text{He}(\gamma,p){}^3\text{H}$.

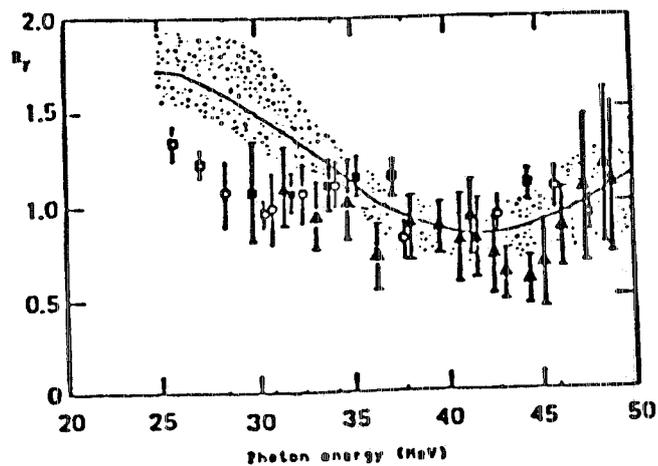


FIG. 34 - Andamento di R_γ in funzione dell'energia dei fotoni. (○) indicano questo esperimento; (▲) Phillips et al.; (■) Dodge e Murphy; (○) Balestra et al. La curva continua e la banda attorno ad essa rappresentano la previsione teorica di Calarco.

Jet Target su Adone

Componenti del gruppo: N. Bianchi, G.P. Capitani, E. De Sanctis, C. Guaraldo, P. Levi Sandri, V. Lucherini, V. Muccifora, E. Polli, A.R. Reolon, P. Rossi.

Tecnici: M. Albicocco, L. Falco, A. Orlandi, A. Macioce, W. Pesci, A. Viticchié.

Collaborazione con: Sezioni INFN di Genova e Sanità.

Scopo del progetto è la realizzazione di un fascio molecolare condensato di Argon e la sua installazione sulla sezione diritta n. 5 di Adone per la produzione di un fascio di fotoni di bremsstrahlung. Il fascio verrà reso monocromatico mediante la tecnica del tagging: gli elettroni che hanno irraggiato verranno rivelati mediante il sistema magnetico costituito dai due quadrupoli e dal dipolo deflettore di Adone posti immediatamente a valle della sezione diritta n. 5.

Nel corso del 1986 sono stati ottenuti i seguenti risultati:

a) Jet Target: è stato eseguito il progetto tecnico del sistema presso la Sezione INFN di Genova e completata la sua costruzione presso la Ditta SCS di Schio. Alcuni esemplari dell'ugello sono stati costruiti al CERN e sono stati provati a Genova. La jet-target con la nuova sezione diritta di

Adone appositamente costruita a Genova verranno montate a Genova per prove di laboratorio entro il mese di febbraio 1987.

b) Sistema di tagging: il progetto del sistema è stato effettuato dalla ditta DIESSE sotto la supervisione dei LNF. La costruzione del rivelatore è in una fase molto avanzata, e la sua consegna è prevista entro il mese di febbraio 1987. In Fig. 35 è riportata una vista dall'alto della sezione diritta e del magnete di Adone con indicazione della posizione della jet target e del sistema di tagging. Lo spaccato ingrandito mostra la disposizione degli scintillatori che definiscono i primi quattro canali di tagging.

c) Monitor di fascio: è stato progettato e ordinato un rivelatore ad assorbimento totale costituito da quattro cilindri di BGO (diametro 10 cm, spessore 8 cm), ciascuno visto da tre fototubi. Un cristallo di NaI di forma anulare, posto in anticoincidenza attorno al cristallo assorbitore è in grado di eliminare le fughe di energia superiori a 20 MeV e assicura una risoluzione FWHM di $\sim 1\%$. Questo contatore verrà anche usato come rivelatore per misure di assorbimento totale di fotoni.

È stato anche definito il progetto di un quantametro con integrazione gaussiana che assicura una sensibilità costante tra 5

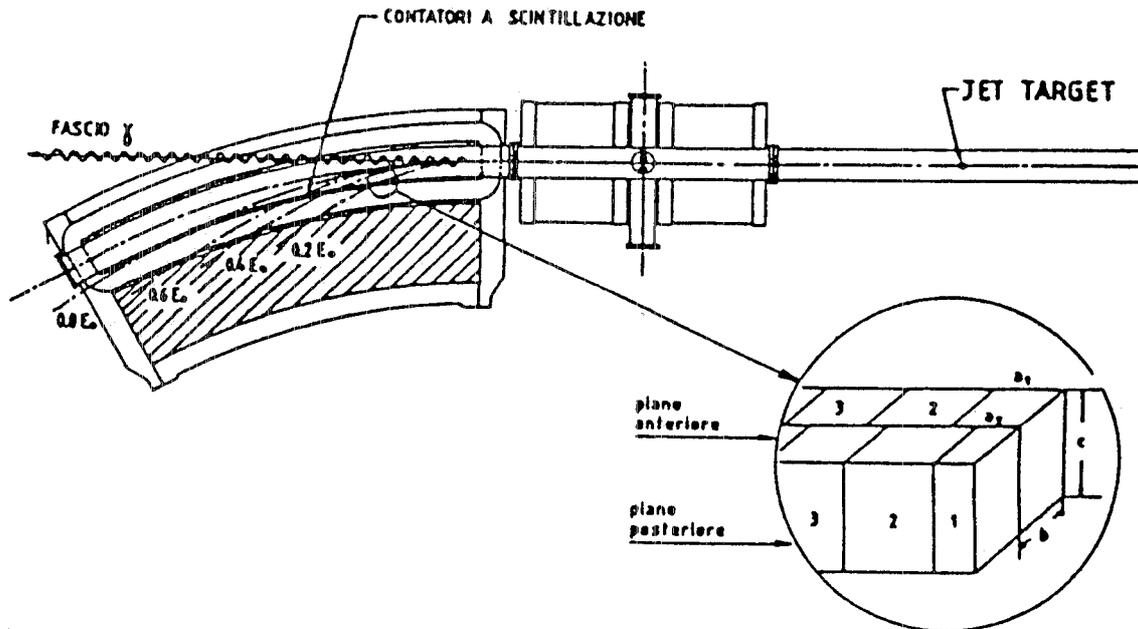


FIG. 35 - Schema della jet target nella sezione diritta di Adone e del sistema di tagging nel magnete curvante. nello spaccato è mostrata la disposizione degli scintillatore che definiscono i primi 4 canali di Tapping.

MeV e 2 GeV. Il relativo ordine per la costruzione è già stato emesso.

- d) Dosimetria: è stata progettata dal Servizio Attività Coordinamento Ingegneria la copertura dell'anello in sala Adone con una soletta orizzontale in elementi prefabbricati componibili di calcestruzzo fibrorinforzato (di spessore 50 cm) su una struttura di sostegno in carpenteria metallica. È stata anche definita la gara di contratto-appalto per la scelta della Ditta cui affidare il lavoro. È stata nominata la Commissione per l'espletamento della gara di contratto-appalto per la sala sperimentale fotoni con i relativi lavori di sbancamento. Infine il Servizio di Fisica Sanitaria ha avviato le pratiche per le autorizzazioni di legge per l'utilizzo del fascio di fotoni e della relativa sala sperimentale.
- e) Apparati sperimentali: è stato definito l'apparato sperimentale per la misura della sezione d'urto di assorbimento totale su nuclei medio-leggeri. Esso consiste di un magnete a poli piani e di un rivelatore a cristalli di BGO e NaI. Per la misura su un nucleo ad alto numero atomico verrà studiata la fotofissione dell'Uranio con una camera a fissione ad elevata efficienza e basso fondo elettromagnetico (Parallel plate avalanche detector)

Interazione di antiprotoni di bassa energia con nuclei al LEAR (TOFRADUPP)

Ricercatori: C. Guaraldo, A. Maggiora.

Collaborazione con: Bergen, Dubna, Oslo, Padova, Pavia, Torino.

Scopi dell'esperimento:

- a) studio dei meccanismi di annichilazione in materia nucleare;
- b) studio di stati eccitati della materia nucleare (annichilazione su più nucleoni, formazione di un plasma di quark-gluoni);
- c) restrizioni sull'esistenza di antimateria nei primi stadi di formazione dell'universo e sui parametri cosmologici;

fornita da un gruppo del CEN-SACLAY. Sono state anche definite le caratteristiche di massima di un rivelatore a grande angolo solido ($\sim 4\pi$) a cristalli di BGO a forma di palla da rugby. In particolare è stato definito un settore tipo e sono in corso studi di fattibilità del rivelatore e una ricerca per la scelta dei fototubi.

- f) Modifiche di macchina: è stato progettato e costruito dal Gruppo Meccanica e Vuoto della Divisione Macchine un prototipo di un tratto di ciambella con una finestra sottile di acciaio (dimensioni 10.45 x 38 mm², spessore 0.15 mm) per le prove in laboratorio del tratto di ciambella per il magnete di tagging. La Divisione Macchine ha anche definito le caratteristiche ed emesso i relativi ordini per la radiofrequenza a 350 MHz su Adone che consentirà un miglioramento di un fattore 7 del rapporto vere/casuali.

Pubblicazioni

- (1) M. Albicocco et al.; LNF 86/29 (1986).
- (2) V. Muccifora e E. De Sanctis; LNF 86/30 (1986).
- (3) E. De Sanctis et al. LNF 86/54 (1986), in corso di stampa sul Supplemento n. 1° della rivista Few-Body Systems.
- (4) M. Anghinolfi et al.; Proc. del Workshop on Electronuclear Physics with Internal Target, Stanford (5, Gennaio 1987).

- d) studio dei potenziali antiprotone-nucleo e antiprotone-nucleone.

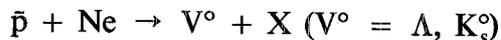
L'apparato sperimentale consiste in una camera a streamer self-shunted a pressione atmosferica in campo magnetico (volume sensibile 70 x 90 x 18 cm³) esposta al fascio di antiprotoni del LEAR. Il magnete è dei Laboratori di Frascati ed era già stato utilizzato al sincrotrone per la camera a bolle. È stato completamente rigenerato nelle bobine e nella meccanica, corredato dei necessari controlli e posto su piattaforma mobile.

L'esperimento è entrato in misura nel Novembre 1983 ed ha finito la presa dati nel luglio 1986 (shutdown di LEAR per l'installazione di ACOL). È in corso lo scanning degli ultimi eventi presi, la misura e l'analisi dei dati.

Nel corso del 1986 sono stati raccolti dati a riposo (su Neon), a 100 MeV/c (su idrogeno,

deuterio, elio-3 ed elio-4) e a 200 MeV/c (su deuterio, elio-3, elio 4 e neon) per un totale di 410.000 fotogrammi.

Presentati ai Congressi di Tokyo e Tessaloniki e oggetto di pubblicazione, di particolare rilievo appaiono i risultati sulla produzione inclusiva di stranezza in interazioni (\bar{p} Ne) a 600 MeV/c.



I dati suggeriscono l'ipotesi di annichilazione su più nucleoni, con la formazione di un cluster nucleare responsabile, attraverso un processo di carattere evaporativo, dell'eccesso di produzione di particelle strane rispetto al rate atteso per annichilazione sul nucleone singolo. Valori assoluti del rapporto Λ/K_s^0 e distribuzioni angolari sono in accordo con i recenti, e unici, risultati ottenuti al KEK, a energia più alta, che hanno messo in evidenza lo stesso ordine di fenomeni. L'interesse ulte-

riore per questa linea di ricerca risiede nel fatto che l'eccesso di stranezza, accoppiato a una temperatura adeguata del cluster (non misurata ancora per motivi di statistica), sono le signature tipiche della formazione del plasma di quark-gluoni.

Un secondo risultato, ancora preliminare, ma di particolare interesse, è la misura del rapporto di annichilazione di antiprotoni su neutroni e protoni nei nuclei, da confrontare con l'analogo rapporto ottenuto per il deuterio. I dati riguardano annichilazioni in quiete e a varie energie, su ^3He ed ^4He . A riposo, $R = \sigma_{\bar{p}n}/\sigma_{\bar{p}p}$ risulta la metà del valore ottenuto per il deuterio in esperimenti con camera a bolle. Questa differenza non può essere dovuta soltanto all'interazione di stato finale dei pioni o a effetti "ombra" dei nucleoni. La probabilità di annichilazione di un antiprotoni su un protone legato risulta due volte quella per un neutrone legato, indicando una chiara prevalenza del canale di isospin $I=0$ nel processo di annichilazione.

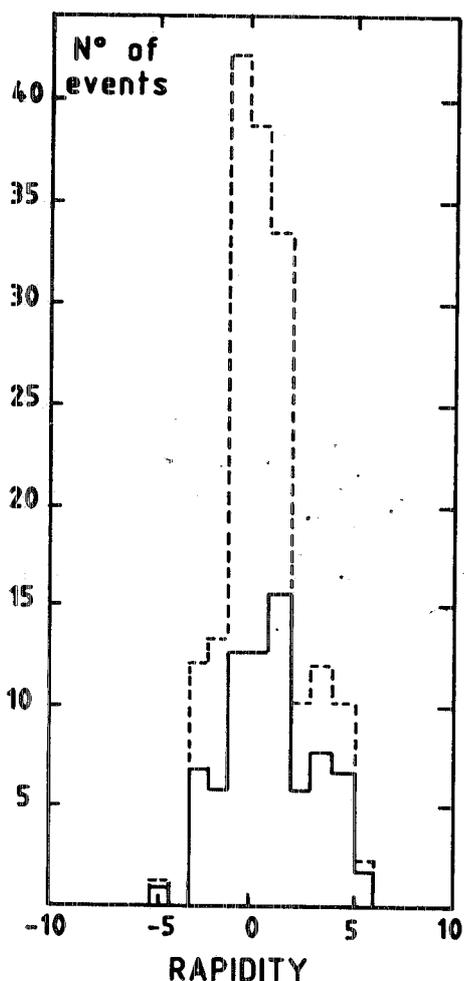


FIG. 36 - Distribuzione di rapidità delle Λ prodotte nella reazione $\bar{p} + \text{Ne} \rightarrow V^0 + X$ ($V^0 = \Lambda, K_s^0$) a 607 MeV/c.

Publicazioni

- (1) F. Balestra et al.; Europhys. Lett. 2, 115 (1986).
- (2) F. Balestra et al.; Nucl. Phys. A452, 573 (1986).
- (3) F. Balestra et al.; CERN-EP/86-104 (1986) (submitted to Nucl. Phys.).
- (4) F. Balestra et al.; CERN-EP/86-163 (1986) (submitted to Nucl. Instr. Meth.).
- (5) F. Balestra et al.; Neutral strange particle production (submitted to Phys. Lett.).

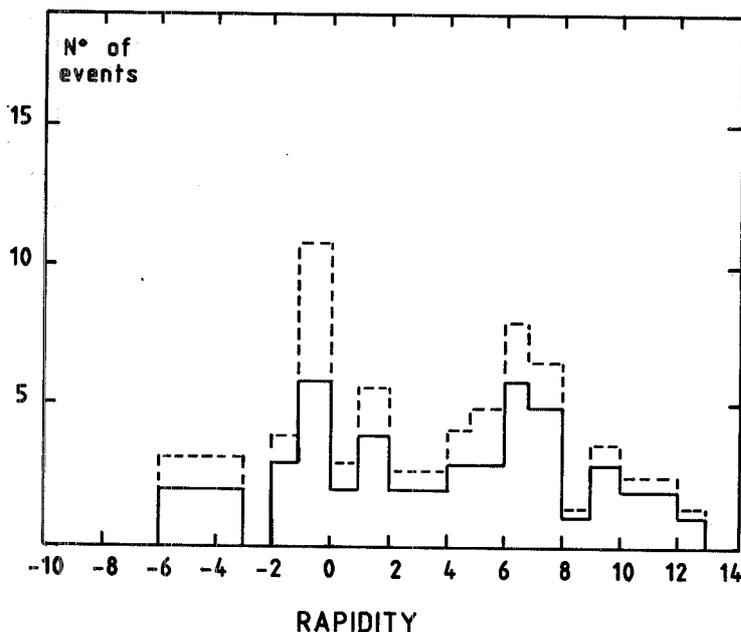


FIG. 37 - Distribuzione di rapidità dei K_s^0 prodotti nella reazione $\bar{p} + \text{Ne} \rightarrow V^0 + X$ ($V^0 = \Lambda, K_s^0$) a 607 MeV/c.

Studio dell'annichilazione di antinucleoni al Lear (OBELIX)

Componenti del gruppo: C. Guaraldo, A. Maggiora.

Collaborazione con: Brescia, Cagliari, CERN, Università di Ginevra, JINR, Legnaro, Laboratorio Aimé Cotton di Orsay, Laboratorio René Bernas di Orsay, Padova, Pavia, Trieste, Torino, Politecnico di Torino, Udine, Vancouver.

L'esperimento OBELIX si propone lo studio di stati finali esclusivi nell'annichilazione a bassa energia di antiprotoni e di antineutroni su protoni e su nuclei.

Le motivazioni fisiche dell'esperimento sono:

- Ricerca di glueballs (gg, ggg), ibridi (q \bar{q} g), stati a multiquark (qq $\bar{q}\bar{q}$) e mesoni leggeri (q \bar{q}) prodotti nell'annichilazione di antinucleoni; studio della loro spettroscopia e dei decadimenti.
- Studio della dinamica dell'interazione nucleone-antinucleone.
- Ricerca di gradi di libertà a quark nei nuclei:
 - a) Studio di stati eccitati della materia nucleare (annichilazione di antiprotoni su più nucleoni, formazione di un plasma di quark-gluoni);
 - b) Studio di annichilazioni "straordinarie" (nessun pione, un solo pione nello stato finale);
 - c) ricerca di stati legati a multiquark (q⁶) e risonanze esotiche.
- Studio sistematico dell'annichilazione antiprotone-nucleo (²H, ³He, ⁴He, Ne, Ar, Kr, Xe).

Il programma sperimentale prevede lo studio dell'annichilazione di antiprotoni e antineutroni su idrogeno, deuterio e nuclei più pesanti a riposo e fino a 1800 MeV/c.

L'esperimento utilizza targhette gassose per permettere lo studio di annichilazioni p \bar{p} a riposo in onda S e in onda P, la misura del protone di rinculo fino a bassi momenti nell'annichilazione p \bar{p} su deuterio e la rivelazione di frammenti nucleari di bassa energia nelle annichilazioni p \bar{p} -nuclei. Un camera a proiezione a spirale (SPC) è usata come rivelatore di vertice, per la misura degli X dal protonio e dei frammenti nucleari. Le misure di momento e di dE/dx dei carichi sono effettuate con il ma-

gnete OAFM e la camera a deriva dell'Open Axial Field Spectrometer (AFS) già usato all'ISR. Due cilindri di scintillatori plastici (TOF) identificano e permettono il trigger sui kaoni carichi. Un calorimetro a grande risoluzione (HARGD) costituito da 4 supermoduli fatti di fogli di conversione ed elementi attivi (tubi proporzionali a deriva e tubi a streamer limitato) permettono la ricostruzione in 3 dimensioni degli sciami gamma (cf. Fig. 38).

Caratteristiche del rivelatore sono: accettazione a 4 π e alta segmentazione per particelle cariche e neutre; identificazione di kappa carichi fino a 1 GeV/c; buona risoluzione in momento ($\sigma_p/p \sim 2\%$ a 1 GeV/c) per particelle cariche e K_s⁰; alta granularità; eccellente risoluzione angolare ($\Delta\alpha \approx 3$ mrad) e ricostruzione tridimensionale dello sciame per i gamma. Il trigger permette di selezionare eventi con K[±]/K_s⁰/Λ/ $\bar{\Lambda}$ /prongs di alto momento/multiplicità preselezionate di rami carichi nello stato finale.

L'esperimento è stato approvato dal CERN il 5 settembre '86 e subito dopo dalla Commissione Nazionale di Fisica del Nucleo dell'INFN e dalla Commissione per le Grandi Strumentazioni di Linea 2 dell'INFN.

Il suo piano di esecuzione si svolge sull'arco di 3 anni (1987-89) con un finanziamento a carico delle due suddette Commissioni. Un primo finanziamento della Commissione Grandi Strumentazioni ha già permesso, negli ultimi mesi del 1986, lo scavo nella South Hall del LEAR per l'installazione del magnete OAFM e la costruzione della relativa piattaforma. Il magnete stesso sarà collocato in sala nel gennaio 1987.

L'impegno dei Laboratori di Frascati riguarda il calorimetro per gamma HARGD (costruzione, assemblaggio e installazione dei 4 supermoduli di 4×3×0.8 m³) e il magnete OAFM (installazione e controlli).

Publicazioni

- (1) R. Armenteros et al.; OBELIX Proposal CERN/PSCC/86-4 (1986).
- (2) M.P. Bussa et al.; Nucl. Instr. and Meth. A252, 321 (1986).

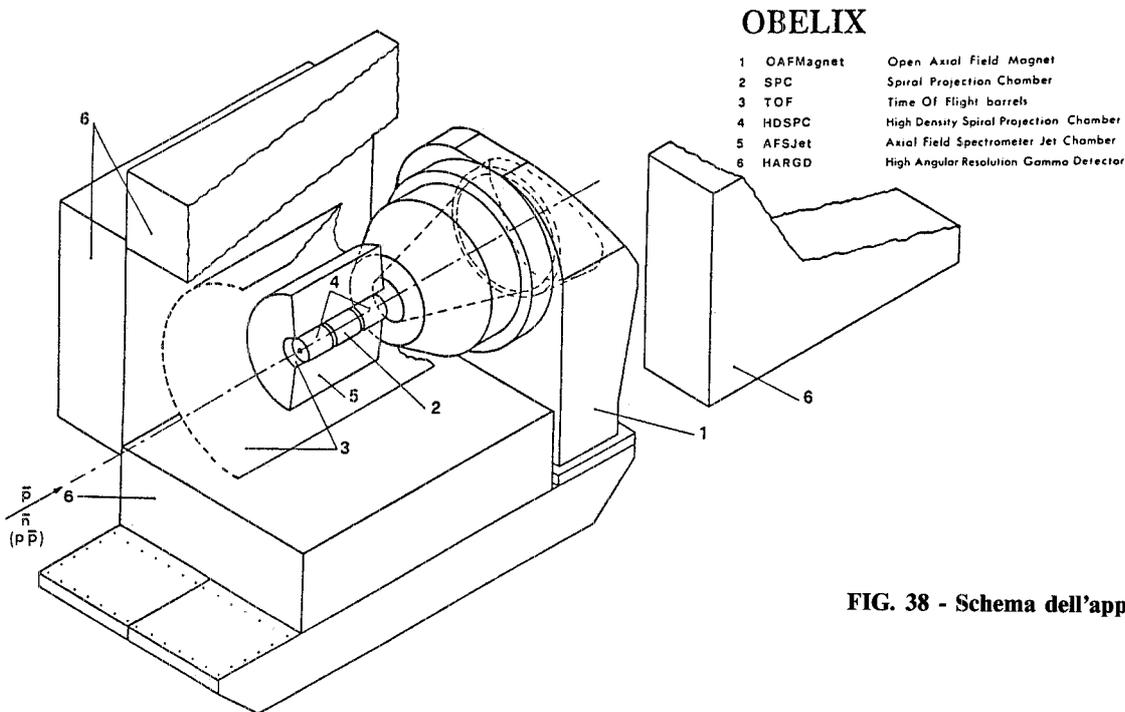


FIG. 38 - Schema dell'apparato OBELIX.

Realizzazione di un fascio γ da retrodiffusione Compton di fotoni laser a Brookhaven (LABRO)

Componenti del gruppo: G. Giordano, G. Matone.

Tecnici: E. Cima, E. Turri, M. Iannarelli.

Collaborazione con: Brookhaven, Roma I, Roma II.

Durante il 1986 è stata completata la costruzione e la messa a punto del sistema laser in laboratorio. Successivamente l'apparato è stato trasferito sulla X-ray machine del NISLS dove ne è iniziata l'installazione, che è prevista terminare durante la prossima fermata macchina (metà del 1987).

L'attuale set-up prevede l'impiego di un laser ad Argon sintonizzato sulla lunghezza d'onda di 351.1 nm. L'energia massima dei γ prodotti risulta, quindi, di 300 MeV per elettroni di 2.5 GeV e di 440 MeV per elettroni di 3.0 GeV, circolanti nell'X-ray.

Come primo esperimento da realizzare con tale fascio si è deciso di estendere a più alta energia le misure di asimmetria nella fotodisintegrazione del deutone eseguite a Frascati con il fascio Ladon. L'obiettivo è di misurare

in valore assoluto e con grande precisione sia il contributo dipendente che quello indipendente dalla polarizzazione. Le previsioni teoriche nel range di energia coperto dal nostro fascio sono molto dibattute sia per il forte contributo della Δ sia per possibili effetti di risonanze dibarioniche. Gli unici dati disponibili sono stati ottenuti con fasci di bremsstrahlung e sono in scarso accordo con le previsioni [1].

Il sistema di rivelazione dei protoni consiste di 4 microstrips per la misura accurata dell'angolo di emissione, un plastico di spessore 2.5 cm. per la misura di ΔE ed un NaI di spessore 18 cm per la misura dell'energia totale. La realizzazione della parte meccanica dell'apparato può considerarsi conclusa mentre la messa a punto dell'elettronica (in particolare quella dedicata alle microstrips) è tuttora in corso.

Contemporaneamente è proseguito lo studio circa la possibilità di utilizzare la tecnica di generazione di seconda armonica in cristalli non lineari per quadruplicare la frequenza della riga intrarossa di un laser Nd-YAG ($\lambda = 1.06 \mu\text{m}$) in una riga UV di $\lambda = 266 \text{ nm}$. A tale scopo è previsto l'impiego di due differenti tipi di cristalli (Fig. 39): un KTP per la transizione IR-Verde ed un KD*P per la transizione Verde-UV [2]. In tal modo l'ener-

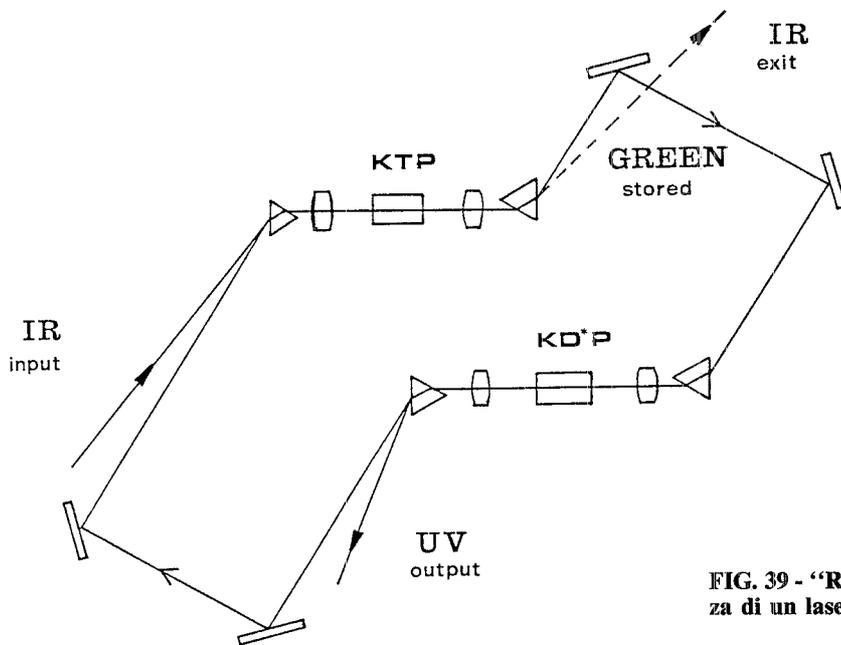


FIG. 39 - "Ring cavity" per la quadruplicazione in frequenza di un laser Nd-YAG.

gia massima di fotoni prodotti dovrebbe aumentare a 380 MeV per elettroni da 2.5 GeV e a 530 MeV per elettroni da 3.0 GeV.

Recentemente è stata intrapresa una nuova linea di ricerca basata sulla possibilità di produrre raggi X molli, coerenti e polarizzati, utilizzando la diffusione Compton di fotoni laser da un fascio di elettroni la cui corrente o densità di carica è modulata periodicamente [3].

Come mostrato in Fig. 40 un fascio di elettroni e un fascio laser si propagano attraverso un ondulatore lungo la stessa linea. All'interno dell'ondulatore l'onda e.m. produce una modulazione dell'energia degli elettroni. Questa modulazione in energia comporta una modulazione longitudinale della densità di carica del fascio di elettroni. I fotoni laser sono riflessi da uno specchio concavo contro gli elettroni e sono diffusi all'interno, con elevato

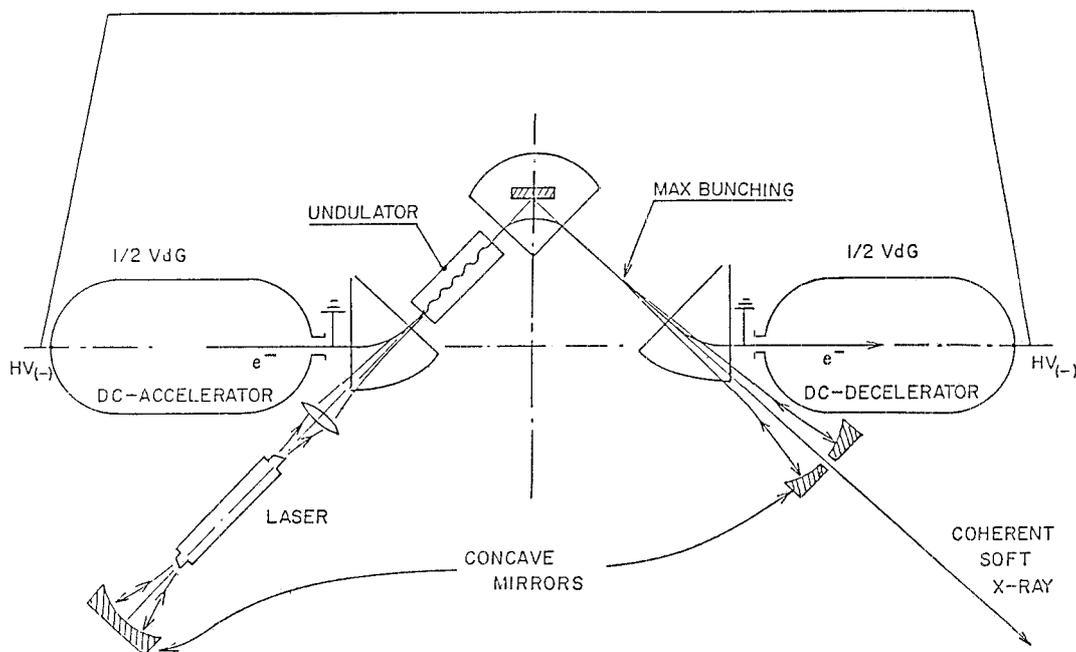


FIG. 40 - Apparato sperimentale per la produzione di raggi X coerenti. Sono mostrate le due metà di un Tandem Van de Graaf insieme all'ondulatore ed il laser. Nel caso mostrato il laser di modulazione e quello di scattering coincidono.

gudagno in energia. Se l'energia dell'elettrone e del fotone laser sono accoppiate in modo opportuno il fascio modulato di elettroni si comporta come un reticolo di diffrazione in moto, e i raggi X diffusi all'indietro mostrano un alto grado di coerenza.

In Fig. 41 è riportato un raffronto con le altre tecniche di produzione di radiazione X coerente. È evidente l'interesse scientifico di questo fascio per le sue possibili applicazioni nel campo della biologia, della medicina, della fisica dei solidi, etc.

Publicazioni

- (1) D.H. Dowell, G. Giordano, O. Kistner, G. Matone, A.M. Sandorfi, C. Schaerf and C.E. Thorn: The Photodisintegration of the Deuteron with Polarized Photons from LEGS - BNL Report 38120 (1986).
- (2) G. Matone: A Ring cavity for a Quadrupled Nd-YAG Laser - BNL Report 39049 (1986).
- (3) G. Matone, A. Luccio: Coherent backscattering in the soft X-ray region - BNL Report 38460 (1986).

Esperimenti di diffusione di elettroni a Saclay (SFR)

Componenti del gruppo: G.P. Capitani, E. De Sanctis.

Collaborazione con: CEA, (CEN Saclay) e I.S.S. (Roma).

Questa linea di attività di ricerca concerne lo studio della struttura nucleare, delle interazioni e delle proprietà dei nucleoni all'interno del nucleo. Gli esperimenti vengono effettuati presso l'acceleratore lineare di elettroni del C.E.A. a Saclay nella sala sperimentale denominata HE1. La sala è dotata di due spettrometri magnetici e della relativa strumentazione per rivelare e riconoscere i diversi tipi di particelle e per misurare, controllare e guidare il fascio di elettroni.

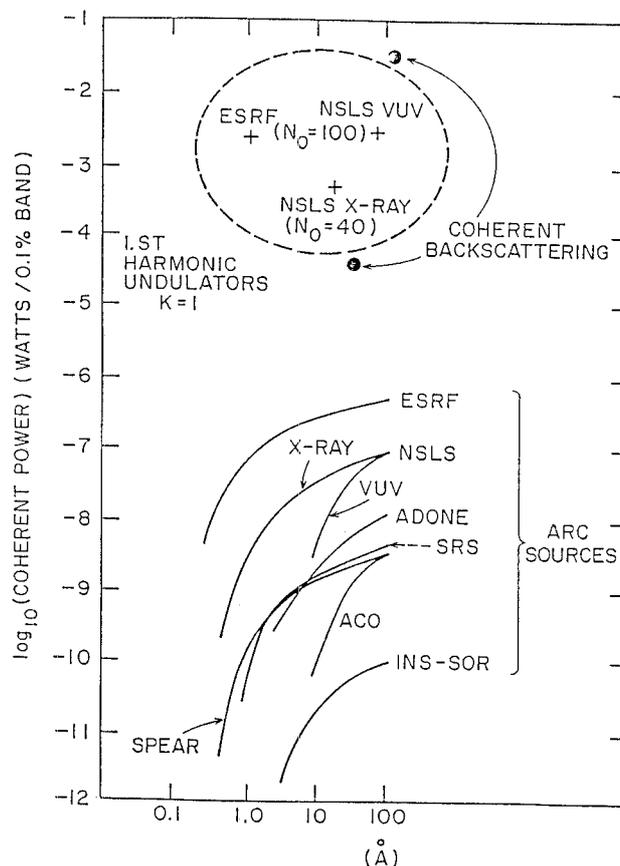


FIG. 41 - Confronto tra il flusso coerente previsto con la tecnica di backscattering e quello prodotto per radiazione di sincrotrone negli anelli di accumulazione (N_0 indica il numero di periodi dell'ondulatore).

Nel corso dell'anno l'attività del gruppo si è articolata essenzialmente su tre linee:

- a) raccolta e pre-elaborazione dei nuovi dati;
- b) elaborazione e analisi dei dati raccolti in precedenza;
- c) progetto di nuovi esperimenti e della strumentazione necessaria; preparazione della strumentazione.

Per quanto riguarda il punto a), nel 1986 sono state effettuate le seguenti attività:

I) È stata completata la raccolta dei dati per la reazione ${}^6\text{Li}(e,e'd)$ per lo studio della funzione d'onda del deutone e della sua distribuzione in impulso. Ci si è spinti ai massimi valori di impulso compatibili con i vincoli cinematici e la velocità di conteggio.

II) È stata effettuata la raccolta dei dati per la reazione ${}^4\text{He}(e,e'p)$ per quanto riguarda lo

studio della distribuzione di momento dei protoni. La componente ad alto momento della distribuzione è, come noto, assai sensibile alle correlazioni short-range dei nucleoni.

Il caso dell' ${}^4\text{He}$ è di interesse speciale in quanto:

- è un nucleo fortemente legato e denso nel quale ci si aspetta, quindi, che le correlazioni short-range siano importanti;
- è il più semplice dei nuclei per i quali non sono ancora disponibili calcolati "esatti".

La reazione $(e,e'p)$ è lo strumento più idoneo per misurare la funzione spettrale, in particolare ad alti momenti. Le misure sono state spinte fino a 600 MeV/c di momento. La risoluzione di 1.5 MeV in energia mancante permette di separare chiaramente il contributo a due corpi della reazione ${}^4\text{He}(e,e'p){}^3\text{H}$ dal contributo nel continuo delle reazioni ${}^4\text{He}(e,e'p)dn$ e ${}^4\text{He}(e,e'p)pnn$. Nella Fig. 42

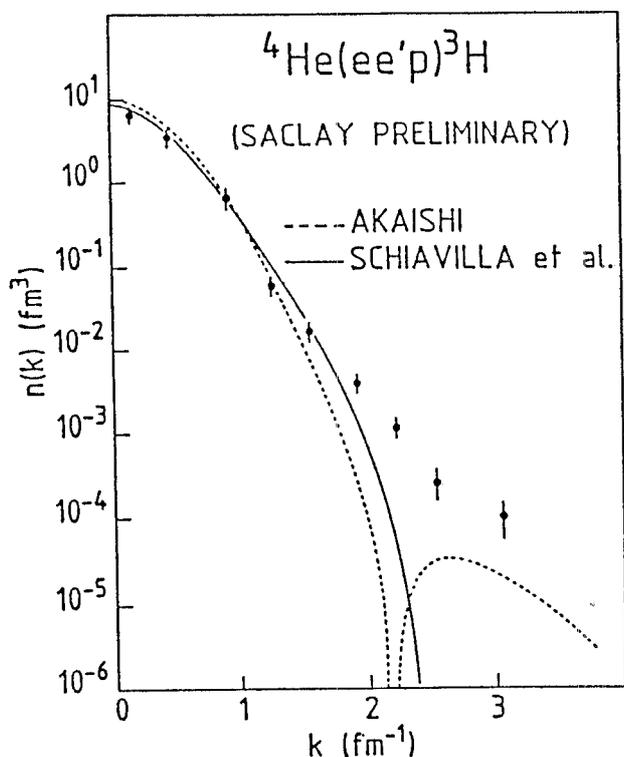


FIG. 42 - Distribuzione d'impulso dei protoni nell' ${}^4\text{He}$.

sono mostrati i dati preliminari per il contributo a due corpi e paragonati a calcoli variazionali recenti.

III) Sono stati raccolti i primi dati per la reazione ${}^{208}\text{Pb}(e,e')$ dalla quale ci si attendono delle informazioni sulla validità dell'approssimazione di Born e sull'importanza delle correzioni coulombiane.

Per quanto riguarda il punto b):

IV) È stata portata a termine l'analisi della reazione ${}^{40}\text{Ca}(e,e'p)$ per la parte effettuata in condizioni cinematiche tali da poter studiare le proprietà intrinseche del protone legato in un mezzo nucleare. L'esperimento viene effettuato rivelando in coincidenza l'elettrone diffuso ed il protone emesso dal nucleo; la sezione d'urto, solamente in cinematica parallela, può essere scritta:

$$\frac{d^6 \sigma}{d E' d \Omega_e d T_p d \Omega_p} = \Gamma (\sigma_T + \epsilon \sigma_L)$$

dove Γ è il flusso del fotone virtuale associato alla diffusione di un elettrone, ϵ il parametro di polarizzazione dell'elettrone, σ_T e σ_L le funzioni di struttura longitudinale e trasversale che dipendono da q , ω , p_R , p' : momento trasferito, energia trasferita, impulso di rinculo, impulso del nucleone emesso. Effettuando le misure a due angoli diversi dell'elettrone diffuso ma agli stessi valori di q , ω , p_R , p' , è possibile separare σ_T e σ_L . Dopo la correzione per l'interazione nello stato finale, si ottengono σ_T^I e σ_L^I in approssimazione d'impulso.

Dunque si ha:

$$\frac{\sigma_L^I}{\sigma_P^L} = \frac{\sigma_T^I}{\sigma_P^T} = S(E_m, p_R)$$

ove σ_P^L e σ_P^T sono le funzioni di struttura che descrivono la diffusione di un elettrone da parte di un protone libero o legato. In tal modo è possibile comparare le funzioni di struttura sperimentali corrette (per l'interazione nello stato finale, per la distorsione coulombiana e per gli effetti radiattivi) con le funzioni di struttura del nucleone calcolate:

- a) senza gli effetti off-shell e con i fattori di forma del nucleone libero;
- b) con la prescrizione "cc1" di De Forest per gli effetti off-shell e con i fattori di forma del nucleone libero;
- c) con i fattori di forma del nucleone libero nell'ambito del modello σ - ω per tener conto esplicitamente della natura spinoriale del protone;
- d) con il cambiamento delle dimensioni del nucleone all'interno del nucleo calcolato da Celenza et al.; in questo caso il raggio del nucleone dipende dalla densità del mezzo nucleare e, nel caso del ${}^{40}\text{Ca}$, è più grande del 15% circa.

Nella Fig. 43 viene comparato il valore del rapporto sperimentale σ_L/σ_T con i calcoli già descritti; nella Fig. 44 viene mostrata la dipendenza relativa da q di σ_L e σ_T .

Come si può osservare nella Fig. 43 i punti sperimentali sono più bassi di circa il 30% della prescrizione ccl e di circa il 40% nel caso del nucleone libero. Il modello $\sigma-\omega$ e i calcoli di Celenza danno un accordo migliore. Tuttavia nella Fig. 44 la dipendenza da q di σ_L nel calcolo $\sigma-\omega$ di De Forest e di σ_L e σ_T nel calcolo di Celenza non è in accordo con i dati.

La conclusione più prudente sembra quella di dire che non vi è evidenza di un cambiamento di dimensione dei nucleoni nel mezzo nucleare e che il valore anomalo del rapporto σ_L/σ_T potrebbe essere dovuto ad una insufficienza dell'approssimazione d'impulso.

V) Si è conclusa l'analisi dei dati presi per la determinazione della distribuzione in impulso dei protoni da 300 a 600 MeV/c in ^3He . A tal fine si è dovuto misurare, in coincidenza con l'elettrone, il deutone emesso nella reazione a due corpi, chiaramente separata nello

FIG. 43 - Confronto del rapporto sperimentale σ_L/σ_T con i calcoli descritti nel testo: - - - nucleone libero, Nucl. Phys. A333 381 (1980); — ccl, Nucl. Phys. A392 232 (1983); Celenza, Phys. Rev. C31 946 (1985); - - - $\sigma-\omega$, Nucl. Phys. A414 347 (1984).

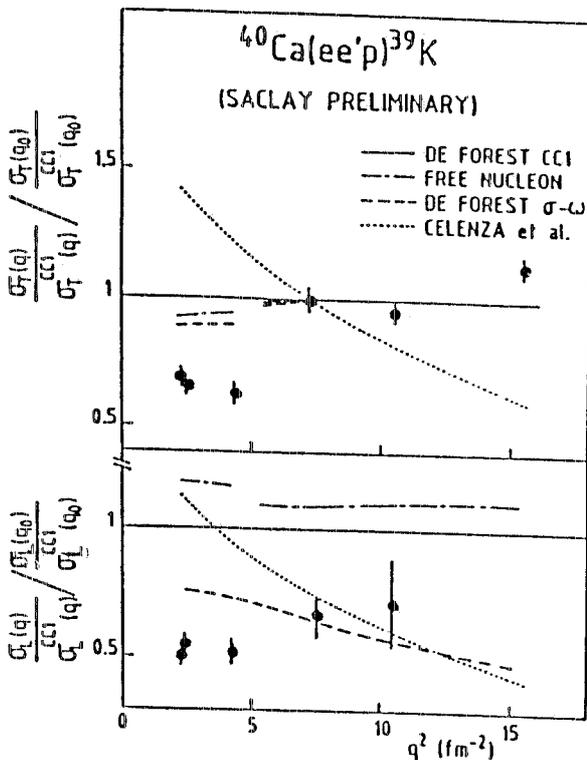
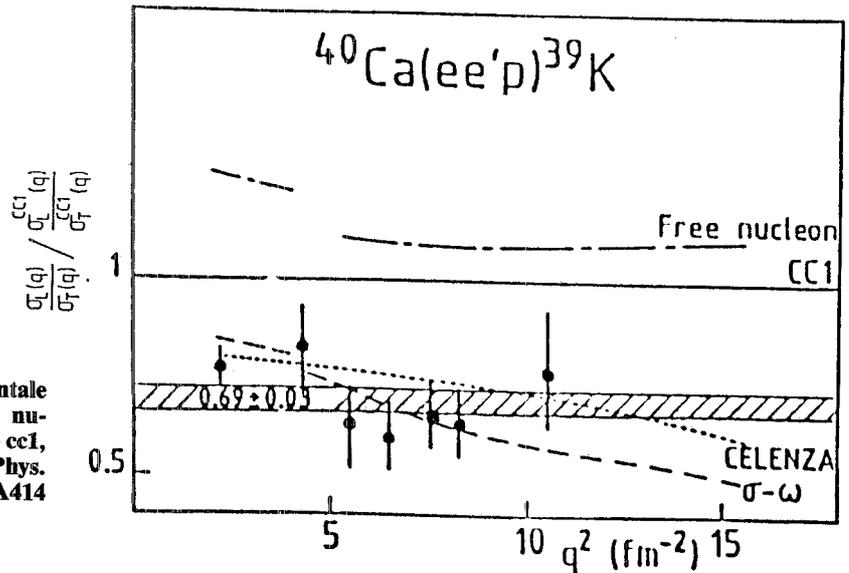


FIG. 44 - Dipendenza di σ_L e σ_T da q relativamente a q_0 ($q_0 = 7.5 \text{ fm}^{-2}$).

spettro di energia mancante da quella a tre corpi. Le distribuzioni sperimentali sono state ottenute in PWA e sono confrontate in Fig. 45 con distribuzioni calcolate a partire da potenziali "realistici".

VI) Nell'anno si è conclusa una nuova elaborazione, che si è ritenuto opportuno fare, su vecchi dati già raccolti per la reazione $^{16}\text{O}(e,e'p)$, anche in vista del progetto di un nuovo esperimento sullo stesso nucleo. È in corso l'analisi dei risultati.

VII) È cominciata l'elaborazione dei dati e l'analisi della reazione $^9\text{Be}(e,e'p)$. Questi dati furono raccolti a suo tempo come sottoprodotto del precedente esperimento, ma vengono analizzati ora per la prima volta.

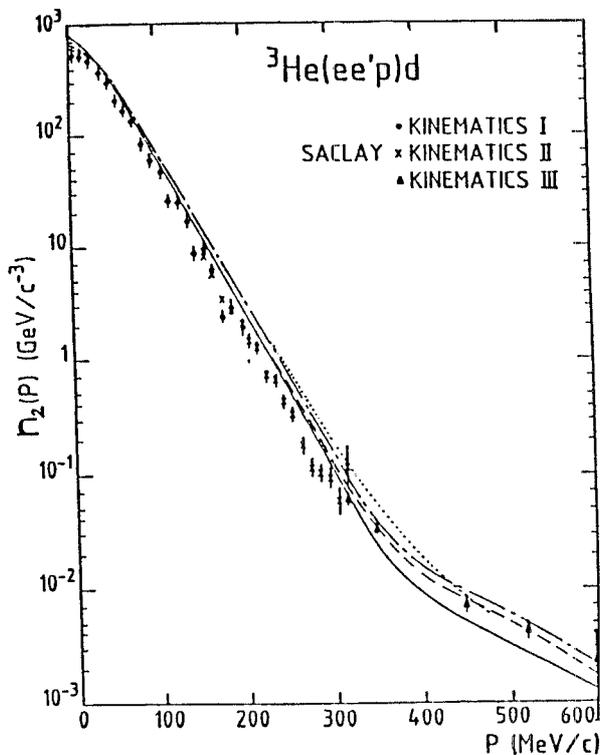


FIG. 45 - Distribuzione d'impulso dei protoni nell' ^3He . Cinematiche I e II dalla reazione $(e,e'p)$, cinematica III dalla reazione $(e,e'd)$. I potenziali usati nei calcoli sono: RSC, — Phys. Rev. C12 1368 (1975); RSC, ---- Nucl. Phys. A395 332 (1985); RSC, - · - Nucl. Phys. A449 219 (1986); Argonne, Phys. Lett. 151B 325 (1985).

Per quanto riguarda il punto c):

VIII) Nel corso dell'anno è stato completato lo studio di un prototipo di un nuovo tipo di bersaglio di ossigeno. Nel 1987 verrà costruito e provato sul fascio di elettroni il modello definitivo.

IX) È in preparazione una proposta di esperienza per misure da farsi sull'ossigeno.

Pubblicazioni

- P. Barreau et al.; Czechoslovak Journal of Physic 36B (1986) 296.
- M. Bernheim et al.; International Symposium on the three-body force in the three-nucleon system. Washington 24-26 Aprile 1986.
- M. Bernheim et al.; International Nuclear Physics Conference. Harrogate 25-30 Agosto 1986.
- M. Bernheim et al.; International Nuclear Physics Conference. Harrogate 25-30 Agosto 1986.
- J. Morgenstern et al.; Workshop on Theoretical and Experimental Investigations of Hadronic Few-body Systems. Roma 7-11 Ottobre 1986.

4. - LUCE DI SINCROTRONE

Esperimenti col fascio da magneti curvante (PULS)

Componenti del gruppo: Nel 1986 il personale assegnato alla convenzione da parte del CNR è stato di 3 tecnici (M. Capozzi, L. Moretto, M. Brolatti) a tempo pieno e di 6 ricercatori (F. Antonangeli, P. Chiaradia, P. Perfetti, M. Piacentini, C. Quaresima, N. Zema) ed 1 tecnico (S. Priori) dell'Istituto di Struttura della Materia, a tempo parziale. Da parte INFN sono stati messi a disposizione 3 ricercatori (A. La Monaca, S. Mobilio, A. Savoia) e 6 tecnici (R. Bolli, F. Campolungo, A. Mantella, L. Sangiorgio, V. Tullio, A. Zolla) tutti a tempo pieno. Hanno collaborato inoltre, M. Fanfoni, R. Pizzoferrato (II Università di Roma), M. Casalboni (II Università di Roma) e gli associati INFN A. Congiu Castellano, I. Davoli, M. Iannuzzi, F. Patella e A. Reale.

CARATTERISTICHE DEL FASCIO DEL MAGNETE CURVANTE

Nella Tabella I sono riassunte le caratteristiche della macchina rilevanti per l'uso come sorgente di Luce di Sinclotron. Le dimensioni e divergenza del fascio di elettroni sono state calcolate utilizzando le formule ed i dati del Memo E-23 (6/12/77) di M. Preger per un accoppiamento $\varepsilon^2=0.04$ nel punto $5^\circ 12'$ dall'inizio del settore curvo n. 6 (punto PULS). La Fig. 46 riporta l'emissione spettrale dal settore curvo di Adone (curva tratteggiata, scala delle ordinate a sinistra) ed il flusso ottenibile all'uscita dei quattro monocromatori (curve continue, scala delle ordinate a destra) le cui caratteristiche sono riassunte in Tabella II.

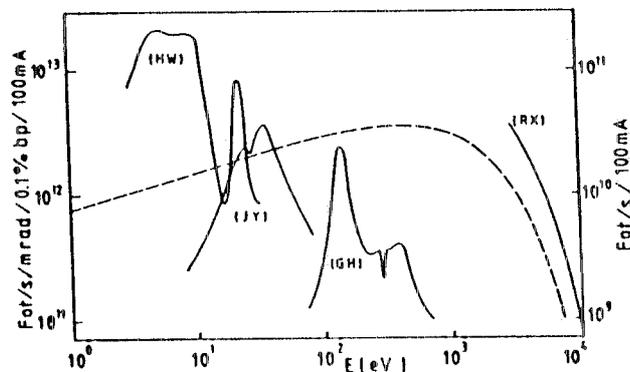


FIG. 46 - Emissione del settore curvo di Adone (curva tratteggiata scala delle ordinate di sinistra) e flusso ottenibile all'uscita dei quattro monocromatori PULS (curve continue, scala ordinata a destra).

TABELLA I

Caratteristiche della macchina rilevanti per l'uso come sorgente di Luce di Sincrotrone

Energia massima del fascio di elettroni	$E_{\max} = 1.5 \text{ GeV}$
Corrente massima	$I = 100 \text{ mA}$
Numero di "bunches" di elettroni	$N = 1\text{-}3\text{-}18$
Raggio dei magneti	$R = 5 \text{ m}$
Energia caratteristica	$E = 1.51 \text{ keV}$
$\delta\psi$ ad $E = E_c$	$= 0.18 \text{ mrad}$
Grado di polarizzazione	> 0.8
Brillanza ad $E = E_c$ con 1σ	$6.4 \times 10^{14} \text{ fotoni/s/0.1\%/mrad}^2/\text{cm}^2$
Potenza totale irradiata	$P = 9 \text{ KW}$
Larghezza dell'impulso	$2\sigma_r = 1.2\text{-}0.3 \text{ ns}$
Ripetizione dell'impulso	$\tau = 350\text{-}117\text{-}19 \text{ ns}$
Dimensione del fascio di elettroni	orizzontale $\sigma_H = 1 \text{ mm}$ verticale $\sigma_z = 0.26 \text{ mm}$
Divergenza del fascio di elettroni	orizzontale $\sigma_H' = 0.2 \text{ mrad}$ verticale $\sigma_z' = 0.0031 \text{ mrad}$

TABELLA II

Caratteristiche dei monocromatori disponibili al PULS

	INTERVALLO DI ENERGIA	FOTONI/s/mA	$\Delta E/E$	RETICOLO
Canale a raggi X	2.4KeV - 14KeV	$10^6\text{-}10^8$	$< 10^{-3}$	Si(111) Si(220)
Canale Grasshopper	40eV - 800eV	10^8	2×10^{-3}	600 linee/mm
Canale Jobin-Yvon	15eV - 100eV	$\sim 3.5 \times 10^8$	6×10^{-3}	600 linee/mm
Canale Hilger & Watts	3eV - 35eV	10^9	10^{-3}	600 linee/mm

DESCRIZIONE DEI LABORATORI

In Fig. 47 è riportata la pianta di Adone con i laboratori di luce di Sincrotrone PULS e PWA. Il percorso delle linee di fascio è schematizzato all'interno dell'edificio Adone.

Al piano terra dell'edificio PULS sono installati i 2 canali di luce Raggi X e Grasshopper (Fig. 48) mentre al primo piano sono disponibili due canali di luce nell'ultravioletto: Jobin-Yvon e Hilger & Watts (Fig. 49).

Inoltre nell'ambito dell'attività con Luce di Sincrotrone sono stati approvati dal Consiglio Scientifico di Luce di Sincrotrone due progetti per due nuove linee di fascio da realizzare nei prossimi due anni.

Queste iniziative nascono dalla necessità di disporre, in un caso, di una linea ad alto flusso nella regione del lontano ultravioletto e dei

raggi X molli (CALF) e nell'altro di una stazione sperimentale, che utilizzando la porzione di spettro compresa tra 3 eV e 10 eV, permetta lo sviluppo di tecniche applicabili a temi di ricerca di interesse biologico quali la spettroscopia risolta temporalmente oltre alle tradizionali misure di assorbimento (Canale PLASTIQUE).

Quest'ultima iniziativa verrà realizzata all'interno dell'attuale sala Esperienze PULS (Fig. 48) poiché utilizzerà una porzione della radiazione emessa dallo stesso magnete curvante. Il canale ad alto flusso (CALF) verrà invece realizzato raccogliendo una porzione della radiazione emessa dalla sezione curva n. 9. L'apparato sperimentale e parte della canalizzazione verrà disposta all'interno della sala conteggio Adone (Fig. 47).

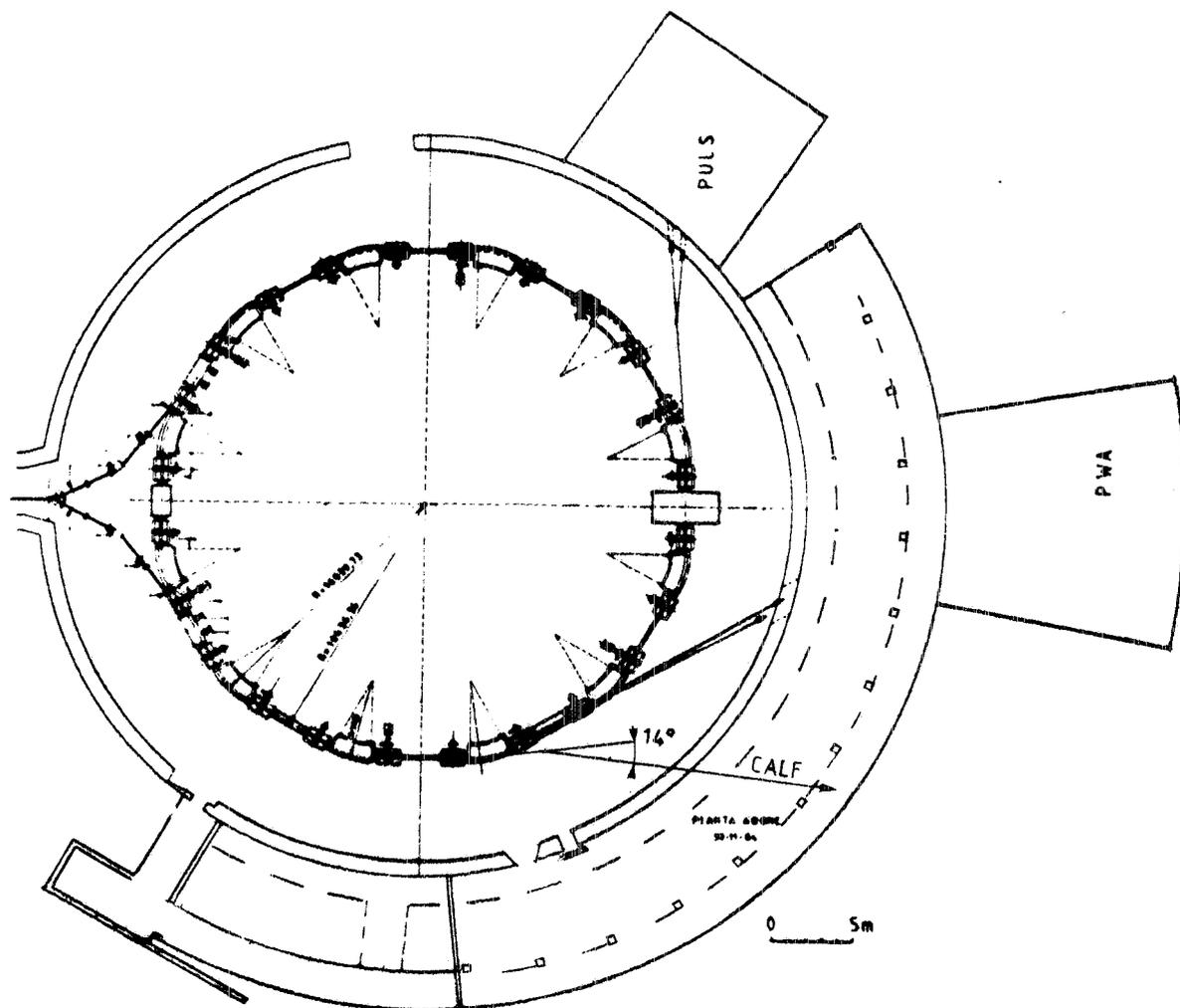


FIG. 47 - Pianta di Adone con indicato il percorso delle linee di fascio PULS, PWA e CALF (in allestimento).

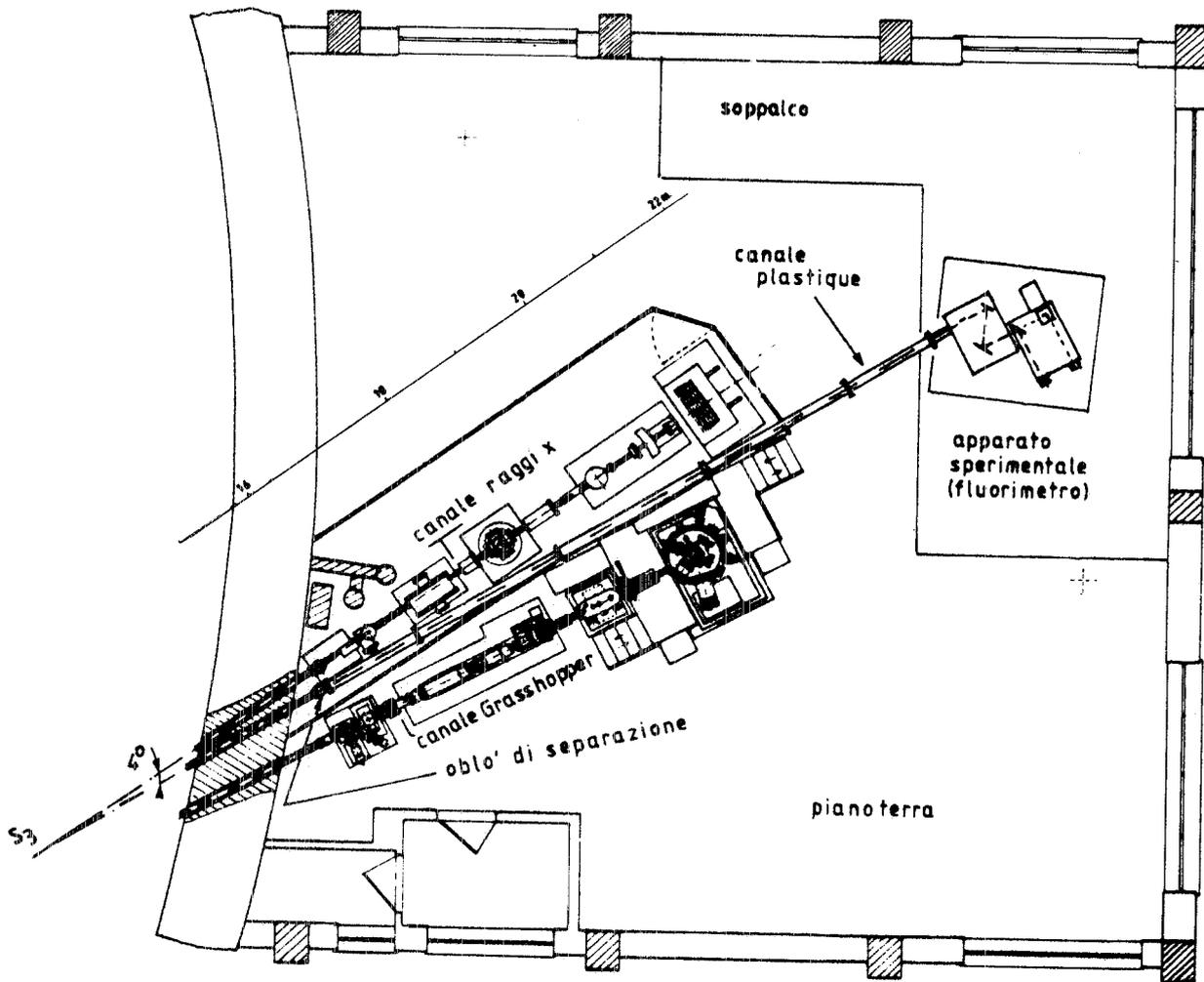


FIG. 48 - Canali di luce a Raggi X, Grasshopper e Plastique (in allestimento) all'interno dell'edificio PULS.

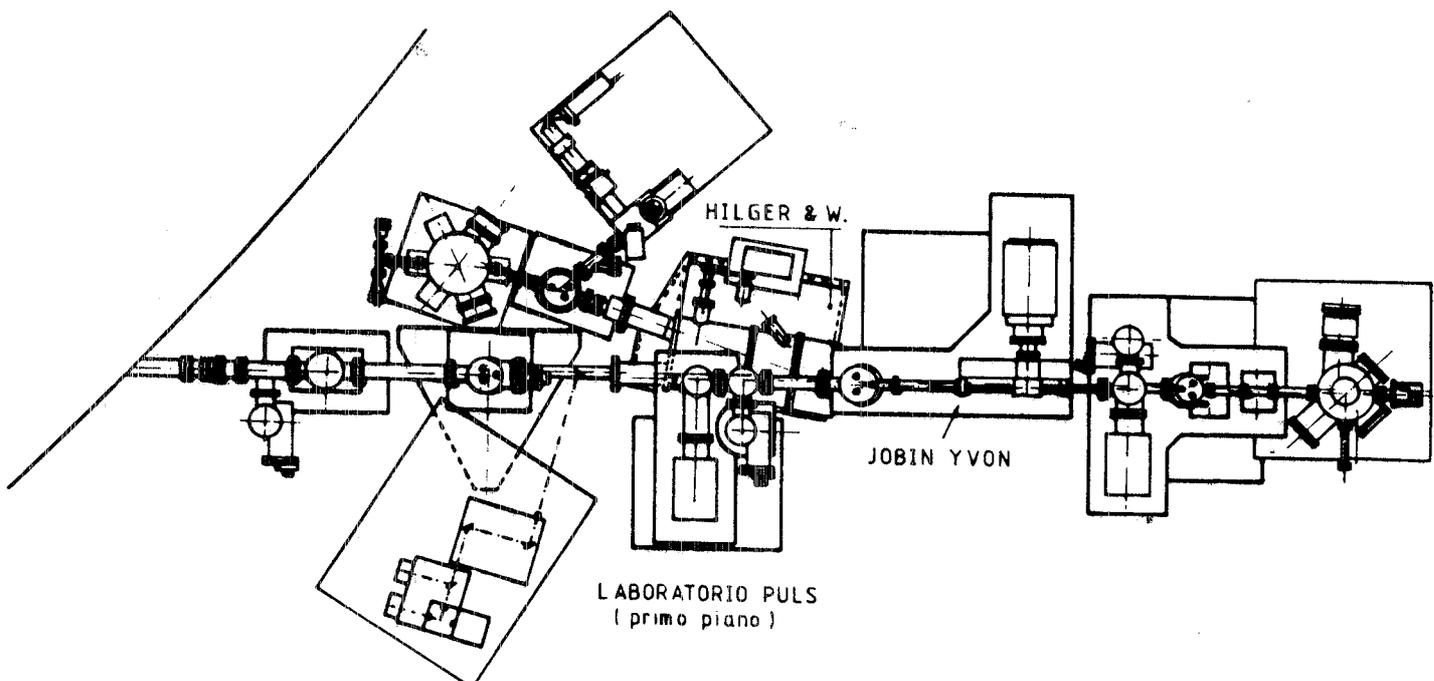


FIG. 49 - Canali di luce Jobin-Yvon e Hilger e Watts all'interno dell'edificio PULS.

— Canale Raggi X

È proseguita l'attività sperimentale sulla linea nei 39 turni utilizzati, sui 50 assegnati, prima della fermata di Adone.

Dopo la fermata tutti i turni assegnati non sono stati utilizzati a causa del mal funzionamento della macchina.

I pochi esperimenti eseguiti hanno consentito di terminare alcuni studi EXAFS iniziati gli anni precedenti su:

- transizioni di fase in perovskiti;
- sito attivo della citocromo C ossidasi;
- proteine a base di calcio;
- materiali magnetici granulari;
- sito attivo della transferrina.

È stato progettato ed è in corso di realizzazione l'intero spettrometro per misure di assorbimento di raggi X in geometria dispersiva. Esso sarà installato sul fascio di raggi X all'inizio del prossimo anno per i primi tests (misura della risoluzione e della intensità ottenibile).

È stato, inoltre, progettato ed in parte realizzato un sistema mobile a doppia camera di scattering che verrà installato nel corso dell'87 sul diffrattometro SAXS in sostituzione della esistente camera fissa.

Questo sistema utilizza due camere con caratteristiche tra loro complementari montate su una doppia coppia di guide ortogonali che consentono spostamenti trasversali e longitudinali rispetto al fascio di luce. Sarà così possibile in qualunque momento inserire sul fascio l'una o l'altra delle camere ed utilizzando lo spostamento longitudinale alla direzione della radiazione avvicinare la camera di scattering al rivelatore (camera a drift) e quindi estendere le misura anche a medio angolo sullo stesso campione. Utilizzando i movimenti già disponibili per il rivelatore diviene anche accessibile la misura di diffrazione ad alto angolo.

— Canale Grasshopper

Nel corso del 1986 si è lavorato ad importanti migliorie sia per il flusso di fotoni che per il vuoto nella camera di misura. Sono stati acquistati due specchi piani, sagomati in mo-

do da dare, sotto piegatura, superfici riflettenti rispettivamente cilindrica ed ellittica. Tali specchi dovranno sostituire gli attuali S2 ed M1. Ciò dovrebbe aumentare il flusso di fotoni almeno di un ordine di grandezza.

È stato inoltre acquistato un nuovo manipolatore dotato di soffietto a lamelle per l'e-scursione verticale, al posto di quello attuale avente O-rings e pompaggio differenziale.

L'installazione degli specchi e del manipolatore è prevista per il 1987.

Infine è stata allestita una camera di introduzione campioni.

— Canale Jobin-Yvon

La linea è dedicata a misure di fotoemissione integrata in angolo nel range spettrale dell'ultravioletto da vuoto e non ha subito sostanziali modifiche rispetto alla configurazione sperimentale riportata nel rapporto di attività dello scorso anno. La duttilità di acquisizione dati da parte degli utilizzatori è stata aumentata tramite un collegamento via computer con il centro di calcolo dei LNF.

— Canale Hilgger & Watts

Visto il successo ottenuto nel Novembre 1985 sulla fattibilità dell'esperimento di spettroscopia a due fotoni con Luce di Sincrotrone sono stati eseguiti diversi lavori per migliorare il rapporto segnale-rumore e per estendere l'intervallo spettrale accessibile per le misure. Per questo secondo scopo è stato inserito nel nostro laser (Nd:Yag) un duplicatore di frequenza, che consente l'uso di radiazione coerente sia a $\lambda = 1.06\mu$ che a $\lambda = 0.53\mu$. Un nuovo sistema elettronico di rivelazione dei segnali misura l'ampiezza dei singoli impulsi di radiazione ultravioletta di Adone tramessi dal campione in presenza o in assenza dell'impulso laser (selezionati mediante opportuni gates). I singoli segnali misurati vengono memorizzati dal calcolatore mediante l'interfaccia CAMAC ed elaborati "on line". Si è anche provveduto a dotare questo esperimento di un nuovo banco di appoggio, con un diverso cammino del fascio laser. In questa nuova configurazione sarà possibile variare la polarizzazione del fascio laser da parallela a perpendicolare rispetto a quella della luce di Adone (considerata polarizzata quasi linearmente nel piano orizzontale). L'apparato così rinnovato è stato ampiamente collaudato.

— Canale ad Alto Flusso

La necessità di poter eseguire alcuni tipi di esperimenti di grande importanza per la caratterizzazione della struttura elettronica delle superfici dei solidi, quali quelli di fotoemissione con risoluzione angolare o quelli di desorbimento stimolato, richiede la disponibilità di un'intensa sorgente tunabile di fotoni ultravioletti.

Si può realizzare una linea ad alto flusso raccogliendo sotto un ampio angolo la radiazione emessa da una sezione curva dell'anello di accumulazione Adone.

È stata prescelta la sezione curva n. 9 che ha il vantaggio di consentire l'uso della sala conteggio Adone come sala esperienze, con ovvio risparmio sui costi dell'edilizia e senza dover limitare significativamente il range spettrale, 10-400 eV, della linea.

Le diverse possibilità per la realizzazione del sistema ottico, tenendo conto della richiesta di alto flusso nella regione spettrale di interesse, sono state analizzate al calcolatore attraverso un programma di "Ray-tracing" sviluppato da F. Cerrina (Università del Wisconsin — Madison).

La soluzione più vantaggiosa è risultata quella che utilizza per la focalizzazione solo il piano meridiano di tre specchi ellittici. Questa scelta apparentemente sfavorevole rispetto all'utilizzazione sia del piano sagittale che di quello meridiano per la focalizzazione (raccolge 30 mrad di orbita contro 50, abbassa il limite delle alte energie ottenibili, richiede più superfici riflettenti), ha il vantaggio di introdurre minori aberrazioni e permette quindi di utilizzare un monocromatore ad alta risoluzione senza drastiche perdite in intensità. Uno schema della linea è riportato in Fig. 50.

La curvatura ellittica degli specchi è ottenibile piegando meccanicamente degli specchi piani ricavati da "float glass" (è stato sviluppato un programma di calcolo della forma e dei meccanismi di sforzo necessari per avere la curvatura desiderata).

Il primo specchio, M1, è ellittico posto a circa 4 m dalla sorgente, con angolo di radenza di 7° , raccoglie 30 mrad di orbita e mette a fuoco la radiazione nel piano orizzontale, mentre M2 e M3, anch'essi ellittici, operano a 4° di radenza e focheggiano la divergenza verticale del fascio. Dai calcoli di ray-tracing pos-

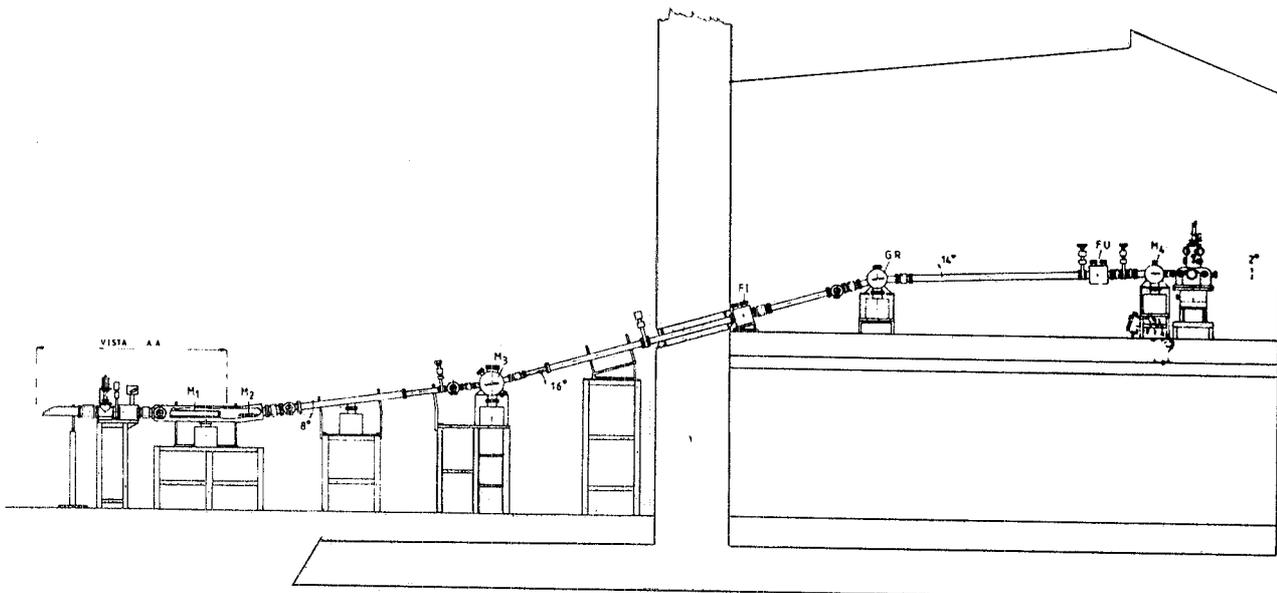


FIG. 50 - Progetto per il Canale ad alto flusso (CALF). Vista laterale.

siamo prevedere di disporre su $100 \mu\text{m}$ di fenditura d'ingresso del monocromatore di un fattore 75 in più rispetto al flusso di fotoni (a 100 eV) della linea Jobin-Yvon del PULS.

Il monocromatore sarà del tipo Toroidal Grating (TGM) ed utilizzerà tre reticoli torici ion-etched a correzione di aberrazioni, intercambiabili sotto vuoto per coprire l'intero intervallo $10\text{-}400 \text{ eV}$ con un potere risolutivo medio di 2000. La distanza fenditura d'ingresso-reticolo è di 2.4 m e quella reticolo-fenditura d'uscita è di 3.8 m , l'angolo di deflessione è di 166° .

Uno specchio torico M4 infine sarà inseribile sul fascio di luce emergente dal monocromatore per la focalizzazione, quando richiesto, sul campione in esame.

Si prevede di completare il montaggio dell'intera linea entro il luglio 1988.

— Canale Plastique

Si vuole realizzare rapidamente una sorgente di luce dedicata a studi biologici nella regione spettrale $2\text{-}10 \text{ eV}$, con particolare attenzione alla spettroscopia temporale in fluorescenza tramite il completamento della linea di fascio Mc Pherson prevista ed in parte realizzata al PULS. La linea sarà distinta in due sezioni: la prima in ultra-alto vuoto da Adone fino al-

l'ingresso della Sala Esperienze PULS, la seconda in basso vuoto con canalizzazione in policarbonato fino al soppalco esistente al piano terra dell'edificio.

Per il completamento della prima sezione, essendo già installata la camera per lo specchio S3 e funzionante la canalizzazione in ultra-alto vuoto fino all'ingresso nella sala esperienze, occorre solamente installare nella camera di S3 uno specchio per la raccolta e la deflessione della radiazione.

La successiva sezione in basso vuoto sarà separata dalla precedente con una finestra di LiF , CaF_2 o Quarzo a tenuta da vuoto, secondo le esigenze degli utenti. Questa sezione, interamente da realizzare, sarà costituita da un involucro, composto da vari settori, in policarbonato in cui sarà possibile fare il vuoto utilizzando pompe rotative bistadio ($<10^{-3} \text{ mbar}$) ed operare quindi sia in vuoto che in atmosfera di gas inerti. La canalizzazione potrà essere terminata con una finestra del tipo di quella usata in ingresso o essere connessa direttamente ad un apparato sperimentale se questo lavora in vuoto. Nel canale saranno inseriti degli elementi ottici per ottenere la corretta illuminazione degli apparati sperimentali.

La linea è sommariamente illustrata in Fig. 51.

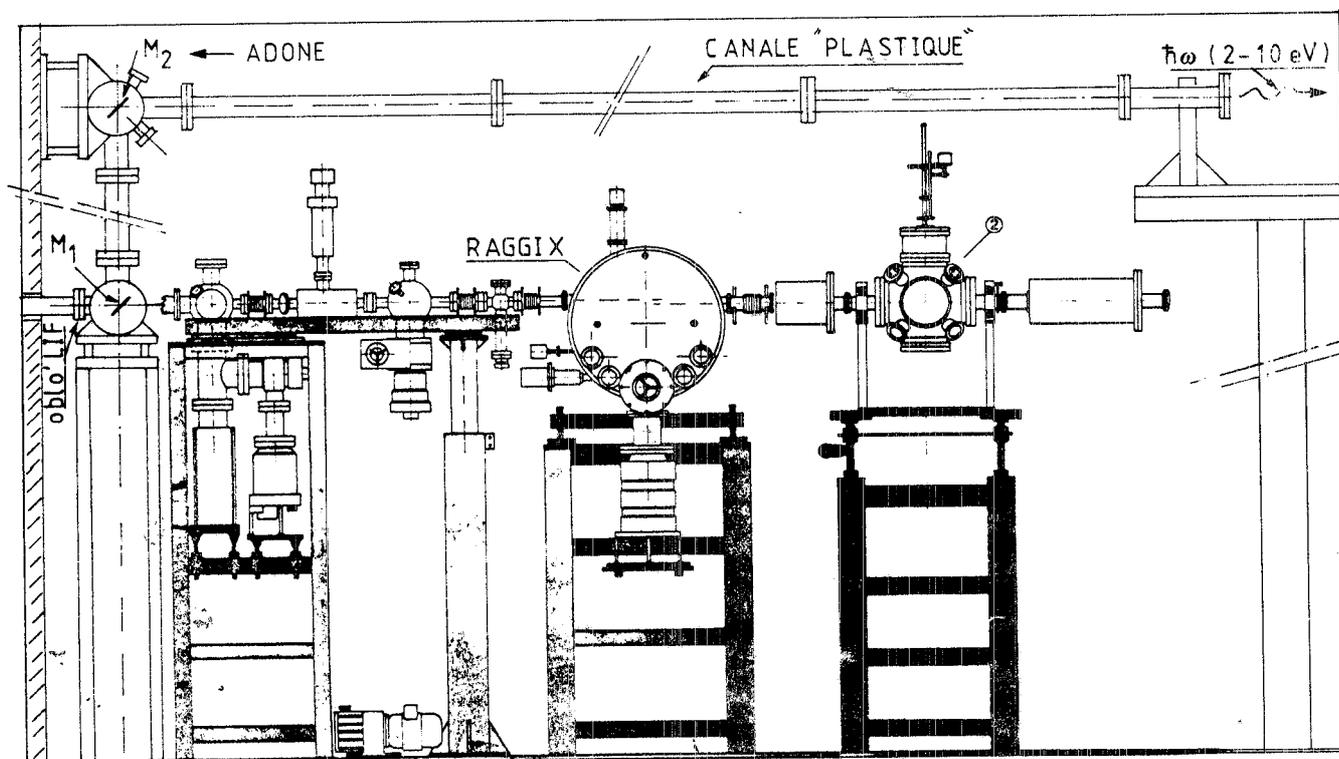


FIG. 51 - Progetto per il Canale di bassa energia Plastique. Vista laterale.

— Esperimenti con Raggi X

Proprietà strutturali di leghe amorfe idrogenate ($Si_{1-x} Ge_x: H$, $Si_{1-x} C_x: H$, $SiN_x: H...$)

In stretta collaborazione col gruppo G15 dell'Istituto di Fisica di Roma, è stata completata l'analisi e l'interpretazione dei dati nelle leghe Silicio-Germanio, Silicio-Carbonio e Silicio-Azoto, determinando i parametri strutturali medi delle leghe nell'intorno dell'atomo di Silicio in funzione della composizione. Si è mostrato che la lega Silicio-Germanio ha una struttura "random bounding" in cui gli atomi di Si e di Ge sono distribuiti casualmente nella matrice, non mostrando alcuna preferenza a formare un tipo di legami.

A differenza di ciò, sia le leghe Silicio-Azoto, sia quelle Silicio-Carbonio mostrano un ordinamento chimico molto pronunciato. A differenza dei corrispondenti composti cristallini SiC e $Si_3 N_4$ nei quali l'ordine chimico implica che ogni atomo di Si legghi solo atomi di Carbonio (Azoto) e viceversa, le leghe amorfe studiate mostrano un ordinamento chimico solo intorno all'atomo minoritario. Così che nella lega $a-Si_{1-x} C_x: H$ la struttura media vede il Carbonio legare solo atomi di Si (ed H) per $x < 0.5$, mentre per $x > 0.5$ è il Silicio a legare solo atomi di C (ed H).

In sintesi si può dire che questi sistemi tendono sempre a massimizzare il numero di legami eterogenei presenti.

Small angle Scattering del collagene nella cornea

In collaborazione con l'Istituto di Chimica dell'Università di Bologna ed il Dipartimento di Chimica della II Università di Roma si è intrapreso lo studio dell'impacchettamento fi-

brillare del collagene nella cornea e nel tendine con la tecnica dello Small Angle X-ray Scattering (Saxs). I risultati ottenuti in passato non erano idonei a spiegare la trasparenza del tessuto di cornea alla luce visibile, ed in particolare non era possibile discriminare tra le due teorie che possono descrivere questo comportamento, una legata all'uniformità dell'indice di rifrazione tra le fibrille collagene ed il fluido di supporto (impacchettamento non regolare) e l'altra alla possibilità di una struttura reticolare delle fibrille. Gli effetti nella diffrazione a piccolo angolo ottenibili considerando i due modelli sono diversi. Nel primo caso si hanno massimi di diffrazione non periodici mentre nel secondo si osserva periodicità nella figura di diffrazione.

Le misure effettuate con l'apparato SAXS del PULS hanno permesso, grazie all'alta collimazione del fascio di Raggi X ed al rivelatore a camera a drift bidimensionale, una esatta individuazione dei massimi di diffrazione. Nella regione angolare compresa tra 500 e 2500 secondi d'arco del fascio primario sono stati osservati, Fig. 52, ben sei riflessi meridionali multipli di uno stesso periodo di 850 Å, diverso da quello legato alle singole fibrille di collagene (650 Å). Da questo e dalla forma dei riflessi osservati, quasi tutti della stessa lunghezza, si è ipotizzato un modello paracristallino a due dimensioni a conferma della teoria reticolare.

Ulteriori indagini sperimentali sui riflessi equatoriali sono necessarie per definire i parametri reticolari del modello.

Questi risultati sono stati presentati su invito all'"International Conference on Biophysics and Synchrotron Radiation", Frascati 1986.

Altri Esperimenti

— Studio della citocromo C ossidasi (A. Colosimo).

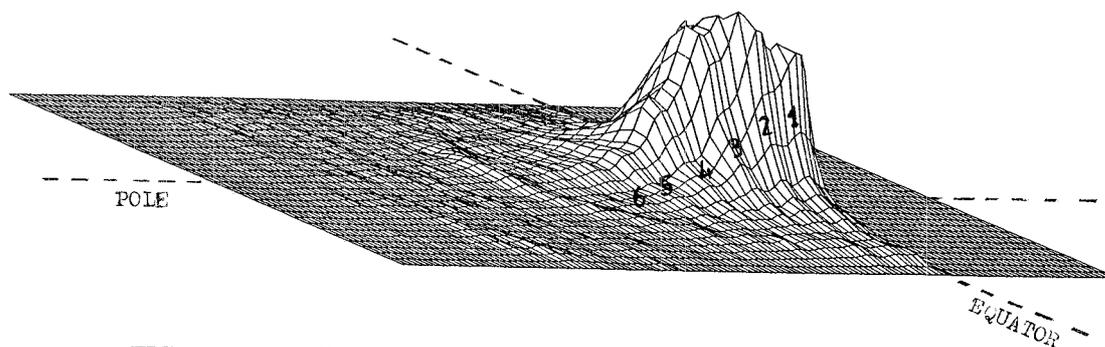


FIG. 52 - Figura di diffrazione a piccolo angolo da fibrille di collagene in cornea.

- Studio EXFAS e XANES di polisaccaridi di Calcio (T. Prosperi).
- Superossido/dismutasi Cu o Zn sostituite (G. Rotilio).
- Valenze miste in composti di Yb e Ce (A. Bianconi).
- Studio del sito del Ca in proteine e vitamine (A. Castellano Congiu).
- Studio del sito del Fe in transferrina (P. Orioli, I. Bertini).
- Transizioni di fase in Peroyskiti (J. Garcia).

— Esperimenti sulla linea Grasshopper

Nel 1986 si è iniziato uno studio della formazione della Barriera di Schottky (BS) nel GAP (110), in collaborazione con L. Brillson della XEROX (Webster, N.Y.) e G. Margaritondo dell'Università del Wisconsin (Madison). La ricerca consiste nell'esaminare sistematicamente la BS nei suoi vari aspetti (altezza della barriera e caratteristiche chimiche e morfologiche dell'interfaccia) per vari metalli. Presso la linea del GH si è studiato il caso dell'AG (dati preliminari), mentre altri metalli sono stati studiati a Stoughton (Aladdin).

Nel complesso i dati finora raccolti escludono per il GaP un'interpretazione della BS in termini del modello a difetti (Spicer) e avvalorano invece l'effective-work-function-model (Freeouf e Woodall).

Altri Esperimenti

- XANES di ossidi di terre rare (I. Davoli)
- Studio della soglia di assorbimento L_{23} nel Ni (A. Balzarotti)
- Studio di interfacce con Si amorfo (F. Evangelisti)
- Studio di Siliciuri di metalli di transizione (C. Mariani).

— Esperimenti sulla linea Jobin-Yvon

Studio delle Interfacce Semiconduttore-Semiconduttore

L'applicazione delle tecniche di fotoemissione è stata di fondamentale importanza nella comprensione della natura di importanti parametri di interfaccia nei sistemi semiconduttore-semiconduttore. Tra questi i più importanti sono le discontinuità della banda di valenza e di conduzione che risulta-

no dalla differenza di energy gap tra i due semiconduttori. Il controllo di tali parametri è sempre stato uno degli obiettivi della ricerca scientifica in questo campo. Infatti, il raggiungimento di tale scopo porterebbe ad un sostanziale miglioramento delle caratteristiche dei dispositivi basati sulle eterogiunzioni in generale e alla realizzazione di dispositivi completamente nuovi.

La nostra attenzione è stata focalizzata sulla possibilità di variare le discontinuità di banda intervenendo sulla chimica locale dell'interfaccia. Alcuni nostri recenti esperimenti hanno dimostrato che nel CdS-Si e ZnSe-Ge è possibile variare le discontinuità di banda mediante sottili strati di Al o H posti tra i due semiconduttori. Gli atomi dell'intralayer partecipano ad un trasferimento di carica con gli atomi circostanti determinando una modifica degli offsets delle bande. Tale meccanismo è stato confermato pienamente nel sistema SiO/Si usando due intralayers di opposta elettronegatività rispetto al silicio, l'idrogeno ed il cesio. In Fig. 53 sono riportati gli spettri di fotoemissione della banda di valenza di tale interfaccia con e senza intralayers di H e Cs. Lo spessore dello strato di Si è di 10 Å in modo

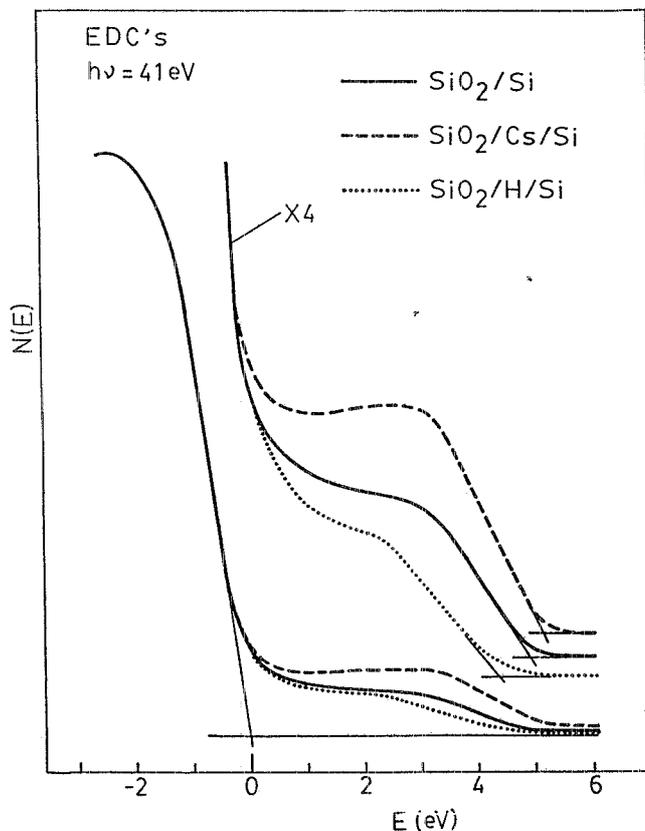


FIG. 53 - Spettri di fotoemissione ottenuti nella regione della soglia della banda di valenza del Si all'interfaccia SiO_2 -Si. Gli spettri rivelano la modificazione della discontinuità della banda di valenza dovuta ad intralayers di Cs od H.

che siano visibili entrambe le soglie delle bande di valenza dei due semiconduttori. La discontinuità di banda è data dall'intervallo tra le soglie. Dalla figura risulta chiaro che l'effetto del cesio e dell'idrogeno sulla discontinuità è di notevole entità e di verso opposto; nel caso del cesio si ha un aumento di 0.25 eV mentre nel caso dell'idrogeno una diminuzione di 0.5 eV. Si è anche osservata una modulazione dell'effetto dovuta allo spessore dell'intralayer. Tali risultati oltre ad avere una notevole importanza tecnologica hanno notevoli implicazioni teoriche in quanto mettono in risalto il ruolo non trascurabile dei dipoli di interfaccia nella determinazione delle discontinuità di banda nelle eterogiunzioni.

Altri Esperimenti

- Assorbimento di molecole organiche sulla superficie del Si (M. Piancastelli)
- Interfacce CdS-Si con intralayers di Al di spessore variabile (G. Margaritondo)
- Studio dei parametri di interfaccia in strutture a-SiN:H / a-Si (C. Coluzza, G. Fortunato)
- Interazione metallo-supporto in sistemi di interesse catalitico (C. Furlani)
- Interfaccia GaAs-Ge (P. Chiaradia)
- Studi di interfacce tra semiconduttori amorfi ed amorfi idrogenato del IV gruppo (F. Evangelisti).

— Esperimenti di Spettroscopia ottica nell'Ultravioletto da Vuoto

Durante il 1986 sono proseguite le attività di ricerca già avviate, in particolare misure di luminescenza sia integrate che risolte nel tempo. Purtroppo non è stato possibile concludere queste ricerche né proseguire su altre ricerche di punta iniziale nel 1985 (per es. la spettroscopia a due fotoni con Luce di Sincrotrone) per l'esiguo numero di turni utilizzabili che si sono avuti durante il 1986 (nessuno dal giugno 1986). Di un certo interesse tecnologico sono state le misure eseguite dal Dr. A. La Monaca e collaboratori sull'efficienza e sul danneggiamento da radiazione nel lontano U.V. di un rivelatore sensibile alla posizione (CCD).

Altri Esperimenti

- Relaxation of high energy excited states in alkali halides crystals (F. Fermi)
- Studio delle proprietà ottiche di biomolecole nell'ultravioletto da vuoto (M. Belli)
- Strutture eccitoniche di core in composti lamellari III-VI (M. Piacentini)
- Luminescenza in alogenuri alcalini puri e drogati con tallio (U.M. Grassano)
- Tempi di vita di fluorescenza in metalloproteine (A. Finazzi-Agrò)
- Optical Characteristics of particulate materials for interstellar dust extinction simulation (V. Capozzi).

Pubblicazioni

- (1) A. Balerna and S. Mobilio: "Dynamical properties and Debye temperatures of Au bulk and Clusters by Extended X-ray Absorption Fine Structure". *Phys. Rev. B* 34, 2293 (1986).
- (2) M. Belli, A. Balerna, E. Bernieri, A. Bianconi, E. Burrattini, M. Matjeu, F. Mazzei, S. Mobilio, C.R. Natoli, G. Onori, L. Palladino, A. Reale, E. Rongoni, A. Scafati: "Characterization of metal sites in nucleic acids by high resolution x-ray Spectroscopy". *Physics in Environmental and Biomedical Research*; S. Onori and E. Tabet editors, World Scientific Publishing Co, 1986 pag. 33.
- (3) G. Onori, M. Belli, A. Scafati, S. Mobilio, E. Bernieri, A. Reale, A. Bianconi, J. Garcia: "Study of Cu-ATP Complexes". *Proc. of the Int. Conf. on "Biophysics and S.R."*, Frascati July 14/16 1986; Springer Series Chem. Phys., in stampa.
- (4) A. Balerna, M. Benfatto, S. Mobilio, C. Natoli, A. Filipponi, F. Evangelisti: "Spherical wave EXAFS and multiple scattering effects in glow-discharge amorphous Si:H". *Proc. of the Int. Conf. "EXAFS and Near Edge Structure IV"*, Fontevraud 7/11/1986; *J. de Physique*, in stampa.
- (5) A. Filipponi, D. Della Scala, F. Evangelisti, A. Balerna, S. Mobilio: "Structural properties of a-Si: H and $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$: H alloys by EXAFS". *Proc. of the Int. Conf. "EXAFS and Near Edge Structure IV"*, Fontevraud 7/11/1986; *J. de Physique*, in stampa.
- (6) A. Filipponi, P. Fiorini, F. Evangelisti, A. Balerna, S. Mobilio: "Amorphous glow discharge hydrogenated alloys; a comparative study of a-Si_{1-x}C_x: H, aSi_n: H and aSi₁Ge_x: H and the SiK-edge EXAFS". *Proc. of the Int. Conf. "EXAFS and Near Edge Structure IV"*, Fontevraud 7/11/1986; *J. de Physique*, in stampa.
- (7) I. Bertini, S. Mangani, L. Messori, S. Mobilio and P.L. Orioli: "EXAFS investigations on a NH-terminal fragment of human tranferrin containing a single iron binding site". *Proc. of the Int. Conf. "EXAFS and Near Edge Structure IV"*, Fontevraud 7/11/1986; *J. de Physique*, in stampa.
- (8) P. Chiaradia, M. Fanfoni, S. Priori, P. De Padova, P. Nataletti, I. Davoli, S. Modesti: "The soft X-ray Beam Line of Adone". *Vuoto* 16, 83 (1986).
- (9) A. Marcelli et al.: "Local structure in SiO₂ glasses by Oxygen K edge XANES", *Journal de Physique Colloque*, C8, 107 (1985).

- (10) V. Grasso, S. Santangelo, M. Piacentini: "M_{2,3} Absorption Spectra of Transition Metal ion in MnPs₃, FePS₃ and NiPS₃", Solid State Commun. **60**, 381 (1986).
- (11) A. Franciosi, D.W. Niles, G. Margaritondo, C. Quaresima, M. Capozzi and P. Perfetti: "Au-Si interface formation: The order side of the problem", Phys. Rev. B **32**, 917 (1985).
- (12) F. Evangelisti, S. Modesti, F. Boscherini, P. Fiorini, C. Quaresima, M. Capozzi and P. Perfetti: "Photoemission Studies of Amorphous Silicon/Germanium Heterojunctions", Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 49, 1985, Materials Research Society.
- (13) P. Perfetti, C. Quaresima, F. Capasso, M. Capozzi, F. Evangelisti, F. Boscherini and F. Patella: "Electronic Properties of the Precrystallization Phase of Germanium: a Photoemission Study", Phys. Rev. B **33**, 6998 (1986).
- (14) D.W. Niles, G. Margaritondo, P. Perfetti, C. Quaresima and M. Capozzi: "Understanding and Controlling Heterojunction Band Discontinuities", J.V.S. Techn. **A4(3)**, 962 (1986).
- (15) P. Perfetti: "Amorphous Semiconductor Heterojunctions: Technological Impact", Surf. Sci. **168**, 507 (1986).
- (16) P. Perfetti, C. Quaresima, C. Coluzza, G. Fortunato and G. Margaritondo: "Dipole Induced Changes of the Band Discontinuities of the SiO/Si Interface", Phys. Rev. Lett. **57** 2065 (1986).
- (17) U.M. Grassano, M. Piacentini, N. Zema: "Lifetime measurements of Colour Centres by a Multifrequency Phase Fluorometer", Nuovo Cimento **7D**, 379 (1986).
- (18) R. Pizzoferrato, M. Casalboni, R. Francini, U.M. Grassano, F. Antonangeli, M. Piacentini, N. Zema and F. Bassani: "Two-photon Absorption Using Synchrotron Radiation: a Novel Technique", Europhys. Lett. **2**, 571 (1986).
- (19) L. Colangeli, V. Capozzi, E. Bussoletti, A. Minafra: "Extinction spectra of amorphous contour submicron grains in the UV-visible range", Astronomy and Astrophysics **168**, 349 (1986).
- (20) A. La Monaca, A. Bigi, A. Ripamonti, N. Roveri, M. Iannuzzi, R. Messi: "Small Angle X-Ray diffraction of Collagen Fibrils using a three-dimensional Imaging Gas Detector", in "International Conference on Biophysics Synchrotron Radiation, Frascati 1986", in stampa.
- (21) A. Kisiel, M. Zimnal-Starnawska, F. Antonangeli, M. Piacentini, N. Zema: "d-Core Transitions in ZnTe, CdTe and HgTe", Il Nuovo Cimento **8D**, 4 (1986).

Esperimenti col fascio wiggler (PWA)

Componenti del gruppo: A. Balerna, E. Bernieri, E. Burrattini.

Tecnici: A. Grilli, S. Simeoni.

Le attività condotte al laboratorio PWA la cui pianta è riportata in Fig. 54 insieme alle nuove aree sperimentali sono proseguite durante il 1986 secondo le direttrici delineatesi nel corso degli anni precedenti e precisamente:

- 1) Esecuzione di esperimenti utilizzando raggi X.
- 2) Sviluppo e completamento delle nuove linee BX2-S e BX2-L e delle relative aree sperimentali.

ATTIVITÀ DI RICERCA

L'attività di ricerca ha avuto luogo esclusivamente sulla linea BX1 e limitatamente ai primi 4 mesi del 1986. Come si ricorderà, infatti, la linea autorizzata all'esercizio solo nel novembre del 1985, è stata disponibile per l'esecuzione di esperimenti da parte di gruppi sia

interni che esterni solo fino al mese di aprile 1986 per l'arresto delle attività sperimentali su Adone. Le caratteristiche ottiche e geometriche della linea riportate in Tab. III la rendono particolarmente indicata per esperimenti che richiedono intensi fasci di fotoni aventi energia compresa tra 3 keV e 30 keV.

TABELLA III
Caratteristiche della Linea BX1

Sorgente:	Wiggler convenzionale a 6 poli (B = 1,85 T)
Distanza sorgente monocromatore:	30 m
Finestra di Be:	spessore 100 μm
Accettanza orizzontale	6 mrad
Energia critica ϵ	2.77 keV
Flusso a 3 keV (I = 100 mA) (E = 1,5 GeV)	$2 \cdot 10^{13}$ fotoni/sec.mrad
Risoluzione $\Delta E/E$ a 3 keV	$\approx 5 \cdot 10^{-5}$
Monocromatore con cristalli tipo Channel-cut	Si(111) Si(220) Ge(220)

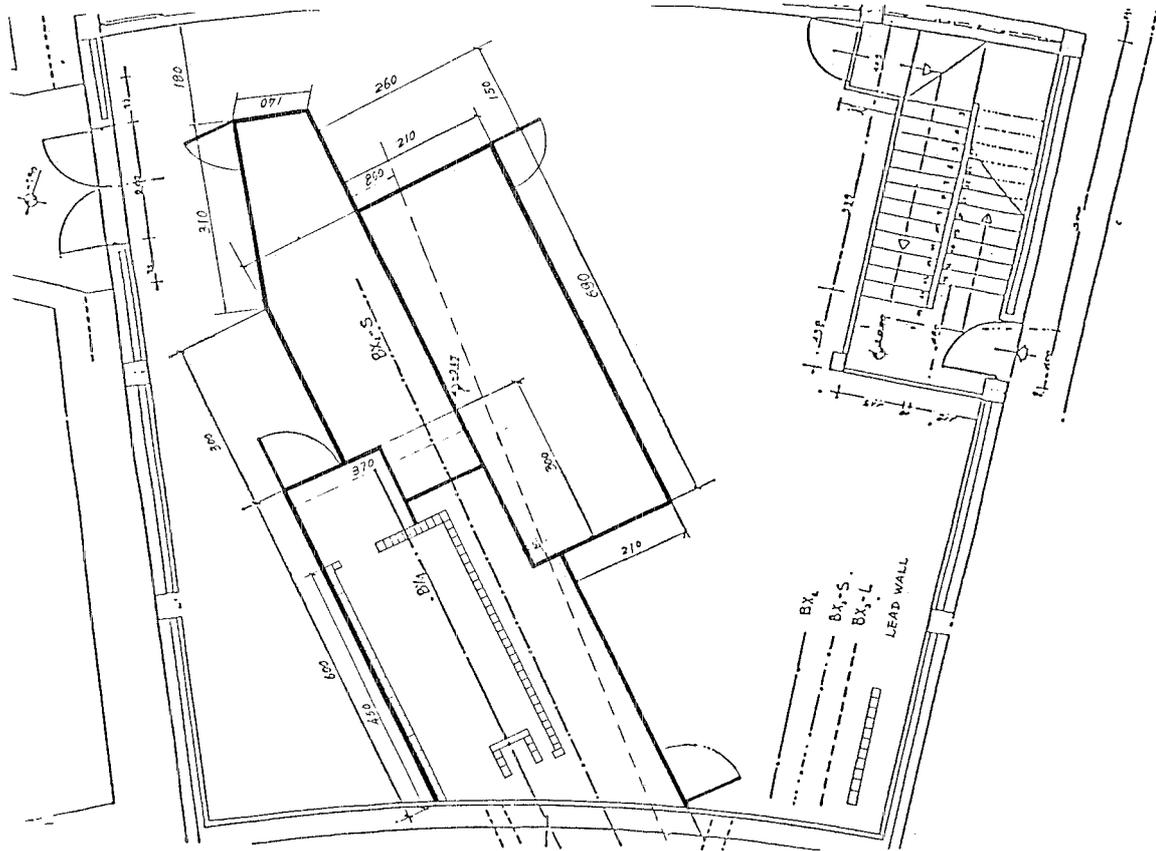


FIG. 54 - Pianta delle nuove aree sperimentali realizzate nel laboratorio PWA.

Sono stati condotti esperimenti che hanno utilizzato tutti gli apparati ad essa connessi seppur con risultati non tutti dello stesso livel-

lo. La descrizione degli apparati mostrati in Fig. 55 e degli esperimenti eseguiti può essere fatta brevemente nel seguente modo.

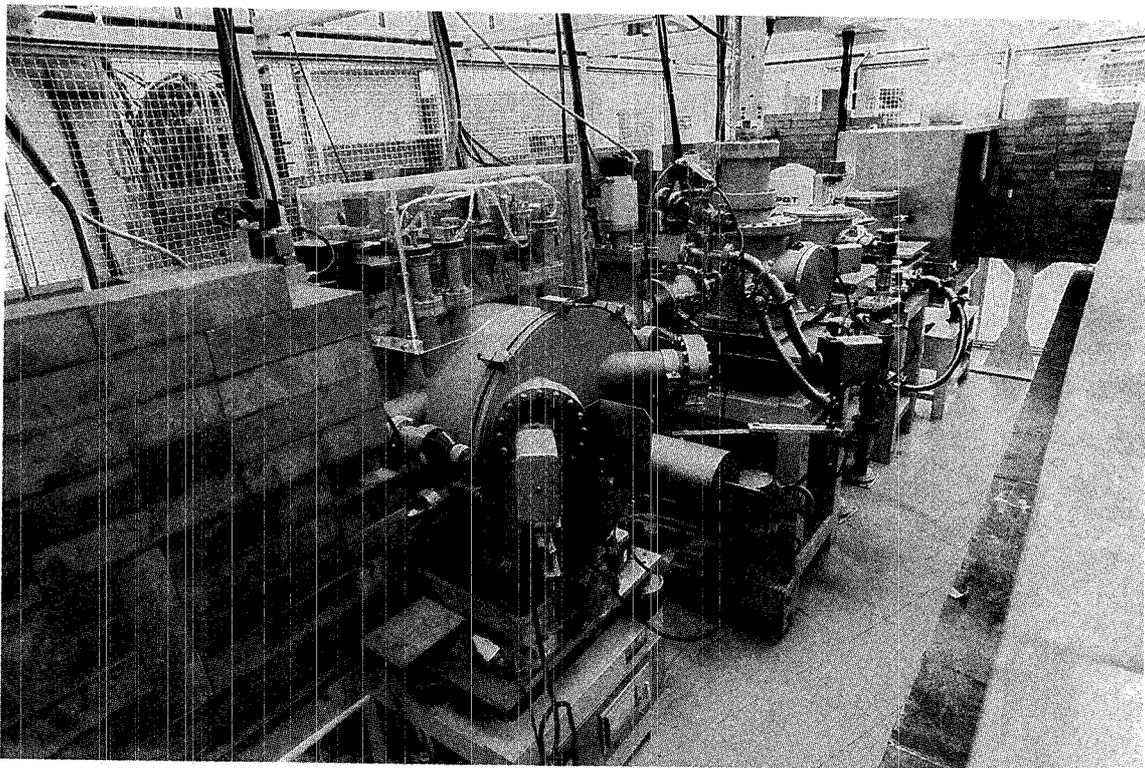


FIG. 55 - Stazioni sperimentali connesse alle linea BX1.

1.1 La stazione di spettroscopia di assorbimento nella regione spettrale 3 keV — 30 keV

La stazione formata da una camera in cui è possibile esporre al fascio di raggi X targhette aventi uno stato di aggregazione qual si voglia, può lavorare sia sotto vuoto che in atmosfera inerte. Il posizionamento delle targhette davanti al fascio e l'ottimizzazione delle condizioni di lavoro dei rivelatori (camere a ionizzazione) avviene mediante controlli remoti. Particolarmente agevole risulta sia cambiare i vari gas di volta in volta utilizzati all'interno dei rivelatori, che fissare la loro pressione in funzione del range spettrale prescelto.

Una serie di telecamere a circuito chiuso consente di avere una visione d'insieme dell'intero apparato e di tenere sotto controllo i parametri fisici più importanti per la conduzione di un esperimento.

Gli esperimenti condotti utilizzando questa stazione sono stati ovviamente di spettroscopia di assorbimento in corrispondenza di soglie K ed L ed ha riguardato i seguenti temi scientifici:

- Osservazione e studio degli effetti multilettronici presenti negli spettri di assorbimento di gas rari quali Ar, Kr, Xe, e di alcuni composti del Rb sia allo stato solido che in soluzione. (Gruppo PWA).
- Spettri di assorbimento (EXAFS e XANES) su vetri binari e ternari superconduttori tipo Ag_2O , Bi_2O_3 ($n = 2, 3, 4, 6$) drogati con AgI (Univ. Trento).
- Analisi dei legami Fe-C-O ed Fe-C-N mediante spettroscopia XANES eseguita su campioni di mioglobina in soluzione diluita (Univ. di Roma).
- Analisi delle variazioni strutturali dell'atomo di Fe in campioni di deossimioglobina indotte dalla transizione della fase T (bassa affinità) alla fase R (alta affinità) (Univ. di Roma).
- Spettroscopia di assorbimento in corrispondenza delle soglie L_3 del Pb e della soglia K dello Zn in una serie di vetri al piombo contenenti vari ossidi alcalini (CNR — Faenza).
- Spettroscopia di assorbimento (XANES) su soluzioni diluite di carbossi-mioglobina Mb-CO e ciano-mioglobina Mb-CN (Univ. Roma).

- Studio di composti tipo Mn-ATP ed Cu-ATP in soluzione acquosa in diverse condizioni sia come pH che come rapporti stechiometrici, mediante spettroscopia di assorbimento (EXAFS-XANES) (Univ. Perugia — Univ. L'Aquila).
- Studio del complesso Cu-DNA ed analisi delle modifiche della stabilità della doppia elica indotta da agenti chimici o da radiazione ultravioletta (Univ. L'Aquila).
- Spettroscopia di assorbimento su "polveri colloidali" contenenti Cd ed Se. In Fig. 56 è mostrata la soglia K del Se (Weizman Institute).

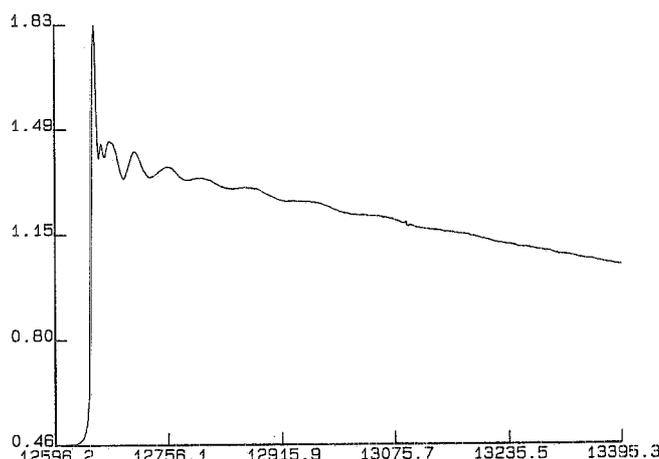


FIG. 56 - Spettro di assorbimento del Se in corrispondenza della soglia K ottenuto con una "polvere colloidale" mediante un cristallo di Ge (220).

1.2 La stazione sperimentale di microanalisi mediante fluorescenza indotta da luce di Sincrotrone (Collaborazione con il Dip. di Energetica dell'Università "La Sapienza" di Roma, il Dip. di Scienze Biomediche dell'Università dell'Aquila, il Dip. di Chimica dell'Università "La Sapienza" di Roma).

L'apparato sperimentale è costituito da un rivelatore planare per raggi X a Ge iperpuro, una catena di amplificazione, un ADC ed un microcomputer. Il rivelatore è sistemato in una camera in cui è possibile praticare il vuoto al cui interno è installato un portacampioni a otto posti comandabile dall'esterno; fascio incidente ed asse del rivelatore formano un angolo di 90° nel piano dell'orbita degli elettroni

di Adone, utilizzando in tal modo i vantaggi offerti dalla polarizzazione lineare del fascio.

La sperimentazione effettuata con questo spettrometro riguarda la valutazione delle prestazioni ed i relativi limiti di sensibilità in analisi di elementi in tracce, di campioni tecnologici e biologici di varia natura e composizione. Al fine di minimizzare l'assorbimento delle righe di fluorescenza dei vari elementi si sono utilizzati supporti sottili a matrice leggera. Il sistema ad energia variabile consente di ottenere le condizioni di eccitazione ottimali per un particolare elemento, utilizzando una energia convenientemente al di sopra della soglia fotoelettrica.

La taratura dello spettrometro è stata effettuata per righe K e righe L utilizzando come campioni di analisi filtri di cellulosa (Millipore 5 mg/cm²) su cui veniva depositato l'elemento considerato. Per quanto concerne le righe K si hanno minime quantità rivelabili (MDL) per il rame pari a 0.8 ng, corrispondenti, nel nostro caso, a 5.9 ng/cm². Per le righe L del piombo, si è ottenuto un "MDL" di 6 ng (44 ng/cm²).

Le analisi di elementi in traccia sono state condotte su campioni biologici con diverse matrici ottenendo risultati in pieno accordo con la sensibilità di cui sopra.

Lo spettro di fluorescenza ottenuto da un campione di emoglobina è riportato in Fig. 57.

E = 11.24 keV
I = 19 mA
T = 900 sec
LDS 4 = SANGUE

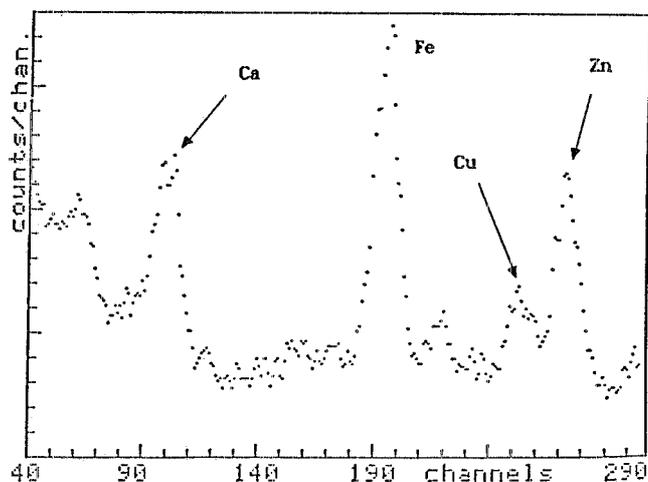


FIG. 57 - Spettro della radiazione di fluorescenza emessa da un campione di emoglobina umana (MDL = $4 \cdot 10^{-9}$ g).

1.3 La stazione di diffrattometria (Collaborazione con l'Istituto di Strutturista Chimica "G. Giacomello" del CNR.

La stazione, completamente automatizzata, è formata da un diffrattometro Huber a quattro cerchi, di cui in Tab. IV vengono riportate le caratteristiche meccaniche; essa è divenuta operativa nel Gennaio 1986.

Per ottemperare alle norme di sicurezza e per evitare perdite nell'intensità dovute alla polarizzazione orizzontale della radiazione di sincrotrone, il diffrattometro è stato montato verticalmente entro una scatola schermante di alluminio. Per facilitare l'allineamento, l'intero sistema è supportato da un tavolo con il piano d'appoggio girevole e inclinabile, mosso da cinque motori passo-passo controllati a distanza da un microcomputer. Anche i quattro motori passo-passo del diffrattometro vengono controllati a distanza tramite microcomputer.

Durante la prima fase di messa a punto dell'apparato si sono ottenute immagini di diffrazione da diversi campioni a cristallo singolo e a polvere.

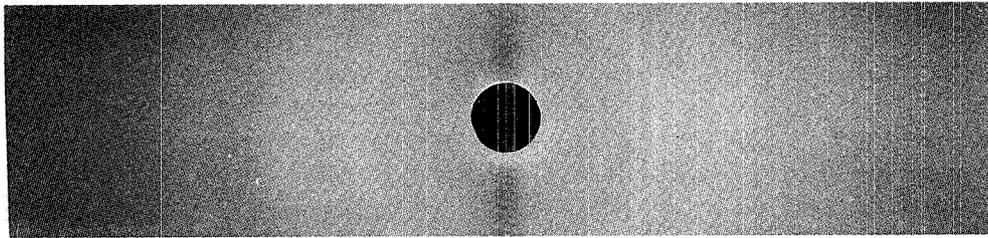
All'interno della scatola di supporto ha trovato posto anche una camera Debye-Scherrer rimovibile, che consente di ottenere fotografie da micro-polveri e da liquidi. Mentre i tempi normali di esposizione con sorgenti tradizionali sono dell'ordine di ventiquattro ore, la luce di sincrotrone ha consentito in sole tre ore di ottenere la nitida immagine di diffrazione da una soluzione al 32% in peso di laurilsolfato, mostrata in Fig. 58.

1.4 La stazione di spettroscopia di fluorescenza (Collaborazione con la Sezione INFN di Napoli)

Sono state fatte prove preliminari per la messa a punto sia della camera porta campioni che delle due catene di elettronica eseguendo spettri di fluorescenza su campioni in soluzione sia di emoglobina che di composti Cu.ATP. I risultati ottenuti hanno evidenziato la necessità di completare il sistema di rivelazione con altre due catene di rivelazione, e di potenziare l'elettronica di acquisizione. È sta-

TABELLA IV
Caratteristiche meccaniche del diffrattometro Huber

Cerchio	$\delta; 2\delta$	χ	Φ
Risoluzione in gradi	0.005	0.01	0.02
Deviazione angolare in sec. d'arco	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Riproducibilità posizione in sec. d'arco	≤ 2	≤ 2	≤ 2
Rapporto di riduzione	1/360	1/360	1/180
Max deviazione assiale e radiale gradi	≤ 0.01		
Sfera di errore mm			≤ 0.02
Parallelismo piano χ asse Φ sec d'arco			≤ 0.05



 Diffrazione da soluzione acquosa al 32% in
 peso di laurilsolfato di sodio
 $\lambda = 1,4 \text{ \AA}$ $t = 180 \text{ min}$

Laboratorio PWA (L.N.F. - I.N.F.N.)
 Istituto di Strutturistica Chimica (C.N.R.)

FIG. 58 - Spettro di diffrazione di una soluzione al 32% in peso di lauril-solfato.

to parimenti evidente che il lavorare sotto vuoto, quando possibile, abbassa sensibilmente il "fondo" dovuto allo scattering dei fotoni da parte dell'aria.

ATTIVITÀ DI SVILUPPO

Come già accennato le attività di sviluppo hanno riguardato la realizzazione delle nuove aree sperimentali ed il completamento delle due nuove linee mostrate in Fig. 59.

La descrizione delle due nuove linee e degli apparati sperimentali che verranno ad esse connessi durante il 1987 può essere fatta nel seguente modo:

La linea BX2-S è stata progettata realizzata ed installata, come si vede in Fig. 60 sia per disporre di un secondo apparato per esperimenti di spettroscopia di assorbimento che per avviare due nuove stazioni sperimentali di cui una verrà utilizzata per eseguire misure di fluorescenza risolta temporalmente, l'altra invece per esperimenti di "spettroscopia Mössbauer".

La prima esigenza è particolarmente sentita poiché l'equivalente apparato operante sulla linea BX1 non è in grado di esaudire in tempi ragionevolmente brevi, la crescente domanda di tempo macchina.

La radiazione utilizzabile della linea BX2-S è uguale, da un punto di vista spettrale, a



LAB. PWA (LMF-INFN)

FIG. 59 - Le due nuove linee per raggi X: BX2-S a destra, BX2-L a sinistra.

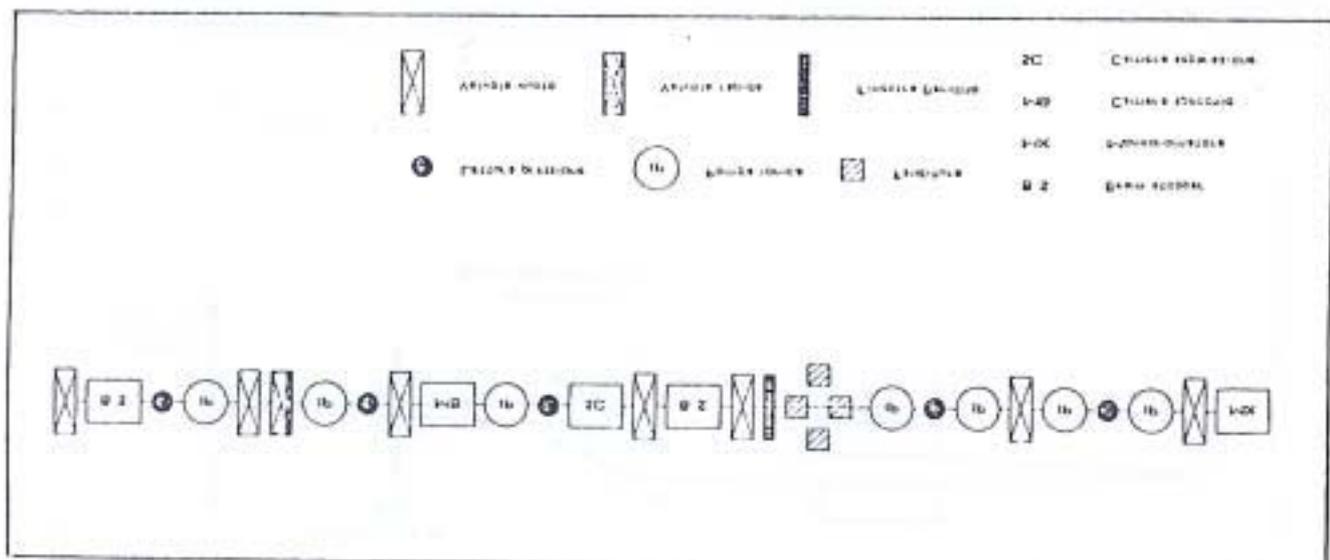


FIG. 60 - Diagramma a blocchi della linea BX2-S.

quella utilizzata sulla linea BX1 tranne il limite inferiore dell'intervallo energetico disponibile che è sceso a 800 eV dai 3000 eV della linea BX1, e ciò grazie alla presenza di una finestra di Be più sottile.

Il diagramma della linea è rappresentato schematicamente in Fig. 61 e le sue caratteristiche più importanti sono riportate in Tab. V.

TABELLA V
Caratteristiche della Linea BX2 - S (*)

Sorgente:	Wiggler convenzionale a sei poli ($B = 1.85 \text{ T}$)
Distanza sorgente monocrom.	34 m
Angolo con l'asse geometrico del Wiggler	1.7°
Accettanza orizzontale	3 mrad
Sistema da vuoto	Pompe ioniche (3500 L/s totali)
Finestra	Berillio $25 \mu\text{m}$
Intervallo spettrale	800-30.000 eV
Monocromatore tipo	Si(111)
Channel-Cut	Si(220)

(*) Per l'energia critica ed il flusso spettrale vedere la Tab. III

Come appena detto, la caratteristica più importante che differenzia la linea BX2-S dalla linea BX1 è costituita dalla finestra di Berillio, che essendo spessa solo $25 \mu\text{m}$ consente di utilizzare lo spettro fino a circa 800 eV, mentre l'energia minima accessibile sul BX1 è circa 3000 eV. Questo permetterà, utilizzando op-

portuni monocromatori, lo studio delle soglie K di assorbimento degli elementi fino al Neon, includendo elementi di estremo interesse come il silicio, il sodio ed il magnesio. A causa del piccolo spessore è previsto che la finestra di Berillio sia sottoposta ad una pressione differenziale sempre minore di quella atmosferica, per questo è stato installato sulla linea un opportuno sistema di by-pass.

La linea è attualmente completa fino al monocromatore e sono in corso di installazione le stazioni sperimentali ed i sistemi di sicurezza. La linea diverrà operativa dopo i collaudi della Fisica Sanitaria.

Le stazioni sperimentali in corso di connessione alla linea possono essere descritte succintamente in tal modo:

2.1.1 La stazione di spettroscopia di assorbimento con controllo della temperatura (Collaborazione con il Dip. di Fisica dell'Università di Trento)

La prima stazione sperimentale connessa alla linea BX2-S immediatamente dopo il monocromatore è quella di spettroscopia di assorbimento con controllo della temperatura. Essa è costituita da una camera porta campioni in cui è possibile lavorare sia sotto vuoto che in atmosfera inerte. Rispetto alla stazione operante sulla linea BX1 essa consente di lavorare controllando la temperatura dei campioni nell'intervallo 70 k — 500 k.

Anche questa stazione sarà equipaggiata con controlli remoti sia per il posizionamento dei campioni che per la ottimizzazione dei rivelatori (camere a ionizzazione).

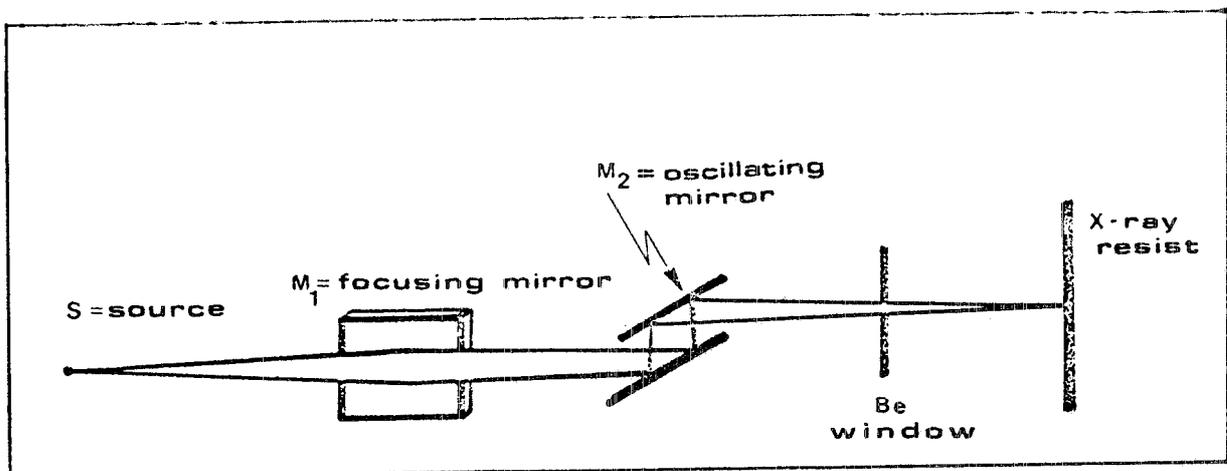


FIG. 61 - Rappresentazione schematica della linea BX2-L.

Il monocromatore (Finanziamento pluriennale MPI 40%) e la stazione sperimentale (realizzata presso il Dip. di Fisica dell'Università di Trento) sono entrambi controllati da un computer tipo Olivetti M24.

2.1.2 La Stazione di diffrazione ad alta risoluzione angolare (Collaborazione con l'Istituto di Elettronica dello Stato Solido)

È stata progettata, ed è in fase di realizzazione, una stazione sperimentale per diffrazione ad alta risoluzione angolare. Le esperienze che si intendono realizzare con tale stazione sono soprattutto due: onde stazionarie di raggi X e spettroscopia Mossbauer con radiazione di sincrotrone.

a) Effetto Mössbauer

L'utilizzazione della radiazione di sincrotrone per ottenere un fascio Mossbauer è stata suggerita più di dieci anni fa da Ruby.

Tale fascio combinerebbe le proprietà della radiazione di sincrotrone con quelle della radiazione Mossbauer: risoluzione in energia di circa 10^{-8} eV (tipica della radiazione Mossbauer), elevata brillantezza, polarizzazione, struttura temporale (tipiche della radiazione di sincrotrone).

La principale difficoltà da superare allo scopo di ottenere un fascio Mössbauer dalla radiazione di sincrotrone è quello di selezionare una linea con una larghezza di energia di circa 10^{-8} eV dallo spettro continuo ottenibile dal sincrotrone. Questo problema è ovviamente ben al di là delle possibilità degli usuali monocromatori per raggi X che, al più, permettono una monocromatizzazione dell'ordine di una frazione di eV. È chiaro quindi come sia necessario un nuovo tipo di filtri ad altissima risoluzione allo scopo di estrarre la riga Mössbauer dalla radiazione di sincrotrone. Questo problema è stato risolto da Gerdau e collaboratori utilizzando un monocromatore basato sulle riflessioni puramente nucleari e realizzato tramite due cristalli di granato di ittrio e ferro (YIG). In questo modo è stato ottenuto per la prima volta un fascio Mossbauer di 14.4 keV con una risoluzione in energia di circa 10^{-8} eV dalla radiazione di sincrotrone, a DORIS in Amburgo. L'intensità del fascio

Mössbauer a DORIS è attualmente $1 \div 2$ fotoni/sec; tale intensità, a ragione delle speciali caratteristiche del fascio stesso, è stata comunque sufficiente per ottenere i primi risultati sperimentali di notevole interesse specifico.

La stazione sperimentale in costruzione permetterà di studiare le caratteristiche dei monocromatori nucleari basati su granati, con speciali composizioni, che saranno realizzati presso l'Istituto di Elettronica dello Stato Solido del CNR. Scopo della ricerca è quello di ottenere monocromatori nucleari con alta riflettività.

b) Onde stazionarie di raggi X

La tecnica delle onde stazionarie di raggi X (XSW) è soprattutto rivolta a studi strutturali di superfici ed interfacce. Si basa su di un effetto di interferenza che ha luogo tra raggio incidente e raggio diffratto quando un'onda piana viene diffratta alla Bragg da un cristallo perfetto.

Caratteristica fondamentale di una stazione sperimentale per questa tecnica è la necessità di una risoluzione angolare molto alta (almeno $1/10$ di secondo angolare) da mantenersi per periodi di tempo piuttosto lunghi (dell'ordine dell'ora). Questo richiede o una stabilità meccanica eccezionale o l'uso di un controllo di controreazione dinamico. La nostra stazione si basa su questo principio.

Anche se numerose esperienze possono essere realizzate in aria, l'uso di una camera ad ultra alto vuoto è altamente auspicabile. La stazione in oggetto stata progettata in modo da permettere l'effettuazione di misure di XSW con una piccola camera ad ultra vuoto in cui trasferire, senza ovviamente contatto con l'atmosfera, il campione preparato in una camera più grande che permette le analisi standard (LEED, Auger, etc.).

La stazione è sostanzialmente costituita da una doppia culla goniometrica che permette la rotazione grossolana (circa $1/1000^\circ$) del campione attorno a due assi perpendicolari (entrambi sul piano orizzontale, uno parallelo ed uno perpendicolare alla direzione del fascio di raggi X). La rotazione fine si effettua per mezzo di cristalli piezoelettrici e di barre di torsione.

La misura del fascio diffratto viene effettuata per mezzo di un normale scintillatore montato su di un goniometro, con l'asse di rotazione in linea con il centro di rotazione delle

culle goniometriche, mentre la misura della radiazione di fluorescenza si effettua per mezzo di un rivelatore Si (Li), posto perpendicolarmente al raggio incidente, per diminuire il contributo della radiazione Compton. Tutto l'apparato è racchiuso in un box che impedisce la fuoriuscita della radiazione e che può essere riempito di elio per eliminare l'effetto di scattering dall'aria.

2.1.3 La Stazione di spettroscopia di fluorescenza risolta in tempo

Collaborazione con il Dip. di Elettronica della Facoltà di Ingegneria, Università "La Sapienza" Roma, il Dipartimento della Facoltà di Ingegneria, Università di Palermo, l'Istituto di Elettrofisiologia Università dell'Aquila)

I programmi di sviluppo delle ricerche in Biofisica, portati avanti in collaborazione tra le Università di: Roma "La Sapienza", L'Aquila, Napoli, Perugia e Trento annoverano molteplici iniziative. Fa spicco tra esse una stazione completamente dedicata alla biofisica in via di allestimento nel Laboratorio PWA di Frascati da connettere alla linea BX2-S. In essa un sistema di rivelazione in fluorescenza con cinque scintillatori a NaI posizionati intorno al campione e collegati ad un multicanale veloce MCA, permetterà di compiere misure su soluzioni con concentrazioni dell'ordine 10^{-4} M. Con la simultanea stimolazione mediante un YAG-DYE laser si studieranno gli stati metastabili delle proteine con un esperimento di flash fotolisi alla temperatura di 10 k.

Ci si propone inoltre di studiare con analisi EXFAS e XANES le variazioni della struttura molecolare locale intorno allo ione calcio che attraversa i canali proteici di una membrana lipidica irradiata da segnali a microonde. Il campione biologico sarà disposto in modo che l'incidenza dei raggi X sul campione sia inferiore a 1° così da ottenere la riflessione totale dei raggi X. Due camere a ionizzazione forniranno l'intensità del fascio incidente e riflesso dal campione durante la misura. Il segnale di fluorescenza emesso dal campione sarà inviato dall'insieme dei fotomoltiplicatori con scintillatore ad un sistema di misura, controllato da calcolatore, che provvede anche alla memorizzazione dei risultati e al controllo del sistema meccanico.

2.2 Linea BX2-L

La linea BX2-L dedicata alla litografia con raggi X (nata da una Collaborazione Stanford-Frascati) è stata del tutto completata nel corso del 1986 come è possibile vedere in Fig. 59.

La litografia con raggi X si presenta come uno dei possibili mezzi per la produzione di circuiti integrati in VLSI grazie all'intervallo di lunghezze d'onda utilizzabili (0.4-1.0 nm).

L'uso di sorgenti di raggi X intense e collimate come la luce di sincrotrone permette infatti di riprodurre strutture submicrometriche, di ridurre notevolmente i tempi richiesti nei cicli di esposizione ed eliminare distorsioni originate da problemi connessi alla geometria del sistema. Come si può osservare dallo schema in Fig. 61 le parti principali della linea BX2-L sono due camere per specchi, una finestra di Be piuttosto sottile ed una camera di esposizione.

La prima camera, mostrata in Fig. 62 ospita uno specchio, di forma cilindrica, ed ha una triplice funzione: deflettere di 3° rispetto al BX2-S 2 mrad, circa, del fascio BX2, effettuare una focalizzazione in verticale del fascio deflesso ed eliminare la radiazione avente lunghezza d'onda inferiore a 0.4 nm. La seconda camera invece, ospiterà un sistema di due specchi, piani, di cui uno fisso ed uno oscillante con lo scopo, durante la fase operativa finale, di evitare il movimento del wafer durante l'esposizione e fare muovere invece il fascio verticalmente.

Per separare il vuoto di Adone ($\approx 10^{-9}$ torr) da quello della zona di esposizione ($\approx 10^{-5}$ torr) e per filtrare le basse energie, viene usata una finestra di Be di 25 μm .

La camera di esposizione, mostrata in Fig. 63, può esporre al fascio di raggi X wafer di dimensioni fino a $7 \times 7 \text{ cm}^2$. È dotata di movimenti micrometrici, comandabili remotamente, per muovere verticalmente ed orizzontalmente il sistema maschera-wafer durante le esposizioni.

La presenza di questo tipo di movimenti servirà nella fase preliminare di funzionamento della linea di litografia. Attualmente, infatti, solo la prima delle due camere degli specchi, dotata di movimenti di alta precisione per regolare a distanza l'incidenza del fascio sullo specchio, è pronta e ospita uno specchio piano che servirà solo come elemento deflettente e filtro passa basso.

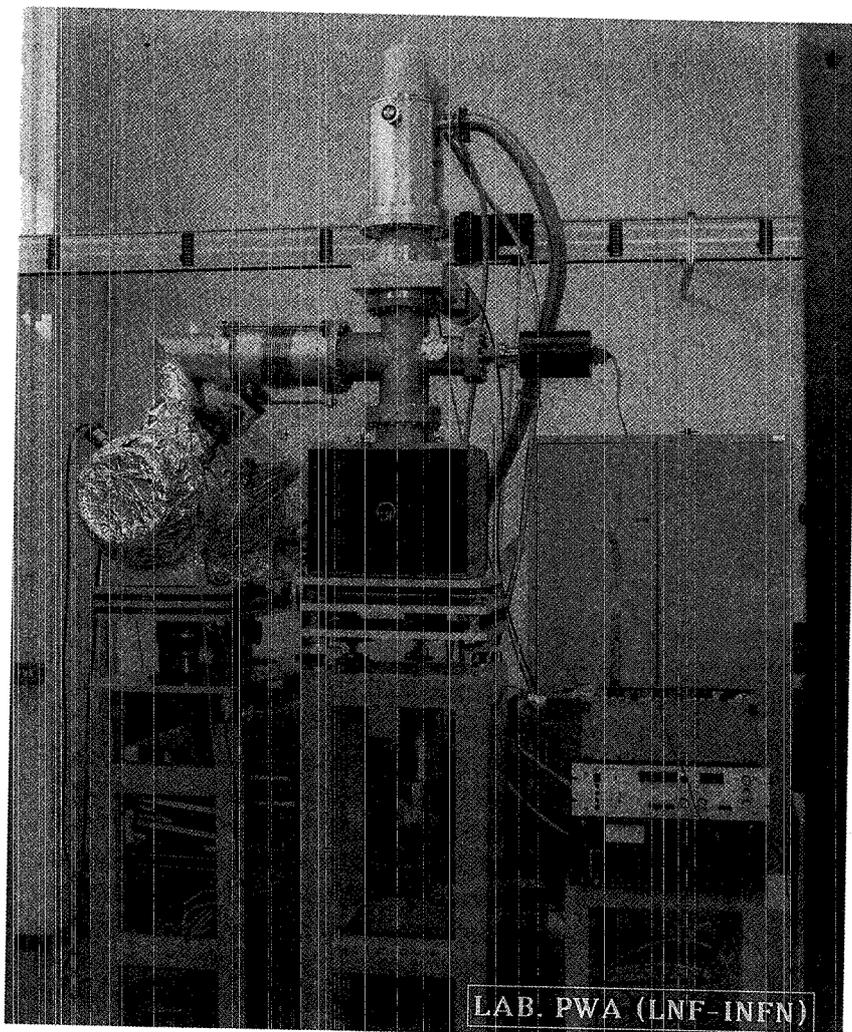


FIG. 62 - La scatola dello specchio deflettore durante alcuni collaudi.

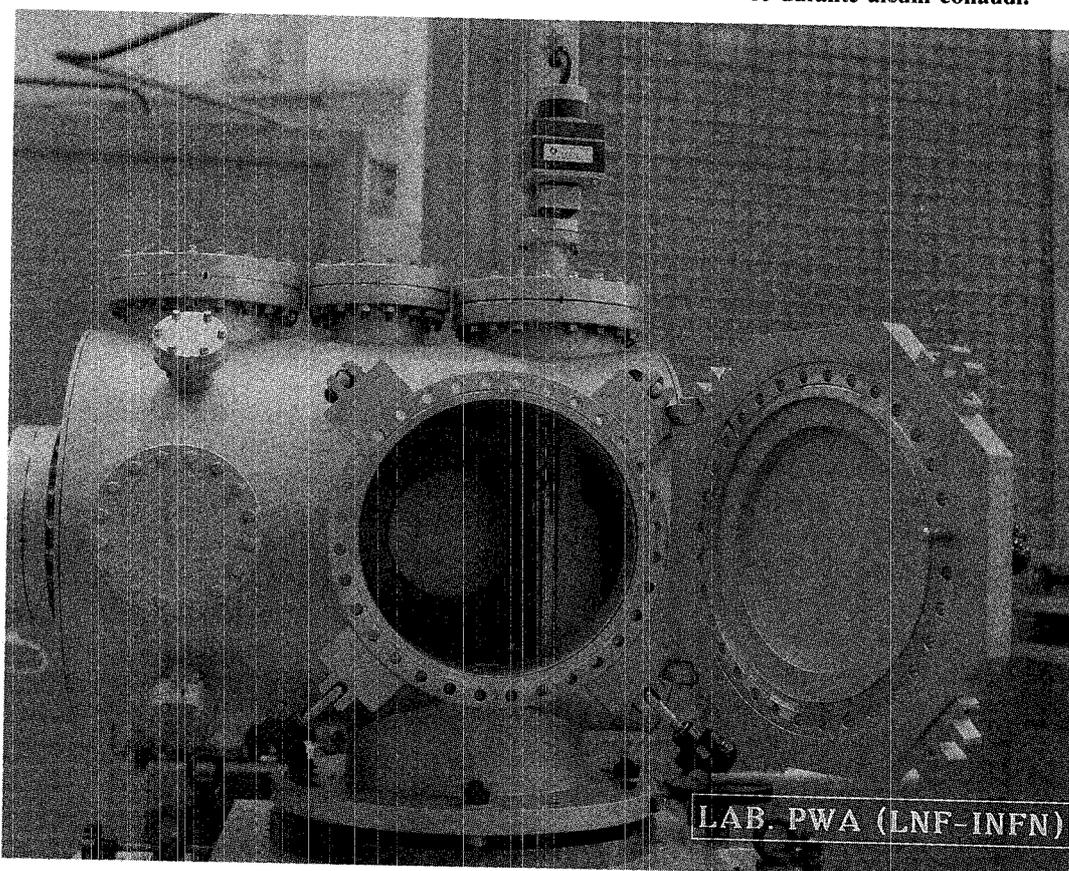


FIG. 63 - La stazione sperimentale di litografia.

Le prime esposizioni verranno quindi effettuate a fascio fisso e implicheranno il movimento del wafer. Queste esposizioni preliminari serviranno a fare studi e selezioni di resist per raggi X e testare l'uniformità ed il flusso utilizzabile sulla linea BX2-L.

Al più presto la prima camera verrà installata sulla linea e ottenuta l'autorizzazione dal Servizio di Fisica Sanitaria, la linea entrerà in funzione.

Publicazioni

- G. Dalba, P. Fornasini, F. Rocca, A. Krajewski, A. Ravaglioli and E. Burattini, Xas studies on the role of the alkaline ion in a lead-glaze system, *Journal de Physique* (1986) — in print.
- G. Dalba, P. Fornasini, F. Rocca, Pertici, and E. Burattini, EXAFS structure studies of aromatic polymers/Rn technium catalyst, *Jour. de Physique* (1986) — in print.
- G. Dalba, P. Fornasini, F. Rocca, and E. Burattini, EXAFS XANES in fast ion conducting glasses $AgI: Ag_2O: B_2O_3$, *Jour. de Physique* (1986) — in print.
- G. Dalba, P. Fornasini, F. Rocca, E. Bernieri, E. Burattini and S. Mobilio, EXAFS studies of the silver ions coordination in silver borate glasses, *Jour. of non-crystalline solids* (1986) — in print.
- E. Bernieri and E. Burattini, Multielectron transitions above the Kr K-edge, *Phys. Rev.* (1986) — in print.
- M. Belli, A. Balerna, E. Bernieri, A. Bianconi, E. Burattini, M. Matzeu, F. Mazzei, S. Mobilio, C.R. natoli, G. Onori, L. Palladino, A. Reale, E. Rongoni, A. Scafati, Characterization metal sites in nucleic acids by high-resolution X-ray spectroscopy, *Physics in Environment and Biomedical Research*, pp. 33-42 edited by S. Onori & E. Tabet, 1986 World Scientific Publishing Co (1986).
- E. Burattini, Synchrotron Radiation Applications in Biophysics and Medicine, *Physics in Environment and Biomedical Research*, pp. 33-42 edited by S. Onori & E. Tabet, 1986 World Scientific Publishing Co (1986).
- A. Bianconi, A. Congiu-Castellano, A. Giovannelli, M. Dell'Aricea, E. Burattini, P.J. Durham, and G.M. Giacometti, XANES of carboxy and cyanometmyoglobin. The role of the distal histidine in the bent Fe-CO configuration, *European Biophysics Journal*, (1986).
- A. Bianconi, A. Congiu-Castellano, M. Dell'Aricea, A. Giovannelli, S. Morante, E. Burattini, and P.J. Durham, Local Fe site structure in the tense-to-relaxed transition in carp deoxyhemoglobin: A XANES (X-ray absorption near edge structure) study, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* Vol. 83, pp. 7736-7740, October 1986 Biophysics.
- E. Burattini, A. Balerna, E. Bernieri C. Mencuccini, R. Renzivillo, G. Dalba and P. Fornasini, Adone Wiggler beam lines progress report, *Nuclear Instruments and Methods A* 246 (1986) 125-130.
- E. Burattini, G. Dalba and P. Fornasini, XANES Studies of Unoccupied Electronic States and Local Real Structure of Some Antimony Chalcogenides, *Il Nuovo Cimento* 7D, 3 (1986).

5. - FISICA DEGLI ACCELERATORI

Componenti del Servizio: M. Bassetti, M. Biagini, C. Bisca-
ri, M. Castellano, E. Gianfelice, S. Guiducci, P. Patte-
ri, M. Preger.

ATTIVITÀ

L'attività del Gruppo Fisica degli Acceleratori è articolata essenzialmente nel lavoro di progetto ed in quello di sviluppo e miglioramento delle prestazioni di Adone.

Per la parte di progetto l'attività è stata polarizzata sull'anello per luce di sincrotrone da

realizzarsi a Trieste (descritto separatamente in questo Rapporto); è stato inoltre iniziato, in collaborazione con l'ENEA, lo studio di fattibilità di un anello di bassa energia (< 300 Mev) per la realizzazione di un laser di elettroni liberi nell'infrarosso. Sono state studiate parametricamente le possibili prestazioni del laser in funzione delle caratteristiche del fascio di elettroni ed è stata disegnata la struttura magnetica di un anello lungo circa 65 metri con 4 sezioni dritte, di cui una per l'ondulatore della cavità FEL, una per un wiggler di damping, e le altre due dedicate all'iniezione ed alla cavità a radiofrequenza. È stato particolarmente curato il problema del matching

tra il wiggler, l'ondulatore e l'ottica dell'anello.

L'attività su Adone è stata concentrata negli ultimi mesi dell'anno, dopo la fermata per l'installazione della nuova ciambella ed il riallineamento degli elementi magnetici. La realizzazione del sistema di rivelazione del fascio con i monitors a bottone ha permesso di migliorare notevolmente la diagnostica del fascio, sia nella configurazione normale che nelle altre possibili strutture magnetiche, quale ad esempio l'ottica a dispersione nulla per l'esperimento LELA. In collaborazione con il Servizio Elettronica ed il Servizio Operazione sono stati implementati sul calcolatore della Sala Controllo di Adone i programmi di analisi delle orbite che permettono di minimizzare gli spostamenti della posizione del fascio dall'orbita ideale. In Fig. 64 è riportato il risultato della correzione dell'orbita verticale a

700 MeV, che dimostra la possibilità di contenere l'orbita di errore entro una banda dell'ordine del millimetro. Per ottenere questo risultato è stata necessaria un'accurata taratura degli avvolgimenti di correzione installati sui magneti curvanti ed i quadrupoli di Adone e la definizione delle procedure necessarie a controllarne i fenomeni di isteresi. È in corso il lavoro per la completa automatizzazione della correzione dell'orbita di errore.

Sempre utilizzando i monitors a bottone ed i correttori è stato realizzato un programma on-line sul calcolatore di Adone che permette di misurare in modo automatico le frequenze di betatrone del fascio a partire dalla deformazione dell'orbita causata da una perturbazione di intensità nota. La ripetibilità ottenuta è dell'ordine di 1/300 e la precisione è stata dimostrata dal confronto con i risultati ottenuti con metodi più laboriosi.

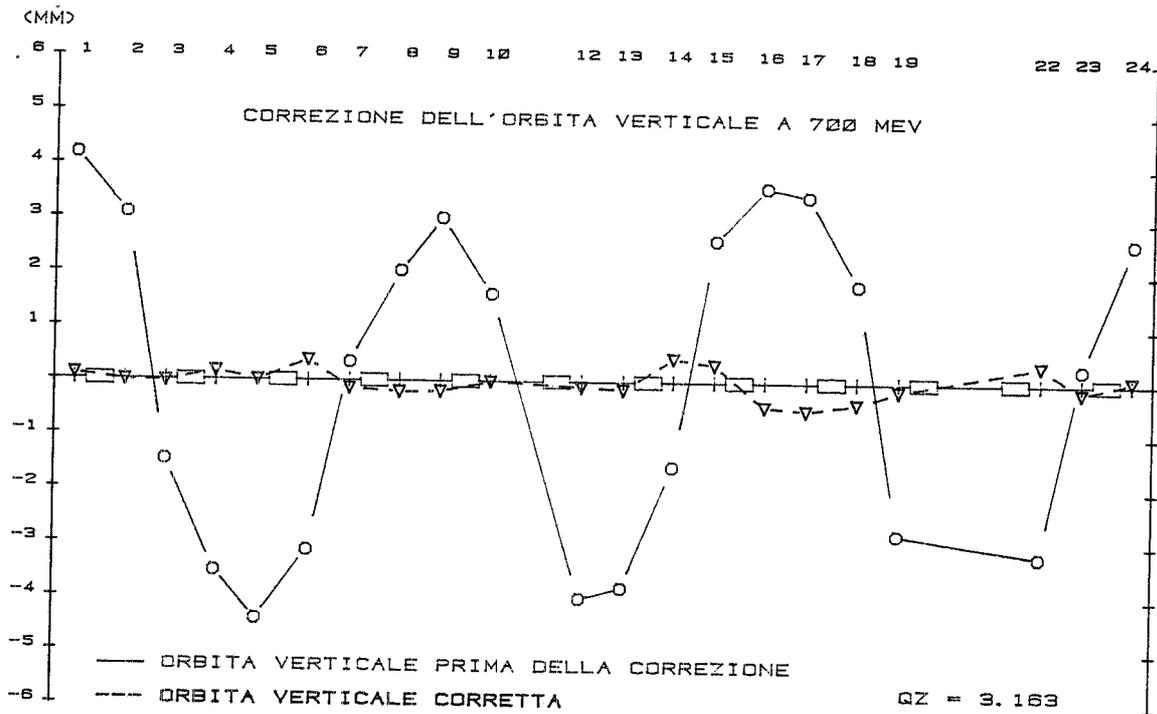


FIG. 64 - Correzione dell'orbita di errore verticale a 700 MeV.

Publicazioni

Gruppo Adone — “Resoconto delle misure del 9/1/86”, memo RM-29.

S. Guiducci — “Studio dell’efficienza di iniezione in Adone. Addendum”, memo EI-15.

M. Preger — “Differenze tra MAD, PATRICIA e JUMBO nel calcolo del cromatismo”, memo G-80.

M. Preger, B. Spataro — “Ottimizzazione del tagging per il fascio monocromatico dell’X-ray ring di Brookhaven”, memo G-88.

G. Modestino, M. Preger — “Effetti ottici del wiggler superconduttore su Adone”, memo SCOW-16.

M. Preger — “Parametri di massima per un F.E.L. infrarosso su di un anello di accumulazione di bassa energia”, memo FEL-1.

M. Preger — “Effetto del wiggler di damping sulle funzioni ottiche nel piano verticale per il F.E.L. infrarosso”, memo FEL-2.

M. Preger — “Intrabeam scattering, vita media per effetto Touschek ed allungamento anomalo per l’anello di accumulazione per il F.E.L. infrarosso”, memo FEL-3.

C. Biscari — “Inserimento di un wiggler di damping nell’anello di accumulazione per il F.E.L. infrarosso”, memo FEL-4.

E. Gianfelice — “Correzione dell’orbita chiusa di Adone con il metodo dei minimi quadrati: risultati numerici”, memo SC-124.

C. Biscari — “Anello di accumulazione per il F.E.L. infrarosso”, memo FEL-5.

E. Gianfelice — “Programma per la correzione on-line dell’orbita chiusa di Adone”, memo SC-125.

E. Gianfelice, S. Guiducci, M. Preger, M. Serio, M. Vescovi — “Risultati delle misure sulla struttura LELA”, memo RM-30.

S. De Simone, E. Gianfelice, S. Guiducci, S. Pella, M. Preger, M. Serio — “Correzione dell’orbita di errore in Adone”, memo RM-31.

M. Preger — “Misura delle frequenze di betatrone con i monitors a bottone”, memo SC-127.

M. Preger — “Misura del campo magnetico generato dalle bobine di correzione nei magneti di Adone”, memo SC-128.

Laser ad elettroni liberi ad ADONE (LELA)

Componenti del gruppo: M. Castellano, S. Guiducci, P. Pateri, M. Preger, M. Serio.

Collaborazione con: Napoli.

L’esperimento LELA, in corso dal 1980, ha lo scopo di studiare i problemi connessi con la realizzazione di un laser ad elettroni liberi (FEL) su un anello di accumulazione. Un FEL è costituito essenzialmente da un magnete ondatore, in cui viene emessa radiazione di sincrotrone e da una cavità ottica in cui la radiazione è intrappolata e accumulata.

La luce emessa in un ondatore è ristretta entro un piccolo angolo sia in radiale che in verticale. Per effetto dell’interferenza tra la radiazione emessa nella successione di poli al-

ternati, la larghezza della distribuzione spettrale è $1/N$, dove N è il numero di poli dell’ondulatore; la lunghezza d’onda di picco della distribuzione dipende dal campo magnetico e dall’energia degli elettroni, ed è quindi controllabile facilmente. La radiazione di ondatore può essere stimolata, come previsto teoricamente (1971) e provato dal primo FEL (1976, 1977) ad opera di J.M.J. Madey a Stanford.

L’interesse per un FEL operante su un anello di accumulazione è dovuto alla prospettiva di realizzare laser a lunghezza d’onda variabile nell’ultravioletto. L’esperimento LELA, come i pochi altri di prima generazione su anelli d’accumulazione, lavora nel visibile.

Dopo l’installazione, nella primavera del 1982, dell’ondulatore su Adone sono state compiute le misure di emissione spontanea e

di guadagno, risultate consistenti con quanto atteso con la struttura di macchina e gli impianti RF esistenti. È iniziata quindi presso la Sezione di Napoli la costruzione della cavità ottica, lunga 17.5 m, con i movimenti micrometrici sottovuoto per non interporre finestre tra gli specchi della cavità; i controlli sono stati inoltre remotizzati per poter effettuare il tuning fine con il fascio circolante, quando le estremità della cavità stessa diventano inaccessibili per motivi di sicurezza. Nel corso del 1985 sono state compiute le prime prove dell'allineamento e della sua ripetibilità, studiando anche i problemi connessi al danneggiamento degli specchi, e sulla base di queste prime esperienze sono stati adottati alcuni accorgimenti per migliorare l'apparato.

Nel 1986 Adone ha lavorato efficacemente per tre mesi, prima dello shut-down per il riallineamento dell'ottica e la sostituzione della camera da vuoto. Il gruppo LELA ha usufruito di $\approx 20\%$ di questo tempo, cioè una percentuale circa doppia di quella consueta. È stata acquisita in questo periodo una completa padronanza delle operazioni di allineamento ottenendo un intrappolamento totale della radiazione tra gli specchi della cavità.

Nella Fig. 65 sono mostrati gli spettri della radiazione uscente da uno specchio con cavità allineata e disallineata. Da questa misura, te-

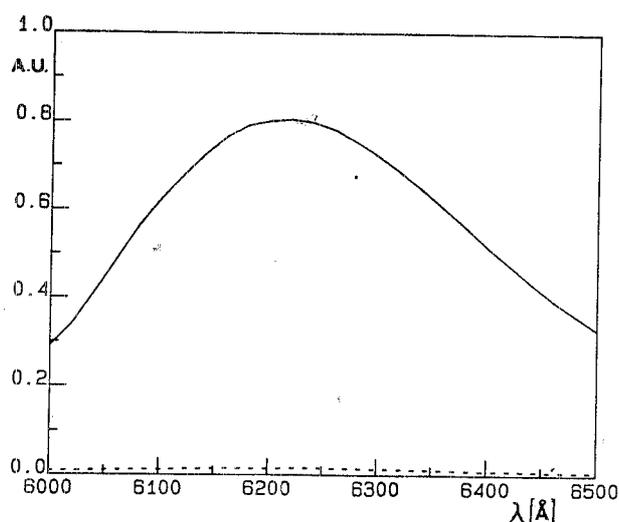


FIG. 65 - Spettri della radiazione dallo specchio a valle in due condizioni: cavità allineata (linea continua), cavità disallineata (linea tratteggiata).

nendo conto anche del fondo, si ricava un fattore di accumulo ≈ 100 per la radiazione intrappolata. Questo valore, che corrisponde ad una perdita di $\approx 1\%$ per passaggio, ed è andato via via peggiorando, è attribuibile alle perdite sugli specchi, che erano già significativamente danneggiati al momento della misura. Una conferma che l'allineamento è tale da rendere trascurabili le perdite geometriche o per diffrazione è la comparsa sugli specchi di uno spot rosso ben definito e centrato dovuto alla radiazione accumulata nel modo fondamentale della cavità. Dall'analisi degli specchi estratti dalla cavità appare chiara la formazione di una larga banda di assorbimento nel rosso; il tasso di degrado della riflettività, misurata a diversi valori della corrente integrata (Fig. 66), risulta essere $3 \cdot 10^{-5} (mA \cdot h)^{-1}$, e pone limiti stringenti sul tempo in cui il guadagno del FEL è maggiore delle perdite della cavità.

Nel corso del 1986 è stata inoltre realizzata la nuova struttura ottica con dispersione nulla nell'ondulatore, che dovrebbe assicurare un incremento del guadagno di un fattore ≈ 3 . In Fig. 67 è riportata la misura di due orbite a diversa frequenza di RF; la loro differenza è proporzionale alla dispersione lungo la macchina. Sono chiaramente visibili cinque delle sei sezioni con dispersione nulla (nella sesta non sono disponibili i pick-up di misura).

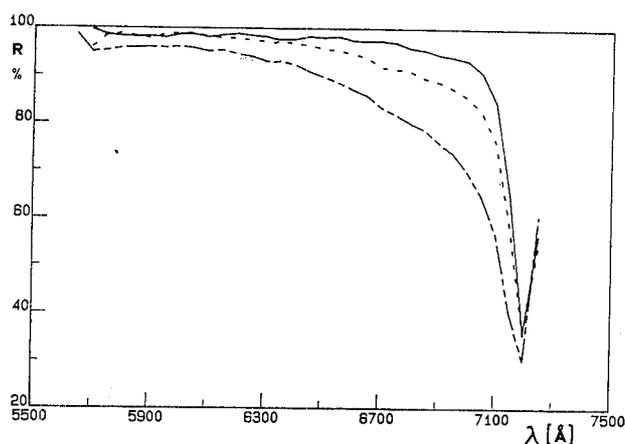


FIG. 66 - Curve di riflettività calcolate da spettri come in Fig. 65. Le curve corrispondono alla riflettività dopo l'esposizione a 770 mA · h (linea continua), 1100 mA · h (linea mista), 1700 mA · h (linea tratteggiata).

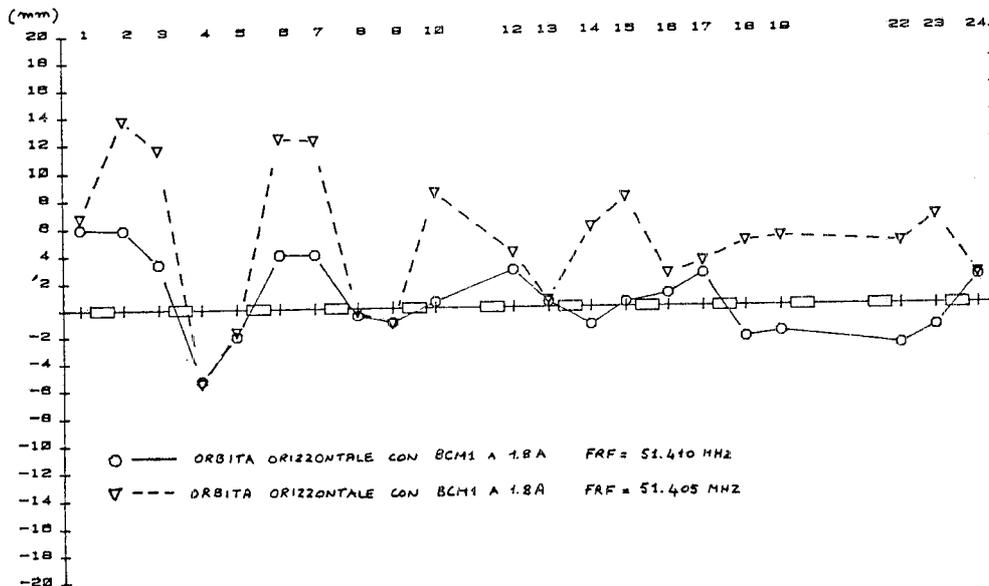


FIG. 67 - Misura della dispersione nella struttura LELA.

Publicazioni

- (1) M. Ambrosio et al., Optical cavity of the Adone FEL experiment, Nucl. Instr. & Meth. A246 (1986) 63.
- (2) M. Ambrosio et al., Progress report on the LELA experiment, Nucl. Instr. & Meth. A250 (1986) 239.
- (3) M. Ambrosio et al., Preliminary results on dielectric mirror damage due to the radiation of a high K undulator, Nucl. Instr. & Meth. A250 (1986) 289.
- (4) P. Patteri et al., Optical cavity alignment and mirror damage in the LELA experiment, 8th Inter. Conf. on Fel, Glasgow (1986), in corso di stampa su Nucl. Instr. & Meth.
- (5) E. Gianfelice et al., Risultati delle misure sulla struttura LELA, memorandum RM30.
- (6) S. Guiducci, M. Preger, Misure sull'ottica Lela del 20 e 22 Dicembre 1986, memorandum RM32.

Electron Cooling ad alta energia per il LEAR

Componenti del gruppo: A. Aragona, M.E. Biagini, S. Fai-
ni, C. Sanelli.

Collaborazione con: ENEA Frascati, Ferrara, Genova, Na-
poli, Torino.

Questo esperimento si prefigge di ottenere un efficiente sistema di raffreddamento dei fasci p e \bar{p} dell'anello per antiprotoni LEAR-CERN, necessario per raggiungere una ridottissima dimensione trasversa del fascio di protoni ed evitare, di conseguenza, un rapido degradamento dello stesso. La tecnica del cooling permette infatti di aumentare il tune shift $\Delta\nu$ del fascio di antiprotoni che, a data intensità, è inversamente proporzionale alle dimensioni del fascio di protoni. L'aumento di $\Delta\nu$

permette a sua volta di aumentare la luminosità dello stesso fattore, consentendo di raggiungere i valori richiesti ($L > 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$).

Le caratteristiche del fascio di elettroni necessario per il cooling sono:

— Energia 700 KeV, corrente 3,5 A.

Il vuoto dovrebbe essere $< 10^{-11}$ torr..

La fattibilità del progetto è stata studiata su di un prototipo costruito dall'ENEA di Frascati.

Per quanto riguarda i LNF, le attività portate avanti nel corso del 1986 sono le seguenti:

— Analisi dei problemi generali di assemblaggio meccanico. Questi problemi derivano essenzialmente dal fatto che l'appa-

rato è composto da una camera interna da ultra-vuoto completamente chiusa da un sistema di solenoidi e toroidi esterni. Questo rende molto difficile il montaggio della camera suddetta, il progetto del sistema di riscaldamento e da vuoto, etc.. Per prima cosa è stato studiato il problema della triplice tenuta vuoto-esafloruro di zolfo insieme a quello delle sollecitazioni termiche dovute al riscaldamento.

- Studio del sistema da vuoto in grado di rispettare le stringenti specifiche richieste per montare il sistema sulla macchina LEAR del CERN.

Si è concentrata l'attenzione su due tipi di sistemi da vuoto: uno basato sull'uso di pompe a getter non evaporabili (come è stato fatto in altri esperimenti) e l'altro

basato sull'uso di pompe ioniche speciali funzionanti con il campo magnetico dei solenoidi.

Nel corso dell'anno è stato completato il progetto ed è iniziata la costruzione di due apparati di prova per la misura dell'efficienza e delle prestazioni dei due sistemi suddetti.

Il primo obiettivo è di realizzare in laboratorio un prototipo del sistema che con il gun acceso realizzi un vuoto $< 10^{-11}$ torr.

- Progetto e costruzione di un prototipo di un pick-up in collaborazione con la sezione di Napoli.
- Progetto di un apparato per prove preliminari di una sezione acceleratrice funzionante in atmosfera di esafloruro di zolfo a 3 Atm.

Progetto di un anello per Luce di Sincrotrone (Afrodite)

Componenti del gruppo: A. Aragona, M. Bassetti, M. Biagini, C. Biscari, R. Boni, A. Cattoni, V. Chimenti, S. De Simone, S. Faini, E. Gianfelice, S. Guiducci, S. Kulinski, G. Modestino, L. Palumbo, P. Patteri, M. Preger, C. Sanelli, M. Serio, B. Spataro, S. Tazzari, F. Tazzioli, G. Turchetti, M. Vescovi.

Nel corso del 1986 la scelta del sito per un Laboratorio Nazionale dedicato all'utilizzo della luce di sincrotrone è caduta su Trieste. Circa metà del finanziamento totale è stata assicurata dalla Regione Friuli-Venezia Giulia, sotto il vincolo della definitiva approvazione del CIPE prevista per Febbraio 1987. Il Laboratorio sarà amministrato dalla Società Consortile S.P.A. Sincrotrone Trieste, il cui Consiglio di Amministrazione è presieduto dal Prof. C. Rubbia.

Il lavoro di progetto riguarda un complesso di acceleratori costituito da tre macchine, un acceleratore lineare per elettroni e positroni da 0.25 GeV, un sincrotrone iniettore da 2 GeV (estensibile a 3 GeV) ed un anello di accumulazione da 2 GeV di bassa emittanza.

Nel corso del 1986 è continuato il lavoro di confronto sulle strutture magnetiche per la realizzazione dell'anello: questo è costituito da una successione di tratti curvanti acromatici, in quanto la dispersione (dipendenza della posizione trasversa dall'energia delle particelle) si deve annullare sull'intera lunghezza delle sezioni dritte nelle quali vanno installati gli ondulatori che producono la radiazione ad elevata brillantezza per gli esperimenti. Per questi tratti acromatici (vedi Fig. 68) sono possibili diverse soluzioni, tra le quali le più studiate sono:

- la struttura "Chasman-Green", nella quale la curvatura è ottenuta con 2 magneti separati da un quadrupolo foccheggiante.
- la struttura FODO, costituita dalla successione di celle formate ciascuna da un quadrupolo foccheggiante, un magnete curvante ed un magnete defoccheggiante.
- la struttura TBA, formata da 3 magneti curvanti, intervallati da doppietti di quadrupoli.
- la struttura ECG ("Expanded Chasman-Green"), costituita da 2 magneti curvanti, separati da una successione di quadrupoli di segno alterno.

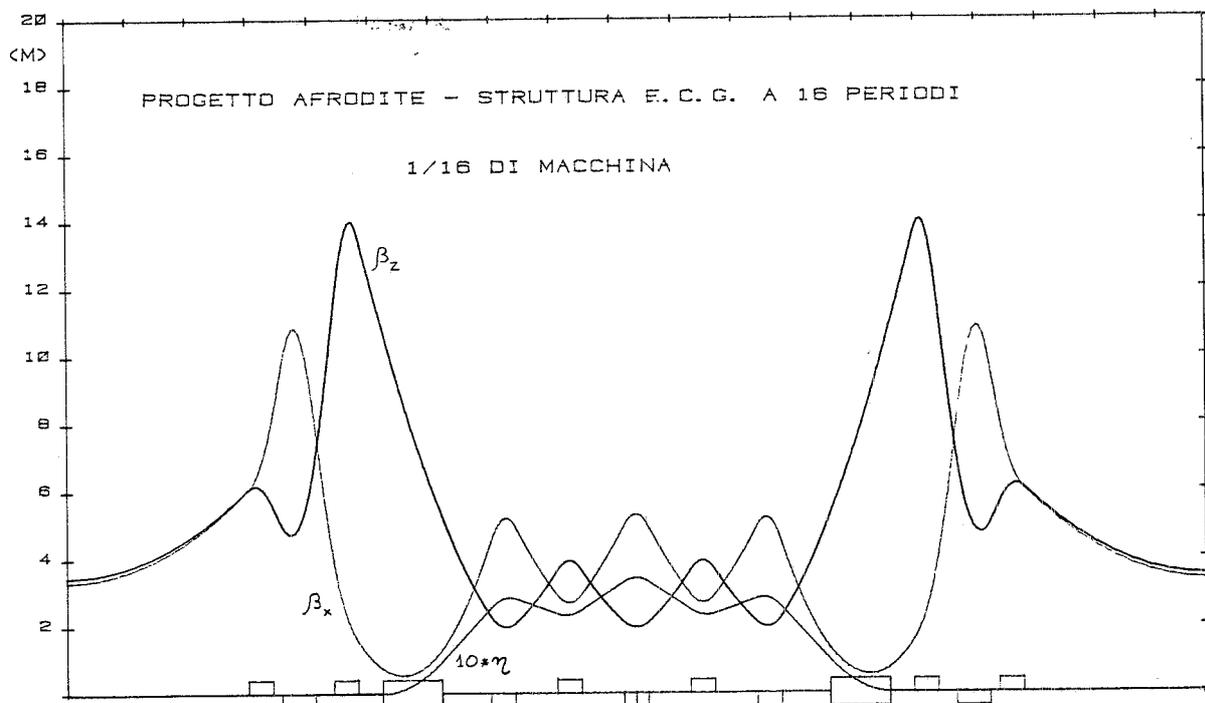


FIG. 68 - Andamento dei parametri di macchina per un periodo (1/16) con struttura ECG.

È stato considerato l'effetto dell'indice di campo nei magneti curvanti sulle caratteristiche della macchina per alcune delle strutture indicate.

Nel corso del lavoro di progetto sono stati implementati sul VAX dei LNF i programmi di uso internazionale DIMAD, MARYLIE e RACETRACK che permettono, insieme ai programmi resi attivi nel 1985, di rendere più complete le simulazioni degli effetti lineari e non-lineari delle correzioni sestupolari e degli errori di campo magnetico e di allineamento.

Il gruppo di Frascati si propone di presentare un progetto definitivo entro la primavera del 1987. A tale scopo, oltre allo studio della struttura magnetica dell'anello principale, si è proceduto al progetto degli elementi magnetici, della camera da vuoto, del sistema di radiofrequenza, dei controlli e dell'iniettore ed alle relative stime dei costi.

Per la struttura magnetica è stata scelta la struttura ECG per un anello di 16 periodi della lunghezza totale di 300 metri, con 16 sezioni dritte libere di 6 metri per l'inserimento degli ondulatori. I parametri caratteristici della soluzione proposta sono riportati in Tab. VI, mentre in Fig. 68 è indicato l'andamento delle funzioni ottiche per un periodo dell'anello.

TABELLA VI
Parametri della struttura ECG16

Energia (Gev)	2
Emittenza naturale (m.rad)	8.3×10^{-9}
Circonferenza (m)	300.2
Numero di sezioni dritte utilizzabili	14
Lunghezza delle sezioni dritte per ondulatori (m)	6.0
Spread di energia r.m.s.	7.6×10^{-4}
Frequenza di betatrone orizzontale	19.83
Frequenza di betatrone verticale	11.64
Cromatismo naturale orizzontale	-32.4
Cromatismo naturale verticale	-22.9
Numero di magneti curvanti	32
Lunghezza (m)	0.98
Campo magnetico massimo (T)	1.33
Numero di quadrupoli	176
Lunghezza (m)	0.40-0.55
Gradiente massimo (T/m)	15.3
Numero di sestupoli	192
Lunghezza (m)	0.20
Gradiente massimo (T/m ²)	554

Publicazioni

- V. Chimenti, G. Turchetti — "Afrodite F8 (Memo G-67) sistema da vuoto", memo M-48.
- S. Tazzari — "Afrodite: riunione Trieste del 17/1/86", memo G-71.
- P. Patteri — "Struttura FODO per un booster per Afrodite (AFINO1)", memo G-73.
- E. Gianfelice — "Struttura AF10b", memo G-74.
- S. Krinsky, S. Tazzari, G. Vignola, H. Wiedemann — "General comments on the ALS lattices", memo G-75.
- C. Biscari, L. Palumbo — "Struttura AF11 a (Expanded Empty FODO) per Afrodite", memo G-76.
- C. Biscari, L. Palumbo — "Struttura AF11 per Afrodite", memo G-77.
- M. Preger — "Calcolo delle aperture per AF10b", memo G-78.
- A. Cattoni, S. Faini, G. Modestino, C. Sanelli — "Sestupolo compatto per Afrodite", memo G-79.
- P. Patteri — "Booster AFINO2 per Afrodite (FODO con 24 magneti, raggio magnetico = 5m)", memo G-81.
- S. Faini, C. Sanelli — "Quadrupolo compatto per Afrodite", memo G-82.
- E. Gianfelice, L. Palumbo — "Effetti collettivi a bunch singolo nelle strutture AF6 e AF8", memo G-83.
- A. Cattoni, G. Modestino — "Sestupolo integrato per Afrodite", memo G-84.
- A. Cattoni, S. Faini, C. Sanelli — "Quadrupolo compatto per Afrodite (Addendum a G-82)", memo G-85.
- C. Biscari, L. Palumbo — "Considerazioni preliminari sulla scelta dei parametri RF per Afrodite con riferimento agli effetti a bunch singolo", memo G-86.
- S. Tazzari — "Resoconto sul meeting Afrodite del 14-15/4/86", memo G-87.
- C. Biscari — "Tunabilità e flessibilità della struttura ECG (AF11b)", memo G-89.
- S. Kilinski, B. Spataro, F. Tazzioli, M. Vescovi — "Linac for Afrodite", memo AF-1.
- P. Patteri, F. Tazzioli — "The Afrodite booster", memo AF-2.
- S. Tazzari — "e ± injection systems", memo AF-3.
- M. Biagini, S. Guiducci — "Ottimizzazione del punto di lavoro per Afrodite "Empty-FODO" a 6 periodi (AF11c)", memo AF-4.
- P. Patteri, F. Tazzioli — "Stima dei costi del booster AFINO2 per Afrodite", memo AF-5.
- P. Patteri, F. Tazzioli — "Booster per Afrodite: valutazione del 24/6/86", memo AF-6.
- M. Pelliccioni — "Valutazione preliminare delle schermature per il progetto Afrodite", memo AF-7.
- M. Biagini, S. Guiducci — "TBA a 16 periodi", memo AF-8.
- S. Tazzari — "Phylosophy and cost of the injection system for CARST", memo AF-9.
- C. Biscari — "Struttura AF11d per Afrodite", memo AF-10.
- S. Kulinski, F. Tazzioli — "Comments on recirculation scheme ad injector chain for Afrodite", memo AF-11.
- C. Biscari, E. Gianfelice — "Correzione dell'orbita chiusa della struttura AF11d", memo AF-12.
- S. Kulinski, B. Spataro, F. Tazzioli — "Linac for Afrodite — Solutions with pulse compression", memo AF-13.
- V. Chimenti, G. Turchetti — "Impianto da vuoto per Afrodite", memo AF-14.
- M. Biagini, C. Biscari — "Struttura ECG 16", memo AF-15.
- P. Patteri — "Booster da 3 GeV per Afrodite", memo AF-16.
- G. Saxon — "A preliminary survey of possible options for the RF system of Afrodite", memo AF-17.
- C. Biscari, S. Guiducci — "Struttura CG16", memo AF-18.
- A. Aragona, S. Faini — "Afrodite: cooling sistem", memo AF-19.
- S. Guiducci — "Injection scheme and vacuum chamber aperture for ECG16", memo AF-20.
- C. Sanelli — "Impianti di alimentazione per il Main Ring di Afrodite", memo AF-21.
- M. Biagini — "Expanded Chasman Green 16 periods dynamic apertures", memo AF-22.

6. - FISICA GENERALE E DIVERSI

Internetwork file transfer (HEPNET 2)

Componenti del gruppo: M.L. Ferrer, O. Ciaffoni, E. Pace.

Nell'anno 1986 il gruppo insieme ai collaboratori della Sezione INFN di Roma, CERN e Rutherford, ha ultimato la realizzazione e i test di funzionamento della nuova versione del progetto "General Internetwork File Transfer, GIFT", che fornisce un Multigateway per trasferimento di files tra differenti reti di calcolatori che utilizzano diversi protocolli di comunicazione.

L'idea principale del progetto era quella di modificare il software standard DEC (Digital Equipment Corporation) per l'accesso ai files in modo di inserire l'accesso a dischi residenti su calcolatori remoti non sopportati dal software di rete DECNET, in un modo trasparente all'utente, ossia, utilizzando gli stessi comandi che vengono impiegati per accedere ai dischi sulla rete DECNET. Contemporaneamente veniva fornito l'accesso a dischi di macchine supportate dal protocollo DECNET dalle reti interfacciate attraverso GIFT.

Il software standard DEC, ed in particolare il "Record Management Services" RMS accede ai dischi locali e remoti utilizzando la stessa sintassi. È l'RMS che si incarica di convertire le procedure di accesso locali in simili procedure remote aprendo dei collegamenti DECNET e gestendo il corrispondente protocollo di comunicazione che le permetta l'accesso al disco con le relative funzioni di apertura, lettura, scrittura, stampa, sottomissione di jobs, ecc.

L'esperimento si proponeva di modificare lo standard RMS inserendo altri protocolli di rete che sono supportati dai calcolatori DEC. In particolare, quelli più interessanti dal punto di vista della Fisica delle Alte Energie: CERNET, JANET, TCP/IP, FTAM-OSI standard.

Il compito del gruppo è stato di:

- creare la struttura centrale, "Kernel", del RMS modificato.
- definire le interfacce software verso un meta-protocollo "mappabile" verso il protocollo DECNET.

- scrivere una prima implementazione verso CERNET-IBM delle relative routines di interfacciamento col meta-protocollo che servisse di modello verso altri protocolli.

Dopo un anno di vita del multigateway, che è diventato una facility d'uso generale nei tre ambienti: INFNET, CERNET e JANET, è stato necessario modificare il software del "Kernel" volendo utilizzare il nuovo "RMS" della DEC fornito con la versione del sistema operativo VMS 4.0 e per essere pronti ad interfacciare GIFT con il prodotto FTAM (File transfer access and management) definito come standard per trasferimento e accesso a files tra calcolatori di differenti venditori, dalle organizzazioni internazionali ISO/OSI. Il prodotto FTAM dalla DEC uscirà in prima versione entro l'anno 1987. GIFT è pronto a fornire un multigateway verso e da FTAM che riempia il periodo di migrazione delle diverse reti verso lo standard.

Il nuovo GIFT messo a punto nell'1986, lavorando in modo completamente indipendente rispetto all'originario RMS della DEC, potrà essere installato verso successive versioni del VMS senza ulteriori modifiche.

Come previsto, è cominciato entro il 1986 da parte di collaboratori del SARA/NIKHEF, il lavoro di interfacciamento verso e da il protocollo TCP/IP.

Misure di flusso di neutroni termici e veloci al Gran Sasso (FLUNE)

Componenti del gruppo: A: Rindi, F. Celani, S. Miozzi (A).

Tecnici: M. Lindozzi e A. Pecchi.

Collaborazione con ENEA, Frascati.

L'esperimento ha come scopo la misura del flusso di neutroni da termici a veloci (c.a 15 MeV) all'interno dei laboratori del Gran Sasso.

La conoscenza del flusso di neutroni in questo intervallo di energie ha grande interesse per i seguenti motivi:

- 1) Valutazione del fondo negli apparati sperimentali degli esperimenti (MACRO, LVD, ICARUS) in costruzione nei laboratori, in particolare degli esperimenti per la

rivelazione di neutrini dove neutroni sono rivelati in coincidenza ritardata con elettroni positivi.

- 2) Valutazione della dose di radiazioni all'interno dei laboratori, in previsione di esperimenti di fisica sanitaria, fisica medica, radiobiologia.
- 3) Studio sulla propagazione della cascata nucleare da muoni a grandi profondità.

Perché queste misure siano veramente utili è necessario che siano affette da un errore statistico inferiore al 5%, possibilmente dell'ordine del 1% (1).

Calcoli teorici e misure preliminari effettuate nel 1985-86 hanno mostrato che il flusso di neutroni atteso è compreso fra 10^{-7} e 10^{-6} n cm⁻² s⁻¹ (2).

La soluzione possibile per misurare con quella precisione questi flussi consiste nell'utilizzare contatori proporzionali allo ³He di grandi dimensioni. Non è tecnicamente possibile costruire contatori di dimensioni tali da avere la sensibilità richiesta. Si deve quindi ricorrere a più contatori elettronicamente collegati in parallelo. D'altra parte, il collegamento in parallelo di più contatori richiede la costruzione e la messa a punto di un'apparecchiatura elettronica bassissimo fondo e notevolmente sofisticata e delicata.

Nel corso del 1986 ci siamo dedicati alla costruzione, messa a punto e calibrazione del rivelatore.

Il rivelatore è attualmente costituito da 4 contatori proporzionali rimpinti di ³He di cui due di un volume di 2 litri e 3 atm. di pressione ciascuno e gli altri due da 0,5 litri e 4 atm. Per rivelare i neutroni veloci, i contatori sono introdotti ciascuno in un cilindro di paraffina di 30 cm di diametro che serve da moderatore (i due contatori più piccoli sono introdotti nello stesso moderatore; per ridurre la anisotropia dell'apparecchiatura, come vedremo nel seguito, essi verranno sostituiti da un solo contatore del tipo più grande). La Fig. 69 mostra l'apparato.

Ogni contatore è collegato ad un preamplificatore-amplificatore progettato e costruito dal gruppo (Fig. 70). Questo amplificatore deve assicurare:

- a) un bassissimo rumore di fondo totale per permettere la rivelazione del bassissimo flusso di neutroni;
- b) costanti di differenziazione e integrazione dell'impulso ottimizzate per ottenere il miglior FWHM con 4 contatori;



FIG. 69 - Rivelatore di neutroni a 3 contatori proporzionali ad ³He.

- c) una elevata stabilità nel tempo per poter effettuare le misure dei contatori in parallelo su lunghi intervalli di tempo;
- d) una elevata stabilità in temperatura ed essere contenuto in involucro stagno per lavorare nelle condizioni climatiche presenti nei laboratori sotterranei.

I segnali di amplificatori sono inviati ad un circuito OR e l'uscita è collegata all'ingresso dell'analizzatore multicanale. Un'altra uscita degli amplificatori è inviata ad un discriminatore a soglia e quindi ad un formatore che allunga l'impulso a 20 μs; questi impulsi sono inviati ad un sistema di XOR a 4 ingressi ed uno scaler per contare gli impulsi in singola; l'uscita del sistema di XOR aziona il gate di un analizzatore multicanale (Silena CATO). Questa logica permette di azionare il multicanale soltanto con gli impulsi superiori ad una data soglia e di eliminare impulsi spuri simultanei in più di un contatore (μ o disturbi). La Fig. 71 mostra lo schema della logica.

Anche i filtri di alta tensione disaccoppiatori dei contatori sono stati progettati e costruiti dal gruppo per ridurre al minimo il fondo e per operare in particolari condizioni climatiche.

Sono stati costruiti 7 amplificatori e 7 filtri disaccoppiatori.

Un sistema di rivelazione di queste dimensioni e forma è anisotropo: tuttavia, esso deve operare in un campo di neutroni che, con buona approssimazione, può essere considerato isotropo. La sua calibrazione (misura del numero di impulsi per neutrone/cm² incidente da una direzione qualsiasi sul rivelatore) presenta delle difficoltà che sono state superate utilizzando sorgenti puntiformi di neutroni

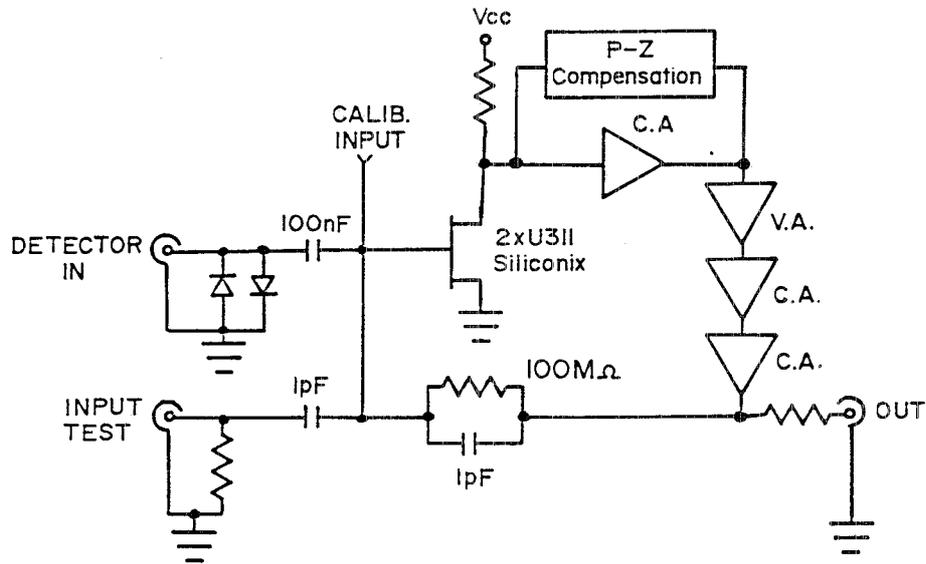


FIG. 70 - Schema semplificato del preamplificatore di carica.

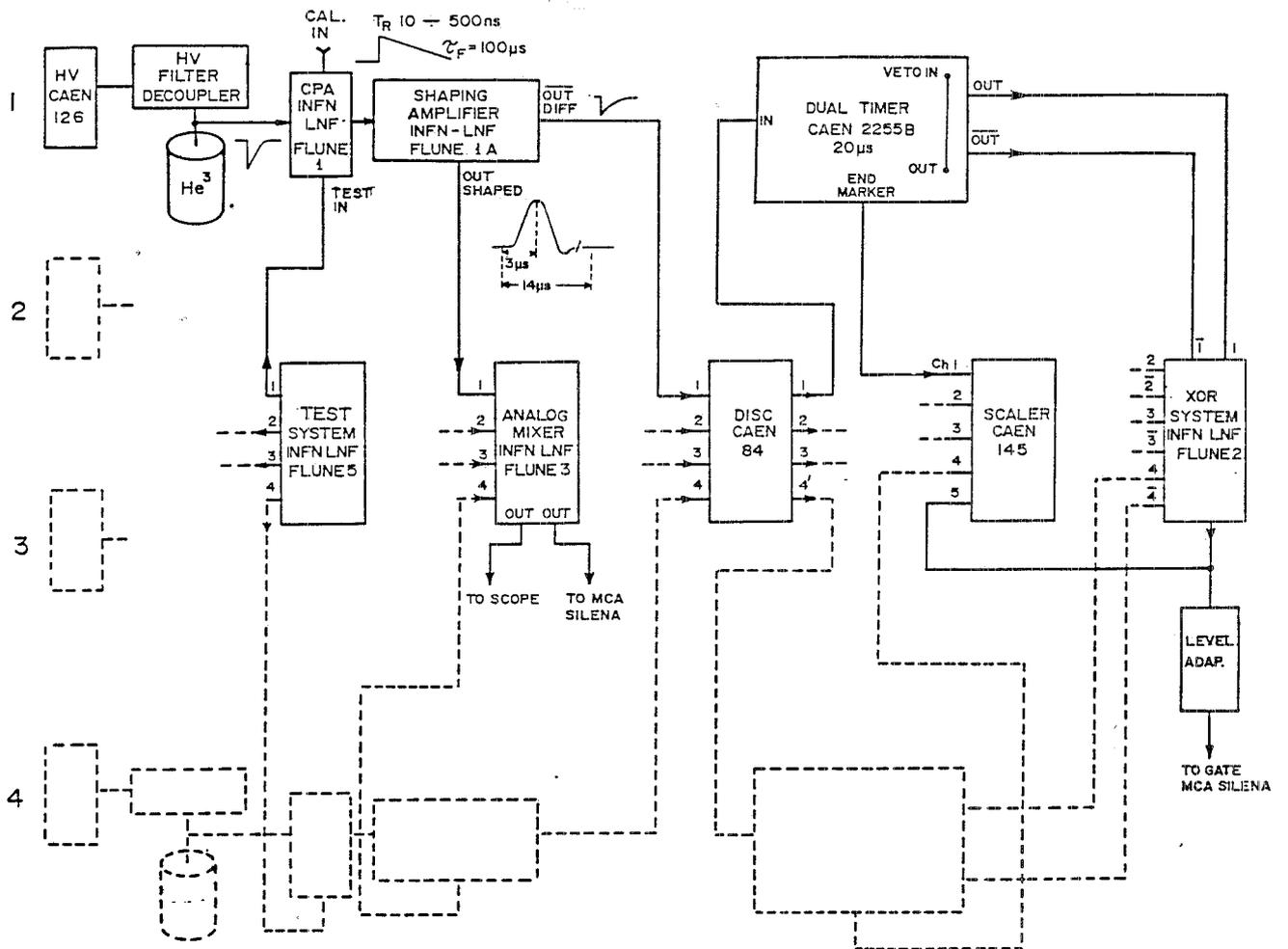


FIG. 71 - Schema a blocchi dell'elettronica.

a diverse distanze dai rivelatori e a diversi angoli (3).

La costruzione del sistema di rivelazione e la sua calibrazione sono state completate. Purtroppo, nel 1986 non è stato possibile accedere all'interno dei laboratori del Gran Sasso per provare l'apparecchio e accertare la sua sensibilità.

Rivelatore di particelle ionizzanti basato su giunzioni tunnel superconduttrici (SLEND)

Componenti del gruppo: G. Agnelli (A), S. Catà (A), F. Celani, A.M. Cucolo (A), A. Giorgi (Laur. LNF), S. Pace (A), A. Rindi, A. Saggese (Bors. INFN), R. Scafuro (Laur. Univ. Salerno).

Tecnici: M. Lindozzi, A. Pecchi.

Collaborazione con: Univ. Salerno, M.P.I., Tübingen (RFG).

L'esperimento SLEND si propone di realizzare un nuovo tipo di rivelatore di particelle ionizzanti ad altissima risoluzione energetica usando le giunzioni tunnel superconduttrici.

La risoluzione energetica ottenibile è in teoria di oltre trenta volte migliore dei rivelatori attualmente utilizzabili. Si potrebbe, ad esempio, misurare l'eventuale massa dell'antineutrino elettronico.

In un rivelatore di particelle uno dei più importanti "fattori di merito" è l'energia W spesa dalla particella incidente per creare un "elettrone libero" che può essere raccolto e successivamente amplificato.

È stato teoricamente dimostrato e sperimentalmente confermato che la risoluzione energetica intrinseca di un rivelatore è proporzionale (entro un fattore $1 \div 3$) alla radice quadrata di tale energia W : le prestazioni migliorano al diminuire di W .

Il rivelatore che si sta studiando è basato sulle proprietà intrinseche dei materiali superconduttori configurati in un "sandwich" a giunzione: Superconduttore, Isolante, Superconduttore (SIS). L'energia di gap (V_g) di tali materiali (l'energia di eccitazione W è strettamente proporzionale all'energia di gap) è pari alla somma dei valori di gap dei singoli super-

Publicazioni

- (1) A. Rindi and F. Celani: "Measuring very low neutron flux underground. Some statistic reminders and practical considerations" Frascati Report LNF-86/1 (R).
- (2) A. Rindi et al. "New measurements of neutron flux in the Gran Sasso Tunnel" Frascati Report LNF-86/16 (R).
- (3) A. Rindi et al. "The calibration of an anisotropic neutron detector" (in press).

conduttori configuranti il rivelatore ed è tipicamente dell'ordine di 1 - 3 meV a temperature dell'ordine di $1 \div 7$ K, cioè quelle raggiungibili usando opportunamente l'He liquido. Tale valore di energia, estremamente basso, va confrontato, per esempio, con il valore di energia di gap del miglior rivelatore attualmente utilizzabile, il Ge, che ad una temperatura di 77 K (azoto liquido) ha un gap dell'ordine di 1000 meV.

Le giunzioni studiate sono da noi stessi fabbricate presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Salerno e sono il tipo Nb — Nb_xO_y — Pb. Tali giunzioni sono abbastanza robuste (particolarmente il Nb) e ad alta temperatura critica T_c, rispettivamente di 7.2 K e 9.2 K per il Pb ed il Nb le cui V_g (estrapolate a 0 K) sono rispettivamente di 1.35 e 1.5 meV. Finora il grosso dei lavori precedenti è stato fatto usando giunzioni Sn — Sn_xO_y — Sn che hanno una T_c di 3.7 K ed una V_g di 0.6 meV. I maggiori problemi derivanti dall'uso di tali giunzioni, oltre ovviamente alla T_c sensibilmente bassa, sono la loro estrema delicatezza e breve vita media: non sopportano cicli termici 300 → 4.2 → 300 K, devono essere conservate a 77 K ed hanno comunque una vita media dell'ordine del mese. Ultimamente alcuni progressi al riguardo sono stati fatti da un gruppo del SIN di Zurigo dove sono state realizzate giunzioni Sn — Sn di alta qualità le migliori delle quali hanno sopportato fino a 5 cicli termici.

Le difficoltà nell'uso delle giunzioni superconduttrici come rivelatore sono di ordine teorico e sperimentale.

Il maggior problema di ordine teorico è che finora non esiste un modello che spieghi esaurientemente il funzionamento di tale rivelato-

re in quanto tutte le simulazioni numeriche sono state fatte per un sistema “poco lontano dall’equilibrio in situazione spazialmente omogenea e non dipende esplicitamente dal tempo”, mentre quello che ragionevolmente avviene ad una giunzione sotto eccitazione di particelle è una situazione “molto lontana dall’equilibrio in situazione spazialmente non omogenea e dipende esplicitamente dal tempo”.

Dal punto di vista sperimentale i problemi sono di ordine principalmente “tecnologico”:

- la giunzione si trova in un ambiente criogenico, temperatura dell’ordine di 4.2 K o inferiore, mentre l’elettronica di front-end è a temperatura ambiente. Inoltre i segnali uscenti sono, almeno teoricamente, per il Nb e Pb, particolarmente veloci (dell’ordine del ns), quindi è indispensabile usare cavi coax che, per motivi di input termico, devono essere abbastanza lunghi (> 50 cm);
- un problema ancora irrisolto ed intimamente legato al discorso teorico precedente è che non si può ipotizzare quale sia la configurazione migliore (tensione, corrente, carica) di preamplificatore da usare come front-end;
- esistono stati di instabilità e variazioni semipermanenti della caratteristica I-V quando la giunzione è eccitata con impulsi abbastanza “grossi”. Tali stati sono stati da noi evidenziati sperimentalmente per la prima volta (ref. 1, Fig. 72) e studiati con un certo dettaglio (ref. 2, 3). Questo metodo è estremamente interessante dal punto di vista della rivelazione poiché è possibile variare la caratteristica di tunnel del rivelatore *dopo* che è stato costruito.

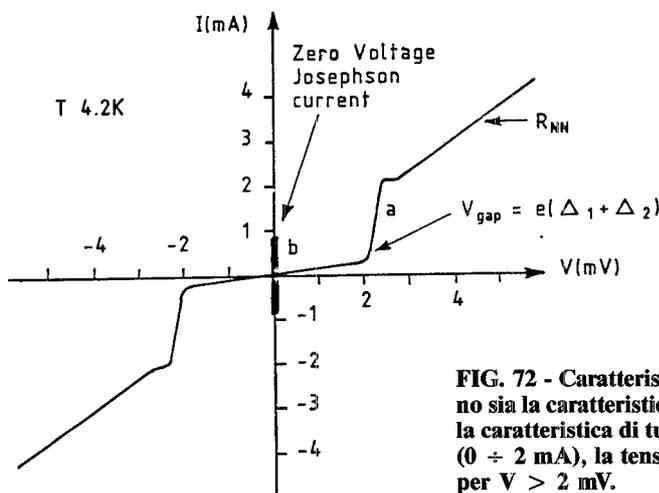


FIG. 72 - Caratteristica I-V di una tipica giunzione Nb-Nb_xO_y-Pb a 4.2 K. Si nota sia la caratteristica tunnel (a) che quella Josephson a tensione nulla (b). Riguardo la caratteristica di tunnel a) si osservano, a T = 4.2 K la corrente sub-gap di leakage (0 ÷ 2 mA), la tensione di gap V_g ≈ 2.4 mV il ramo di caratteristica normale R_{NN} per V > 2 mV.

Riguardo ai principali problemi sperimentali la situazione è la seguente:

- È stata studiata la possibilità di mettere lo stadio di preamplificazione in tensione all’interno del criostato, ancorato termicamente alle temperature dell’azoto liquido. Tale set-up comporta una drastica riduzione sia della lunghezza del cavo coax (da 50 a pochi cm) che dei punti di disadattamento di impedenza. Sono stati quindi studiati estensivamente componenti sia attivi che passivi che possano operare correttamente a tale temperatura. Riguardo ai componenti attivi sono stati studiati (4) nelle loro caratteristiche di noise e GBW (Fig. 73, Fig. 74) i FET RF al Si “convenzionale” (2N4416A), i “super” FET RF (U311), i MOS al Si con lunghezze di gate dell’ordine del μs (BF 982) e i nuovi MES-FET al GaAs (CF300).
- È stato analizzato teoricamente l’insieme giunzione-preamplificatore al variare sia del punto di lavoro del rivelatore che delle caratteristiche e limiti dell’elettronica front-end (5).
- È stato approfondito lo studio, sulle caratteristiche di instabilità e variazione controllata della caratteristica I-V della giunzione al variare della eccitazione esterna (2).

È stato analizzato il comportamento dello strato di ossido, quindi della caratteristica di tunnel, al variare del processo di fabbricazione. Un notevole risultato è venuto dal confronto tra il comportamento di giunzioni ossidate con lo sputtering RF e con il metodo “termico” (3). È proseguita l’analisi on-line con elaborazione numerica della caratteristica di I-V per evidenziare contributi di tunnel diversi da quelli convenzionali, particolarmente quelli dovuti al cosiddetto “tunnel risonante”.

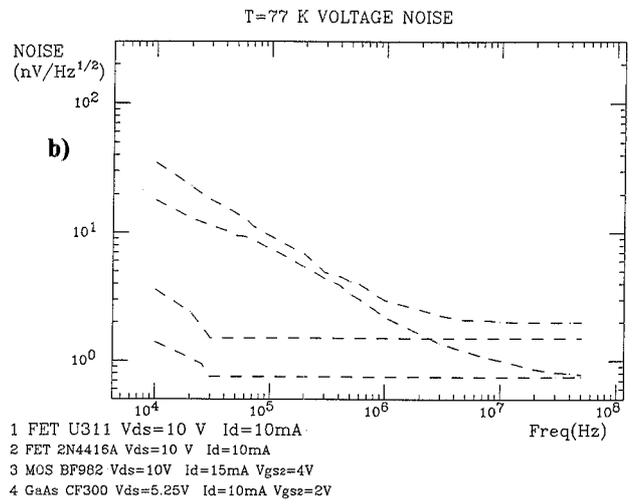
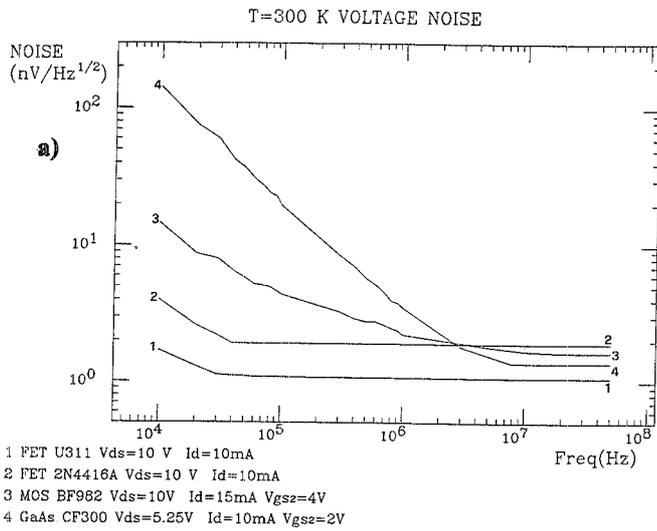


FIG. 73 - a) Caratteristica di rumore a T = 300 K di vari FET e MOS al Si e GaAs al variare della frequenza; (b) Caratteristica di rumore degli stessi FET e MOS di Fig. 2 ma con temperatura di 77 K. È da notare il netto miglioramento del GaAs.

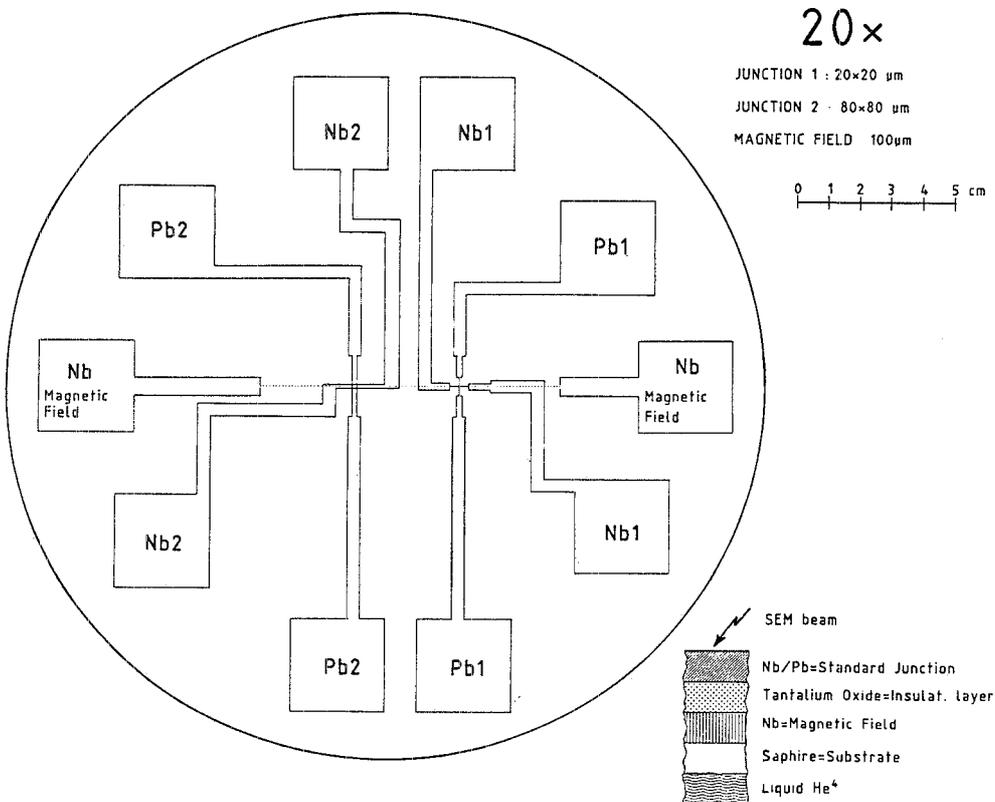


FIG. 74 - Schema del nuovo tipo di giunzione multistrato con substrato di zaffiro da usarsi principalmente con il LTSEM di Tübingen.

Riguardo la collaborazione in atto con la Università di Tübingen (RFG), ove esiste la facility di un microscopio elettronico a scansione a bassa temperatura (LTSEM), grandi sforzi si stanno facendo per poter realizzare innovative giunzioni tunnel su substrati di zaffiro con geometria multistrato (Fig. 74).

Con tale tecnica costruttiva non è più necessario disporre di una ingombrante bobina esterna per produrre il campo magnetico necessario a sopprimere il ramo Josephson delle curve I-V (Fig. 72, tratto in grassetto) ma è sufficiente un sottile film di N_b depositato sotto la giunzione stessa. L'isolamento tra quest'ultimo e la giunzione vera e propria è realizzato tramite deposizione, con sputtering RF, di ossido di tantalio. Nei nostri programmi il LTSEM verrà usato come sorgente controllata di elettroni ad energia ($3 \div 30$ keV), intensità e durata (5ns-DC) variabili per verificare principalmente la linearità del nostro rivelatore.

Per finire, sono in corso di avanzata esecuzione sia lavori di meccanica "criogenica" che di elettronica ultra low-noise per poter effettuare nei LNF, in maniera accurata, misure di spettroscopia con sorgenti X usando un versatile dewar in acciaio. Il nostro scopo immediato è ottenere una buona separazione dei due picchi caratteristici a 5.89 keV e 6.49 keV del Fe^{55} .

Pubblificazioni

- (1) F. Celani, S. Pace, M. Baffa, "Histeretic effects in He DC current-voltage characteristics of normal N_b/P_b Tunnel junctions". Phys. Lett. 111A, 141 (1985).
- (2) F. Celani, S. Catà, S. Pace, A. Ferigno, "Voltage induced instabilities of the tunnel barrier in N_b/P_b junctions", PPhys. Lett. 114A, 495 (1986).
- (3) F. Celani, A. Saggese, S. Pace, G. Rubino, "Voltage induced variations of the tunnel barrier in N_b/P_b junctions". Presentato a "Applied Super-conductivity Conference", Baltimora 1986. INFN-LNF 86/46 (P). 14-10-86. In pubblicazione su IEE Trans. on Magnetics (1987).
- (4) F. Celani, A. Giorgi, S. Pace, S. Catà: Caratteristiche di noise e GBW di FET e MOS al Si e Fet GaAs a temperature criogeniche per rivelatori di particelle superconduttori. Com. LXXII Congresso SIF, ott. 1986, pg. 206.
- (5) S. Pace. Confronto tra il processo di formazione del segnale in un rivelatore a giunzione tunnel superconduttiva e negli usuali rivelatori a ionizzazione. Relazione su invito LXXII Congresso SIF, ott. 1986, pg. 204.

Sviluppo sistemi a multiprocessore e reti locali (VET)

Composizione gruppo: O. Ciaffoni, M. Coli, M.L. Ferrer, A. Martini, M. Pistoni, L. Trasatti.

Nel 1986 il gruppo VET ha continuato ad occuparsi di sistemi di acquisizione dati e controllo di processo utilizzando tecniche a multiprocessore e le moderne tecnologie di reti locali.

In questo anno si è vista una progressiva sempre maggiore affermazione del sistema VME basato sui microprocessori della serie 68000.

Un altro argomento che sta avendo grande impulso al momento attuale è quello delle reti locali, cioè della possibilità di avere vari oggetti, sia master che slave, che colloquiano e si dividono delle risorse utilizzando come mezzo di comunicazione un singolo canale ad alta velocità, gestendo con un opportuno protocollo l'accesso dei singoli utenti al mezzo comune.

Il gruppo VET si è adoperato in entrambe questi campi. Nel 1986 le realizzazioni effettuate sono state:

- 1) Realizzazione di una scheda CPU VME con 68000 e memoria locale (in fase di test).
- 2) Realizzazione di un Bridge Ethernet in standard VME utilizzando il sistema di sviluppo VME10 e la scheda di interfaccia intelligente verso Ethernet MVME330 della Motorola con il relativo software.
- 3) Realizzazione di un'interfaccia intelligente fra bus VME e rete locale Ethernet (in fase di assemblaggio).
- 4) Realizzazione di un controller per dischi Winchester intelligente in standard VME (in fase di avanzata realizzazione).
- 5) Implementazione di un sistema MacVee per il controllo del VME tramite un personal computer di tipo MacIntosh.

Nel 1987 il gruppo si propone di terminare la sua attività completando la realizzazione delle schede menzionate, implementando una

scheda aggiuntiva per la programmazione di PAL da utilizzare con il programmatore di EPROM da noi precedentemente sviluppato ed implementando il relativo software.

7. FISICA TEORICA

Teoria dei campi

Ricercatori: E. Etim.

Gli argomenti trattati nel corso del 1986 sono i seguenti:

— Sommabilità della serie perturbativa in QCD dei propagatori di correnti. L'ipotesi di Schifman, Vainstein e Zakharov che la serie perturbativa in QCD per i propagatori di correnti è sommabile-Borel non è stata mai dimostrata.

Si è cercato allora di definire le condizioni che portano alla sommabilità. Tali condizioni stanno nell'invarianza di scala asintotica della teoria e permettono effettivamente di recuperare con tecniche di sommabilità una funzione analitica che continui la serie QCD nella regione di bassa energia⁽¹⁾.

— Tecniche analitiche e gruppali applicate alla diffrazione ad altissime energie.

I dati sperimentali ad altissime energie mostrano che i processi diffrattivi negli scattering tra nucleoni sembrano diversi da quelli presenti negli urti tra nucleoni e nuclei oppure tra nuclei e nuclei. Si è cercato allora di definire in modo molto generale un nuovo limite diffrattivo che possa essere applicabile a tutti gli urti con targhette composte di nucleoni, nuclei, etc. Il nuovo limite è un limite condizionato simile a quello di Bjorken e permette di fitare i dati sullo scattering protone-protone e protone-antiprotone^(2,3).

— Quantizzazione Stocastica in teoria dei campi ed in meccanica statistica.

Sistemi dinamici governati da equazioni di moto non-deterministici (per es. equazioni di Langevin e di Fokker-Planck) possiedono simmetrie geometriche. Esse sono generate da vettori Killing della metrica di

Pubblicazioni

- F. Carrozzini, L. Trasatti: EPPRO, a VME Eprom Programmer, Report Dip. Fisica Università dell'Aquila — DPT. — Fi. 23 (1986).

diffusione. Si dimostra che la velocità reversibile del processo stocastico è un tale vettore di Killing mentre quella irreversibile è un vettore tangente di una geodetica⁽⁴⁾.

Pubblicazioni

- (1) Tauberian Theorems for the Borel Summability and Analytic Continuation of the Asymptotics of QCD Sum Rules; LNF-86/17(P) (inviato per pubblicazione su Journ. Math. Phys.).
- (2) A new Definition of the Diffractive Limit with Applications to pp and pp Scattering (con A. Małecki e L. Satta) LNF-86/12(P) (da apparire su Phys. Lett. B).
- (3) Analyticity Constraints and Absence of Multiple Dips in Elastic pp and pp Scattering (con A. Małecki) LNF-86/45(P) (inviato per pubblicazione su Phys. Lett.).
- (4) Stochastic Quantisation and Killing Symmetries of Random Systems (con L. Schülke) LNF-86/44(P) (inviato per pubblicazione su Phys. Lett. B).

Fenomenologia della Fisica delle Alte Energie

Ricercatori: M. Greco e G. Pancheri

1. Studio della Fisica dei Collider adronici da 0.6 TeV a 2 TeV

Come risulta dalla attività degli ultimi 4 anni, uno dei problemi maggiore interesse per noi è stato quello della fisica del collider protone-antiprotone del CERN. In particolare ci siamo interessati sia dei fenomeni tipicamente collegati al modello standard, come la produzione di W e Z₀ (momento trasverso, picco jacobiano, sezione d'urto di produzione), sia di possibili fenomeni esotici, ed infine anche di quelli tipici della fisica del minimum bias dove sono stati raggiunti dei risultati estremamente interessanti. A questo riguardo, lo sforzo fenomenologico si è focalizzato sulla comprensione di vari fenomeni di "violazione di scala" nella fisica dei bassi momenti trasversi. Fra queste "violazioni di scala" sono (i) la violazione dello scaling di KNO, cioè il

fatto che all'aumentare dell'energia le fluttuazioni del numero di particelle prodotte intorno al valor medio $\langle n \rangle$ aumentano considerevolmente, (ii) la violazione del "Feynman Scaling", cioè la crescita del "plateau" $\frac{dn}{d\eta}$ con l'energia, (iii) l'appiattirsi delle distribuzioni in momento trasverso per eventi ad alta molteplicità, cioè la crescita di $\langle p_t \rangle$ con la molteplicità, e infine (iv) la crescita della sezione d'urto totale come $\log^2 s$. Si è visto come tali violazioni di scala siano compatibili con la presenza di un'alta percentuale di scattering duro fra gli eventi di minimum bias e si è cercato di valutare quali energie del partone possano dare una sezione d'urto dei jets abbastanza alta da giustificare un'ipotesi di questo genere e nello stesso tempo riprodurre la misura della sezione d'urto dei jets di basso E_T ($E_T > 5$ GeV) fatta recentemente dalla collaborazione UA1 al Collider del CERN. Il risultato del calcolo al prim'ordine nella costante α_s è che partoni con un momento trasverso minimo fra 3 e 4 GeV riproducono i dati dell'UA1 e nello stesso tempo possono contribuire circa al 20 o 30% alla sezione d'urto totale. Nella Figura 75 si mostra la sezione d'urto dei jet misurata dalla collaborazione UA1 e confrontata con le curve teoriche di QCD che la descrivono. Nell'anno 1987, l'inizio del funzionamento e della presa dati del collider di FermiLab, all'energia del centro di massa di 2 TeV, e l'entrata in funzione di ACOI al CERN porterà nuove, ulteriori informazioni su questo problema. È quindi probabile che i risultati di cui sopra possano essere confermati e chiariti ulteriormente nei prossimi mesi. A tal proposito abbiamo cominciato a collaborare con il gruppo CDF di Frascati.

In aggiunta allo studio fenomenologico, è in corso anche lo studio del problema teorico della relazione fra la sezione d'urto e quella dei jets. La crescita della sezione d'urto dei jets per un valore fisso del momento minimo dei partoni pone infatti il problema dell'estrapolazione ad energie altissime e di una possibile violazione del limite di Froissart-Martin. Questo problema è presentemente studiato assieme a Y. Srivastava dell'Università di Perugia e E. Di Salvo dell'INFN di Genova.

Fra gli altri problemi fenomenologici relativi alla fisica del Collider, ci siamo recentemente occupati anche di una possibile interpretazione di alcuni eventi contenenti un bosone W ad altissimo $p_t \geq m_W$. Una interpretazione interessante e da verificare ulterior-

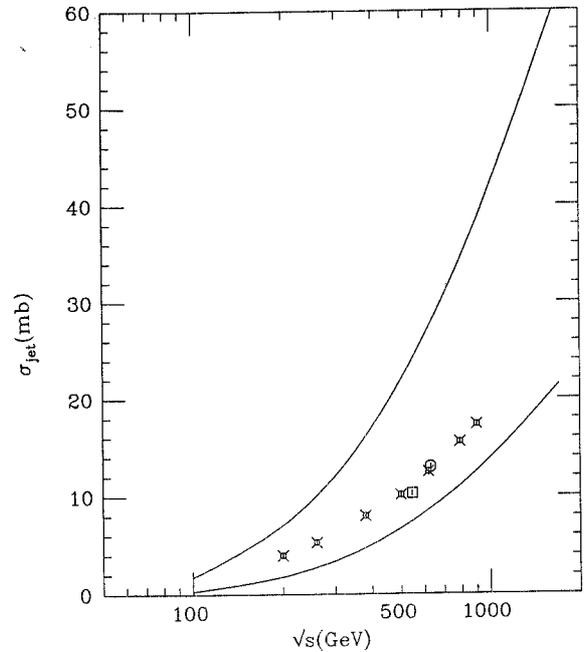


FIG. 75 - x, o, □: sezioni d'urto dei jets misurata da UA1; - sezione d'urto QCD con taglio a $p_{cut} = 3,4$ GeV e $\alpha_s = \alpha_s(p_t^2/4)$.

mente è la possibilità che questi eventi contengano due W, uno che decade in due jets e l'altro in elettrone e neutrino, e che i due W siano a loro volta il prodotto di decadimento di due quark pesanti di massa $m_Q \geq m_W$. Questo lavoro è stato fatto con Y. Srivastava e Steve Geer della Università di Harvard nell'ambito della collaborazione di G. Pancheri con il gruppo UA1.

Un ulteriore problema in studio, in collaborazione con P. Chiappetta del CERN è la distribuzione nel momento trasverso relativo di due jets adronici dovuta all'emissione di radiazione sia soffice che dura, in analogia al calcolo, compiuto in collaborazione con G. Altarelli, K. Ellis e G. Martinelli per la distribuzione p_t del W e dello Z_0 . Tale calcolo è ora possibile in virtù della conoscenza delle correzioni virtuali ad 1-loop allo scattering partone-partone (K. Ellis et al.).

2. Studio della Fisica dei Collider e^+e^-

In relazione alla prossima entrata in funzione dei colliders e^+e^- LEP e SLC, è stato compiuto un esame dettagliato delle correzioni radiative ai vari processi $e^+e^- \rightarrow \gamma, Z \rightarrow f$, in modo da permettere dei tests di precisione del modello standard con una accuratezza di $\approx 1\%$.

In particolare è stato anche considerato il processo scattering Bhabha, considerando le correzioni complete ed esatte ad 1-loop, e dei doppi e singoli logaritmi a tutti gli ordini. La conoscenza accurata di questo processo permette l'uso di questa reazione come monitor di luminosità.

È anche in corso una collaborazione con L. Trentadue (Parma) per l'analisi all'ordine α^2 delle correzioni ai processi $e^+e^- \rightarrow \gamma, Z \rightarrow f$.

Infine, nell'ambito dei gruppi di studio CERN per la fisica ai futuri colliders è stato compiuto in collaborazione con A. Grau (in congedo dall'Università di Barcellona associata a Frascati) il calcolo del processo $e^+e^- \rightarrow W^+ W^- \gamma$, come possibile background alla produzione di Higgs

$$e^+e^- \rightarrow (H \rightarrow W^+ W^-) + X$$

Publicazioni

- M. Greco, "Bhabha Scattering near the Z_0 ", Physics Letters 177B 97 (1986).
- M. Greco, "Radiative Corrections to e^+e^- Reactions at LEP/SLC Energies", to be published on Rivista del Nuovo Cimento.
- G. Pancheri e Y. Srivastava, "QCD Jets: a Perturbative Approach to Low- p_t Physics", Proceedings of the Workshop on Physics Simulations at High Energy, Madison, Wisconsin, May 5-15, 1986.
- G. Pancheri e Y. Srivastava: "Low- p_t Jets and the Rise with energy of the Inelastic Cross-Section", HUTP-86/A061, di prossima pubblicazione su Physics Letters.
- S. Geer, G. Pancheri e Y. Srivastava, "Large Transverse Momentum W Production at Hadron Colliders", UAI Technical Note, December 1986.

Fisica dei raggi cosmici e dei monopoli

Ricercatori: A.F. Grillo.

In collaborazione con T.K. Gaisser abbiamo studiato l'effetto dell'uso di funzioni di struttura "evolute" per la sezione d'urto di neutrini sullo spettro di muoni prodotti nella Terra da neutrini provenienti da sorgenti cosmiche come Cygnus X-3.

In collaborazione con V. Azcoiti si è iniziato un programma di ricerca avente come obiettivo la simulazione su reticolo del comportamento (quantistico) di monopoli magnetici.

Come analisi preliminare, stiamo studiando la struttura delle fasi in $Su(2)$ -Higgs nel caso

in cui il campo di Higgs appartenga alla rappresentazione fondamentale o aggiunta.

Publicazioni

- A.F. Grillo e T.K. Gaisser, LNF 86/27. In via di pubblicazione su Physical-Review.

Struttura della Materia

Ricercatori: C.R. Natoli, M. Benfatto (A).

È proseguito lo studio interpretativo degli spettri di assorbimento di raggi X da parte di materia allo stato condensato. Si è mostrato che i vari schemi di calcolo del coefficiente di assorbimento nella materia, e cioè l'approccio diffusivo (calcolo della funzione d'onda nello stato finale) e l'approccio mediante funzione di Green (calcolo della densità degli stati finali) sono completamente equivalenti. Lo schema unificatore è fornito dalla teoria della diffusione multipla.

Il risultato raggiunto è tanto più interessante in quanto unifica il punto di vista del chimico, che in problemi di carattere strutturale guarda alle funzioni d'onda, col punto di vista del fisico, che descrive il processo in termini di densità degli stati del continuo non occupati. In particolare si è mostrato che la formulazione basata sull'approccio mediante funzione di Green permette, sotto certe condizioni, di scrivere la sezione d'urto di fotoassorbimento come somma di una serie infinita di termini ciascuno dei quali ha un significato fisico diretto di immediata applicazione strutturale. Si sono discusse le condizioni sotto cui tale sviluppo è possibile e se ne sono mostrate le implicazioni per la determinazione delle funzioni di correlazione di ordine superiore a due nel caso di soluzioni liquide. Infatti si è mostrato che l'assorbimento X ha in sé la potenzialità di fornire informazioni sugli angoli di legame e in genere sulla disposizione geometrica degli atomi che circondano l'atomo assorbito.

Data l'importanza di questi termini per lo studio strutturale si è fatto uno sforzo per darne una rappresentazione analitica approssimata ma accurata in modo da poter essere di pratica utilizzazione da parte degli sperimentatori. Lo sforzo è stato coronato da successo e, in collaborazione con gruppi sperimentali, si sta mettendo a punto la tecnica per analiz-

zare gli spettri di assorbimento X al fine di trarne informazioni strutturali.

Publicazioni

- C.R. Natoli, M. Benfatto and S. Doniach; Phys. Rev. A34 4682 (1986).
- C.R. Natoli and M. Benfatto; Invited talk the "IVth Intern. Conf. on EXAFS and Near Edge Structure" (Abbaye Royal Fontevraud, France, 1986) and LNF-86/36.
- M. Benfatto, C.R. Natoli, A. Bianconi, J. Garcia, A. Marcelli, M. Fanfoni and I. Davoli; Phys. Rev. B34 5774 (1986).

8. - PROGRAMMA DI SUPERCONDUTTIVITÀ

Componenti del gruppo: A. Aragona, A. Cattoni (Responsabile), R. Ceccarelli, M. De Giorgi, S. Faini, G. Fiore, R. Lanzi, G. Modestino, M. Preger, C. Sanelli, A. Savoia, M. Serio, F. Sgamma, G. Turchetti.

Fra i risultati salienti conseguiti dal Gruppo nel 1986 spicca l'installazione e la messa in funzione del primo liquefattore di elio dei LNF (Fig. 76). Ciò ha comportato lo studio, l'allestimento e la messa in funzione di tutte

quelle facilities al contorno indispensabili per poter accogliere e testare l'impianto.

Un'analogia attività è stata portata avanti anche nei riguardi del wiggler s.c. in costruzione presso l'Ansaldo di cui si prevede la consegna a metà 1987. (Per le caratteristiche di questo wiggler vedere il Rapporto di Attività LNF 1985 e i Proceedings del Convegno Utilizzatori della Luce di Sincrotrone, Frascati Maggio 1986).

Le persone del Gruppo hanno svolto, con una capillare interazione con le ditte esterne coinvolte, tutto il necessario lavoro di verifica controllo e interfaccia per poter armonizzare le parti costruite all'esterno con quanto si realizzava all'interno.

Tre filoni principali possono essere individuati nel lavoro del Gruppo:

- a) l'avvio del laboratorio criogenico;
- b) la verifica del progetto tecnologico Ansaldo per quanto riguarda i dimensionamenti criogenici (il dimensionamento magnetico era stato curato direttamente dal Gruppo);
- c) lo studio del sistema per le misure magnetiche con la definizione delle proposte di acquisto della strumentazione necessaria.

Dei punti a), b), c) segue una breve descrizione.

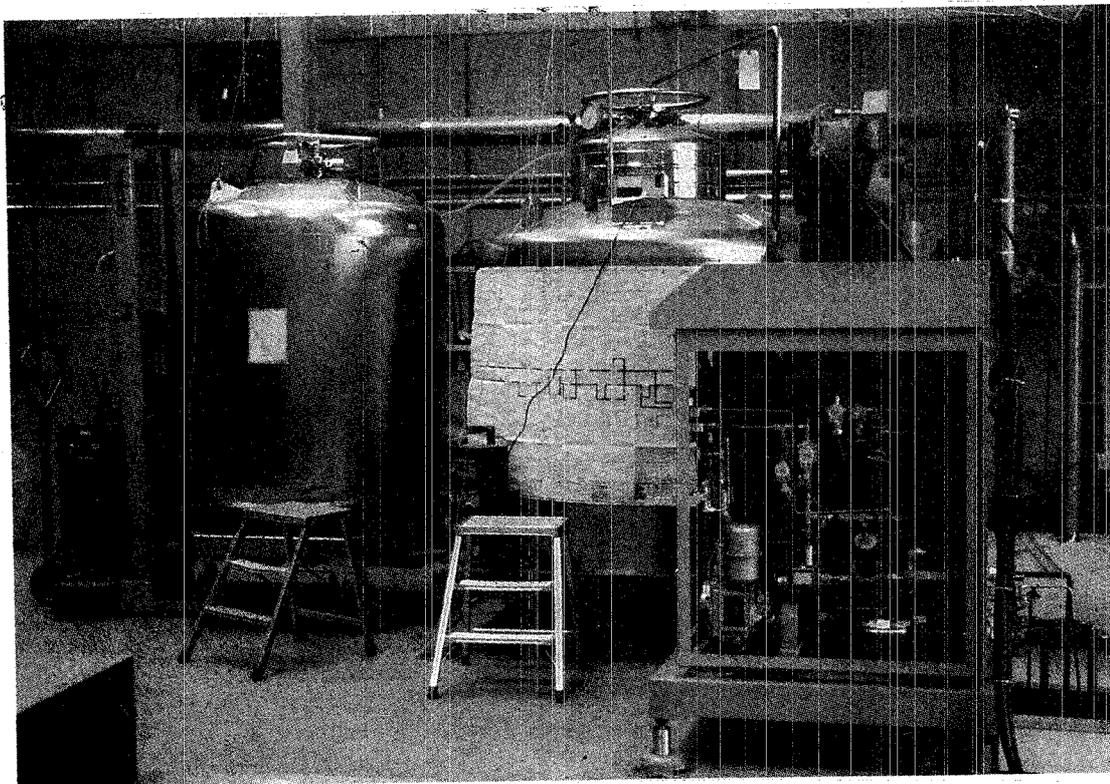


FIG. 76 - Liquefattore di elio per il laboratorio criogenico.

Altri lavori vanno citati:

- il progetto e la costruzione dei magneti compensatori previsti per annullare l'integrale del campo magnetico fornito dal wiggler sull'orbita delle particelle;
- il progetto del refrigeratore on-line previsto per il funzionamento del wiggler su Adone, con lo studio non banale del layout degli impianti nell'area di macchina.

Contemporaneamente è stata svolta la parte tecnico-amministrativa che ha consentito alla Giunta Esecutiva dell'Istituto di approvare l'ordinativo per questo nuovo refrigeratore a dicembre 1986.

Laboratorio Criogenico

Lo start up del liquefattore è avvenuto nella prima decade di dicembre 1986, a meno di un anno dal piazzamento dell'ordine. Le prestazioni misurate sono 13.5 l/h di He liquido prodotto partendo da gas puro con 2 compressori in funzione e 23 L/h di He liquido prodotto usando anche il precooling con azoto. Le prestazioni dell'impianto sono leggermente superiori a quanto previsto dalle specifiche. Nella prima fase di funzionamento è stato riempito il dewar da 1000 l. Vari transfert per utenti di quantitativi di 50 ÷ 100 l sono stati effettuati.

Una nuova fase di liquefazione è attualmente in corso con perfetta ripetibilità della macchina. Il laboratorio criogenico si sta dotando di alcune strumentazioni di base. È in progetto un criostato per effettuare tarature criogeniche anche in campo magnetico (calibrazione termometri ecc.).

Verifica progetto criostato per Wiggler s.c.

La progettazione è stata seguita ponendo attenzione ai principali criteri di valutazione delle funzioni che dovrà svolgere il sistema e del margine di errore accettabile.

Il criostato illustrato in Fig. 77 è predisposto per mantenere il polo superconduttore del wiggler a 6 T ad una temperatura costante di circa 4.2 K, sia mediante bagno in He 4 liquido, sia mediante il sistema di refrigerazione esterno che bilancia dinamicamente le perdite termiche.

Le soluzioni meccaniche e le scelte dei materiali sono state adottate tenendo come obiettivo il raggiungimento del valore di temperatura fissato e la minimizzazione della dissipazione.

Sistema di sospensione della parte fredda con tiranti in acciaio, pareti altamente riflettenti, superinsulation, schermo, spessori dei materiali tali da minimizzare la conduzione compatibilmente con le esigenze meccaniche, sono alcune tra le soluzioni per compensare in parte tale dissipazione.

Le perdite termiche, alla temperatura dell'elio liquido, comunque presenti in ogni sistema criogenico, vengono così riassunte e contenute nei valori in seguito riportati:

	Watt
— radiazione	0.1
— conduzione attraverso i tiranti	0.2
— conduzione attraverso i discendenti di corr.	1.0
— conduzione attraverso il collo superiore	1.0

Tale valutazione è stata fatta supponendo che la parte fredda sia protetta da uno schermo termico mantenuto ad 80 K. A tale temperatura la dissipazione sullo schermo, che risulta essere di circa 10 W, può essere compensata o utilizzando i vapori di elio del bagno o con un circuito di raffreddamento ad azoto chiuso sull'esterno.

Sistema per misure magnetiche

Essenzialmente due sono i tipi di misure magnetiche che si intendono effettuare sul Wiggler Superconduttore: a) misura dell'integrale del campo lungo l'asse del magnete; b) mappa puntuale sul piano mediano ove giace la traiettoria degli elettroni. Per il primo tipo di misura sono in corso contatti con la Magnex di Abingdon (G.B.) per la fornitura di un long rotating coil, della lunghezza di 3 m, tale cioè da concatenare sia il flusso magnetico del Wiggler che quello dei magneti compensatori esterni dotato di un avvolgimento diametrale ed uno radiale. Con la bobina diametrale si effettuerà la misura dell'integrale di un campo, ottenendo così la curva che esprime la corrente dei compensatori in funzione di quella del superconduttore onde avere integrale nullo a tutti i regimi di funzionamento. la bo-

bina radiale servirà ad effettuare l'analisi armonica dei termini superiori del campo con analizzatore di spettro a FFT. Questa stessa bobina servirà a determinare i termini superiori integrati, in particolare il termine di sestupolo integrato. Per il secondo tipo di misura, la mappa puntuale, si intendono usare sonde di Hall. A tal fine ne sono state acquistate un certo numero sia di tipo assiale che trasversale per una eventuale misura delle tre componenti del campo. Le sonde, della Lake Shore Cryotronics, sono garantite per un errore di linearità del $\pm 1\%$ nel range ± 3 T, e $\pm 2\%$ nel range ± 15 T; la sensibilità magnetica è 0.8 mV/kGauss. È attualmente allo studio il sistema portasonde con il relativo coordinatometro, per questo ultimo sono già stati presi contatti con ditte specializzate per la sua realizzazione.

Parallelamente si è proceduto alla scelta ed ordinazione del sistema di acquisizione dati per l'elaborazione delle misure di cui sopra. La scelta è caduta sul Data Acquisition and Control System 3852A della Hewlett & Packard; tale sistema è attualmente previsto con multiplexer a 20 canali ed è completo di Hard Disk da 20 MByte e microfloppey, plotter e stampante.

Infine, è stato ordinato un magnetometro modello E6000 della Magnex, in grado di effettuare misure di campo con range: 200 mT, 2 T, 20 T; il probe è costituito da una bobina di 5 mm di diametro per 5 mm di spessore; lo strumento permette una accuratezza di misura dello 0.5% del fondo scala. Oltre a permettere una primissima misura del picco da 6 T per approvazione della fornitura del Wiggler, esso sarà utilizzato per le misure di campo disperso, la cui misura è importante non solo per la sicurezza del personale ma anche per gli impianti (in particolare per il refrigeratore).

Pubblcazioni

- E. Gianfelice, L. Palumbo. Effetti collettivi a Bunch singolo nelle strutture AF6 e AF8 sestupolo integrato per afrodite. G-83, 10/3/1986.
- A. Cattoni, G. Modestino. Sestupolo integrato per afrodite. G-84, 20/3/1986.
- A. Cattoni, S. Faini, C. Sanelli. Quadrupolo compatto per afrodite (Addendum A G-82). G-85, 21/3/1986.
- C. Biscari, L. Palumbo. Considerazioni preliminari sulla scelta dei parametri RF per afrodite con riferimento agli effetti a Bunch singolo. G-86, 26/3/1986.
- S. Tazzari. Resoconto sul meeting afrodite del 14-15/4/1986. G-87, 4/5/1986.
- B. Spataro. Studio delle sezioni acceleratrici ad onda viaggiante e gradiente approssimativamente costante. L-87, 5/5/1986.
- M. Preger, B. Spataro. Ottimizzazione del Tagging per il fascio γ monocromatici dell'X-Ray Ring di Brookhaven. G-88, 7/5/1986.
- G. Modestino, A. Savoia. Linea di recupero dell'elio. Sovrappressione in caso di Quench. SCOW-15, 9/5/1986.
- G. Modestino, M. Preger. Effetti ottici del Wiggler superconduttore su adone. SCOW-16, 12/5/1986.
- C. Biscari. Tunabilità e flessibilità della struttura E.C.G. (AF11b). G-89, 15/5/1986.
- O. Coiro, C. Marchetti. Relazione misure capacità elettrodi monitor bottoni eseguite presso l'officina Zanon di Schio dal 9 all'11 aprile 1986. SC-122, 14/5/1986.
- O. Coiro, F. Rubeo. Misure capacità Monitor di posizione a bottone. SC-123, 15/5/1986.
- G. Saxon, F. Tazzioli. Longitudinal Stability in a Double sided microtron. G-90, 16/6/1986.
- A. Aragona, A. Cattoni, S. Faini, G. Modestino, M. Preger, A. Savoia, F. Sgamma, G. Turchetti. S.CO.W. Super conducting wiggler for adone. Presentato al Convegno Utilizzatori della Luce di Sincrotrone, Frascati. 27-29/5/86.
- P. Fernandes, R. Parodi, B. Spataro, F. Tazzioli, D. Trono. Field computations and measurements on a biperiodic buncher structure. P.A.C. on HEA, Stanford, June 86. IEEE (1986).
- G. Basini, M. Ricci, P. Spillantini, S. Bartalucci, F. Bongiorno, A. Codino. Toroidal coil configurations for a large acceptance space spectrometer. LNF-86/33 (P). 25/7/1986.
- R. Boni, P. Fernandes, R. Parodi, A. Savoia, B. Spataro, F. Tazzioli. Progetto di unondulatore superconduttore a microonde per generazione di luce di sincrotrone. Presentato alla VI Riunione Naz.le di Elettromagnetismo Applicato, Trieste. Ottobre.
- P. Fernandes, R. Parodi, B. Spataro, F. Tazzioli. Field computations and measurements on a biperiodic structure. Presentato alla VI Riunione Naz.le di Elettromagnetismo Applicato, Trieste. Ottobre.
- D. Babusci, P. Belli, R. Bernabei, L. Casano, S. d'Angelo, M.P. de Pascale, G. Giordano, B. Girolami, A. Incicchiti, G. Matone, M. Mattioli, P. Picozza, M. Preger, D. Prospero, C. Schaerf, B. Spataro. Monochromatic and polarized gamma ray beams for the study of few body interactions. Presentato all'European Workshop on Few-Body Physics Roma. Ottobre.
- B. Dulach, F. Straffi. Magnete icarus: descrizione tecnica della soluzione con settori laminati. LNF-86/47 (NT). 16/10/86.
- M. Preger, B. Spataro et al. Monochromatic and polarized tagged hadron gamma ray beams. NIM A249, 299-305. 1986.

ATTIVITÀ DELLA DIVISIONE MACCHINE

Premessa

La Divisione macchine è articolata nei cinque servizi: Operazione, Fisica degli acceleratori, Meccanica impianti e vuoto, Elettronica e Radiofrequenza.

L'attività della Divisione nell'86, oltre alla normale gestione delle macchine e alla continuazione degli studi e progetti già in corso dell'anno precedente, è stata caratterizzata da una considerevole mole di lavoro di aggiornamento e di sviluppo svolto durante un'importante fermata, rispettando i termini programmati, dalla metà di Aprile alla fine di Luglio.

Nella seconda parte dell'anno il riavviamento delle macchine è stato reso difficile da una successione di guasti a quegli impianti, quale gli alimentatori dei magneti e quadrupoli di Adone, che non erano stati ancora rinnovati. Ciò ha inciso negativamente sul bilancio complessivo di ore di fascio fornite agli utenti.

Tuttavia, con i lavori svolti e con l'acquisto, già in corso, di nuovi alimentatori, sono state poste le premesse per un miglior funzionamento futuro delle macchine, una volta raggiunto un regime dopo la fermata dell'87.

Nel seguito verranno illustrate le attività dei singoli servizi.

Servizio Operazione

Componenti servizio: D. Badoni, G. Baldini, M. Belli, B. Bolli, A. Cecchinelli, R. Clementi, M. Gentile, E. Grossi, M. Martinelli, M. Meli, V. Pavan, S. Pella, R. Pieri, G. Piermarini, B. Spataro, P. Tiseo, R. Valtriani, M. Vescovi (Responsabile), R. Zarlenga.

Il Servizio, oltre alla conduzione delle macchine (Fig. 78) ed alla relativa manutenzione degli impianti (accesi per oltre 4500 ore), ha realizzato e partecipato allo studio ed alla realizzazione di nuovi apparati e strumentazioni da installare sulle macchine per migliorarne la diagnostica e quindi il funzionamento.

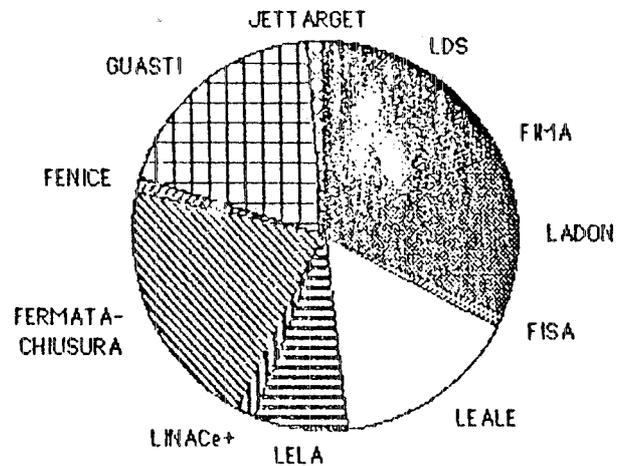


FIG. 78 - Funzionamento macchina 1986.

In particolare si è resa necessaria la costruzione di un monitor di posizione e di un nuovo monitor di intensità (Fig. 79) per misurare le caratteristiche del fascio di elettroni del nuovo cannone del LINAC molto diverse dal precedente.

Durante il mese di dicembre è stato consegnato ai L.N.F. il nuovo iniettore (gun + sez. acceleratrice) dopo che ne erano state verificate da parte del servizio le rispondenze ai dati di progetto quali la corrente emessa dal gun e la messa in frequenza della sezione.

Il Servizio ha inoltre partecipato allo studio del progetto dell'iniettore e dei canali di trasporto per "AFRODITE".

Durante il mese di ottobre, quando si stava preparando la macchina per gli esperimenti, si è verificato un guasto al trasformatore (2.2. MVA) di alimentazione dei magneti curvanti di ADONE. Allora è stato utilizzato soltanto il LINAC da parte del LEALE. Agli altri utenti è stato possibile, adottando un altro trasformatore di ugual potenza ma di caratteristiche diverse, fornire un funzionamento precario. Questa sostituzione ha permesso di effettuare parecchie operazioni di messa a punto dei canali luce e controllo del funzionamento del sistema di misura dell'orbita.



FIG. 79 - Componenti monitors-intensità fascio Linac.

Il trasformatore originale, dopo la riparazione, è stato reinserito nell'impianto durante i primi giorni di dicembre.

Esperimento	ORE		%
	assegnate	utilizzate	
Luce Sincrotrone	1200	762	17.7
Ladon	996	624	14.5
Leale	1068	782	18.1
Lela	540	414	9.6
Fenice	48	46	1.0
Jet Target	72	72	1.6
Fisica Macchina	132	80	1.8
Fisica Sanitaria	84	46	1.0
Linac e ⁺	168	168	3.9
	<u>4308</u>	<u>2994</u>	<u>69.2</u>

Ore perse	Motivazione	%
250	Mancanza energ. elettr.	5.8
250	Lavori e vuoto positron converter.	5.8
60	Calcolatore di controllo	1.4
80	Idraulica Linac Adone	2.0
674	Alimentatore magnete Adone	15.6
<u>1194</u>		<u>30.8</u>

Servizio Elettronica

Componenti servizio: V. Andreassi, F. Bertino, O. Coiro, S. Fortebracci, U. Frasacco, O. Giacinti, C. Marchetti, F. Ronci, F.V. Rubeo, F. Sanelli, M. Serio (resp.), S. De Simone: Staff Direzione di Divisione, delegato all'Elettronica.

Il Servizio cura lo sviluppo e la realizzazione della diagnostica degli acceleratori, la manutenzione e gli ammodernamenti della strumentazione della Sala Controllo Adone, contribuisce all'attività di Magazzino Elettronica dei LNF e all'installazione e alla gestione dei mezzi di calcolo nell'area Adone e dà supporto tecnico ad esperimenti che si svolgono presso i LNF e fuori.

Alcuni componenti del Servizio contribuiscono ai programmi di ricerca dell'INFN ed a collaborazioni internazionali nel campo degli acceleratori di particelle.

L'attività principale ha riguardato i monitor di posizione di Adone, programma avviato l'anno scorso e concluso con successo e nei tempi giusti nel 1986. Il programma ha visto impegnati anche gli altri Servizi della D.M. e, per le misure di allineamento del sistema di calibrazione, il Servizio Progettazione della D.T.

In particolare il Servizio Elettronica, oltre al coordinamento del programma (M.S.), ha curato le prove elettroniche di selezione e di

accettazione presso la ditta costruttrice, l'hardware e il software per la calibrazione automatica di tutti i monitor, la progettazione e la realizzazione dei circuiti elettronici di misura dell'orbita, la loro installazione in anello e in Sala Controllo e la stesura dei collegamenti.

I monitor sono parte integrante della camera da vuoto dei doppietti dei quadrupoli di Adone e sono formati da quattro elettrodi circolari ("bottoni") disposti simmetricamente intorno alla camera da vuoto. Per una buona ricostruzione della posizione del fascio è necessario che il monitor sia collocato con precisione rispetto ai quadrupoli e che le caratteristiche elettriche dei bottoni siano uguali entro una frazione del per cento. La prima fase delle prove di calibrazione consisteva nel selezionare gruppi di quattro elettrodi con caratteristiche entro le specifiche e in misure di funzionamento presso la ditta costruttrice; successivamente i monitor venivano assemblati ed inviati ai LNF, dove erano sottoposti a misure di calibrazione automatica della funzione di trasferimento di posizione (v. Fig. 80), collaudati per il vuoto e installati in Adone.

La funzione di trasferimento di posizione è altamente non lineare e richiede un algoritmo

di linearizzazione per ricavare la posizione del fascio dalla misura delle tensioni agli elettrodi (v. Figg. 81 e 82).

La misura delle tensioni agli elettrodi viene effettuata per mezzo di un sistema di commutazione a relè che connette in modo sequenziale tutti gli elettrodi alla stessa catena di amplificazione a basso rumore. Il sistema consiste attualmente di 21 monitor e consente di acquisire una misura di orbita chiusa del fascio in Adone in circa un minuto.

Le dimensioni del fascio in Adone sono tipicamente dell'ordine del millimetro in radiale e di qualche decimo in verticale. L'accuratezza assoluta della misura di posizione, stimata dalle prove di calibrazione e dai dati di progetto, è di circa ± 0.2 mm, mentre la risoluzione del sistema di misura è risultata essere circa 2 micron in radiale e il doppio in verticale. Prove sul fascio hanno dato una ripetibilità di circa 20 micron in radiale e 10 micron in verticale. Questi valori includono eventuali fluttuazioni della posizione e delle dimensioni del fascio, dovute per esempio a ripple nei magneti.

I monitor di posizione vengono impiegati per la correzione on-line dell'orbita di Adone descritta in un'altra parte di questo Rapporto di Attività.

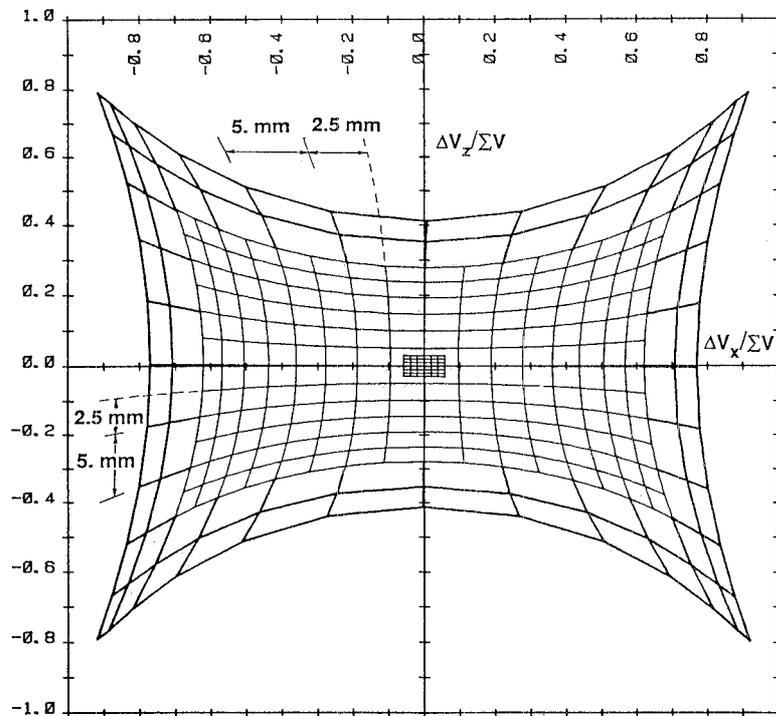


FIG. 80 - Funzione di trasferimento di posizione dei monitors del fascio Adone.

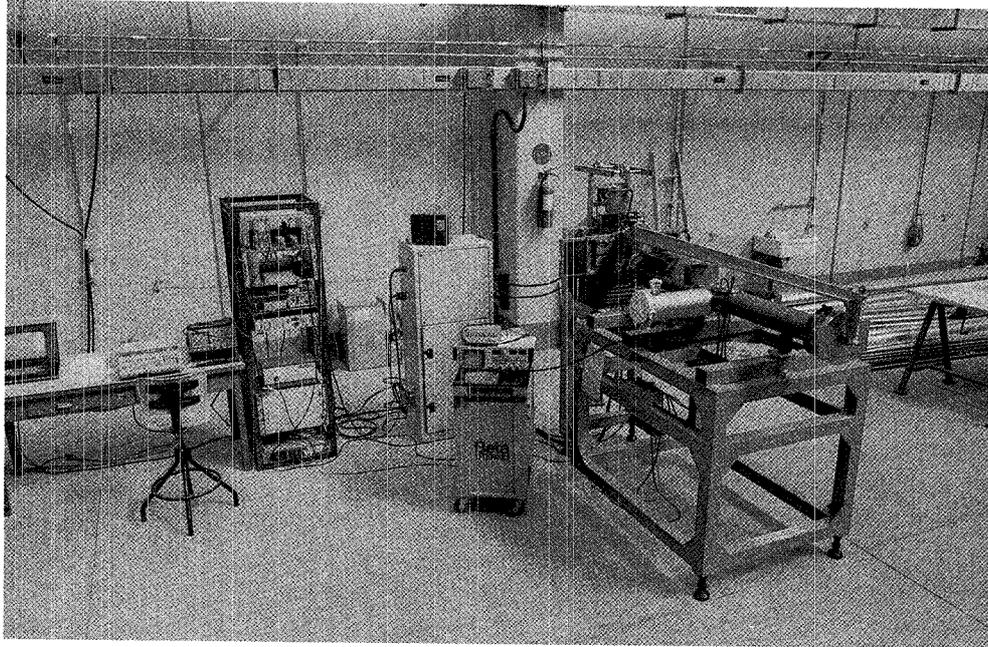


FIG. 81 - Sistema di calibrazione automatica dei monitors di posizione del fascio Adone.

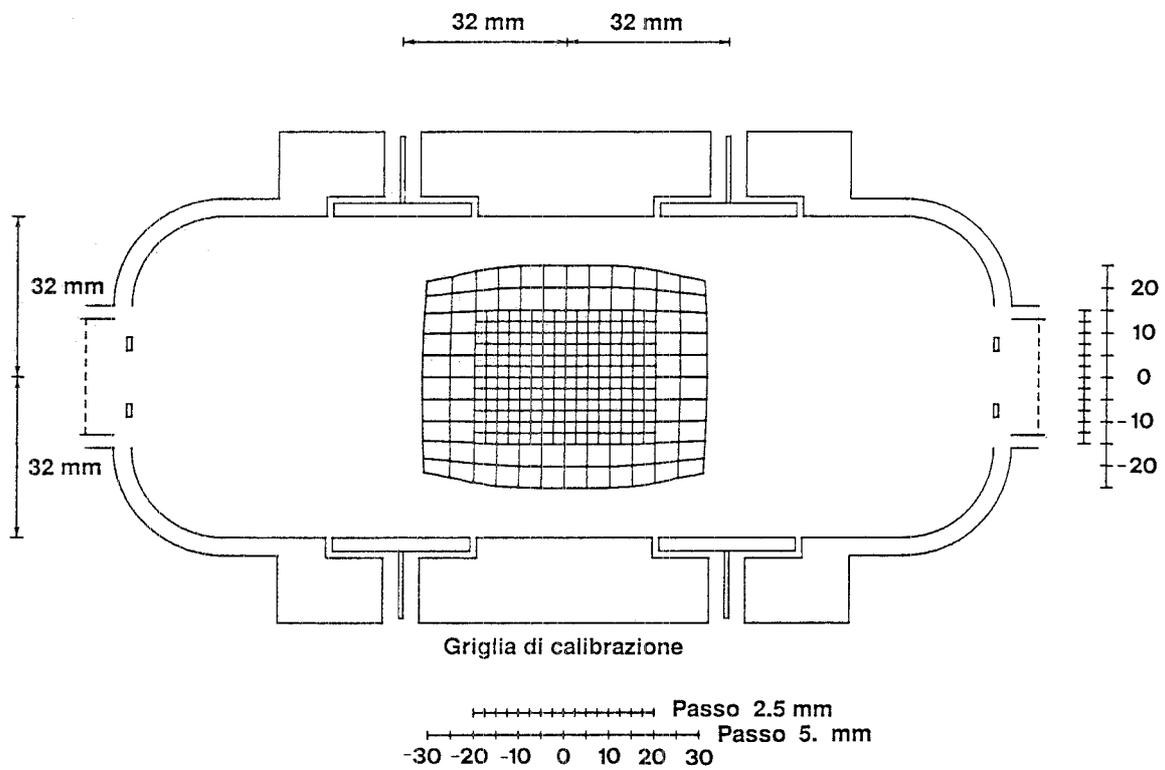


FIG. 82 - Linearizzazione della funzione di trasferimento dei monitors di posizione del fascio Adone.

Servizio Radiofrequenza

Componenti: P. Baldini, R. Boni (Resp.), F. Lucibello, S. Quaglia, A. Spreccacenero, T. Tranquilli.

L'attività di base del servizio è la gestione e lo sviluppo degli impianti a radiofrequenza di Adone. Esso inoltre partecipa a programmi di sviluppo della macchina, a progetti di macchine e ad esperimenti di gruppo V che comportino elaborazione e studio di particolari sistemi RF e richiedano conoscenze specifiche.

Nel 1986 è proseguito il programma di ammodernamento degli impianti RF con l'entrata in servizio del nuovo trasmettitore; sono iniziati i collaudi sulla nuova cavità RF ed è stato messo a punto un sistema per la misura e valutazione dei modi di risonanza superiori.

È inoltre iniziato un programma di rifacimento del feedback longitudinale a 22 MHz di Adone che assicurerà una maggiore stabilità dei fasci.

Il servizio partecipa poi allo studio di fattibilità di un onduttore superconduttore a microonde nell'ambito dell'esperimento Oscam.

Servizio Meccanica Impianti e Vuoto

Componenti servizio: A. Aragona, G. Carinci, G. Ceccarelli, R. Ceccarelli (dist. DT), V. Chimenti, A. Cupellini, M. De Giorgi, N. De Sanctis, R. Di Raddo, M. Di Virgilio, G. Ermini, S. Faini (Resp.), F. Fiore (dist. DT), G. Fontana, R. Lanzi, V. Lollo, C. Marini, A. Mazzenga, G. Modestino (dist. DT), E. Passarelli, M. Ruggeri, G. Serafini, A. Sorgi, M. Sperati, G. Turchetti.

Oltre la normale attività istituzionale sulle macchine dei Laboratori, il Servizio è stato fortemente impegnato su due importanti linee di lavoro: una riguardante i programmi di macchina e l'altra attività parallele di interesse di Centro.

1) Programmi speciali riguardanti le macchine

1a) Esecuzione della fermata macchine, programmata per Marzo-Luglio 86, che prevedeva il montaggio su Adone di una nuova camera a vuoto, comprensiva dei nuovi rivelatori di fascio. Questa operazione ha comportato

una assistenza assidua presso la ditta responsabile durante la costruzione della camera e durante tutte le fasi di condizionamento e prove da vuoto. Dopo la consegna, sono stati eseguiti tutti i collaudi meccanici e da vuoto, presso i nostri laboratori, operazioni che hanno comportato un notevole lavoro di organizzazione e programmazione dovendo operare su 45 camere lunghe circa 3 metri in spazi ridotti. L'installazione di queste, il montaggio di un nuovo impianto da vuoto ed altre migliorie, di minore importanza, sono stati eseguiti nel tempo previsto e con soddisfacente risultato.

È quasi completato il sistema di acquisizione dati per la lettura e la elaborazione delle misure di pressione residua in Adone. L'installazione è prevista per il marzo 87.

b) Nuovo modello di cavità a radiofrequenza di Adone.

È stata seguita la costruzione, presso una ditta esterna, di una cavità di Alluminio diversa dall'attuale. La particolare geometria della cavità ha imposto tecniche di lavorazione opportune. Sempre in ditta sono stati eseguiti tutti i collaudi di vuoto (Fig. 83).

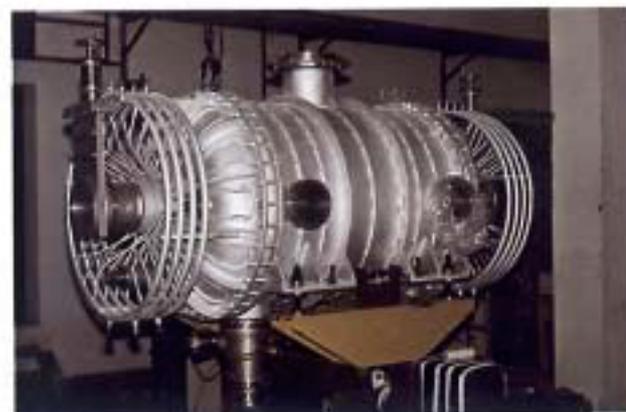


FIG. 83 - Nuova cavità a radiofrequenza per Adone.

1c) Positron Converter.

L'attività di ricerca e di sviluppo, relativa al sistema di conversione elettroni-positroni, ha subito un certo rallentamento a causa degli impegni sulle altre linee. È stato comunque messo a punto il progetto per il movimento x-y della targhetta di conversione e su quest'ultima sono state fatte prove di brasatura dolce allo scopo di rendere minimi i tempi di riparazione in caso di guasti, come richiesto dal gruppo di Radioprotezione.

1d) Ripristino del funzionamento a fasci incrociati in Adone.

Nella seconda metà dell'anno è cominciato il lavoro di organizzazione del programma in questione. Si tratta di un grosso impegno i cui punti più importanti sono: il rinnovo del sistema di iniezione del Linac, la ricostruzione del canale e^+ dell'ottica di trasporto, la realizzazione della schermatura di tutto l'anello, la costruzione di diverse parti della camera da vuoto per nuova strumentazione, per la Jet Target, ecc.

2) Programmi di centro

2a) Superconduttività.

Alcune persone del Servizio sono state impegnate nel programma Superconduttività. Progetto costruttivo dei magneti compensatori: è stata espletata la gara ed assegnate le forniture delle bobine e del nucleo. Le bobine sono già state consegnate ed il nucleo sarà pronto nei primi del 87. Criogenia: si è installato, nell'area attrezzata, un laboratorio criogenico comprensivo di impianti di servizio da vuoto e di refrigerazione, dell'impianto liquefattore-refrigeratore e di buona parte delle attrezzature necessarie alle attività che ivi si svolgeranno. In particolare il liquefattore entrerà in servizio regolare i primi gennaio 87, la facility per le misure magnetiche, ivi alloggiata, sarà pronta nei primi mesi del 87. (Fig. 84).



FIG. 84 - Interno edificio compressore.

Si è avviato il progetto per il trasferimento del wiggler superconduttore in Adone ed il progetto di un nuovo impianto refrigeratore, per detto, da installare in Adone nel 1988.

2b) Programma Electron Cooling in collaborazione con Torino, Ferrara e Napoli.

Sono state fatte prove preliminari su un prototipo di monitor, progettato e costruito all'interno, e si è iniziato il progetto definitivo di tutto il canale che si installerà su LEAR del CERN. I problemi da risolvere, per questa installazione, sono di varia natura e difficoltà. In particolare si dovrà progettare un sistema da vuoto, per pressioni di $\sim 10^{-12}$ Torr, in condizioni di ridotto spazio per l'installazione di pompe in numero proporzionato, e in presenza di notevoli flussi di degassamento. Questo comporta lo studio di un sistema più sofisticato.

2c) Progetto AFRODITE

In merito a questo progetto, ossia al progetto della macchina per luce di sincrotrone di Trieste, il Servizio ha partecipato al dimensionamento dell'ottica magnetica, ha progettato il sistema da vuoto e gli impianti a fluido, ha disegnato i vari layouts (Fig. 85).



FIG. 85 - Prototipo della camera da vuoto di Afrodite.

Publicazioni

- Gruppo Adone, Resoconto delle misure del 9/1/1986, RM-29, 10/1/1986.
- V. Chimenti, G. Turchetti, Afrodite F8 (Memo G-67) sistema da vuoto, M-48, 16/1/1986.
- S. Tazzari, Afrodite: riunione Trieste del 17/1/1986, G-71, 20/1/1986.
- S. Guiducci, Studio dell'efficienza d'iniezione in Adone — Addendum, EI-15, 27/1/1986.
- S. Tazzari, Considerazioni sulla estrapolazione di un P collider a 50 TeV, G-72, 30/1/1986.

- P. Patteri, Struttura FODO per un booster per Afrodite (AF1N01), G-73, 4/2/1986.
- E. Gianfelice, Struttura AF10b, G-74, 12/2/1986.
- S. Krinsky, S. Tazzari, G. Vignola, H. Wiedemann, General comments on the ALS lattices, G-75, 12/2/1986.
- V. Chimenti, G. Turchetti, Situazione attuale del Positron converter, V-34, 19/2/1986.
- C. Biscari, L. Palumbo, Struttura AF11a (Expanded empty FODO) per Afrodite, G-76, 24/2/1986.
- C. Biscari, L. Palumbo, Struttura AF11b per Afrodite, G-77, 24/2/1986.
- M. Preger, Calcolo delle aperture per AF10b, G-78, 25/2/1986.
- A. Cattoni, S. Faini, G. Modestino, C. Sanelli, Sestupolo compatto per Afrodite, G-79, 26/2/1986.
- M. Preger, Differenze tra MAD, PATRICIA e JUMBO nel calcolo del cromatismo, G-80, 26/2/1986.
- P. Patteri, Booster AF1N02 per Afrodite (FODO con 24 magneti, raggio magnetico = 5 m), G-81, 4/3/1986.
- S. Faini, C. Sanelli, Quadrupolo compatto per Afrodite, G-82, 5/3/1986.
- M. Vescovi, Considerazioni sul P.C. di Frascati dopo la visita a Saclay del 24/2/1986, L-86, 6/3/1986.
- E. Gianfelice, L. Palumbo, Effetti collettivi a bunch singolo nelle strutture AF6 e AF8 sestupolo integrato per Afrodite, G-83, 10/3/1986.
- A. Cattoni, G. Modestino, Sestupolo integrato per Afrodite, G-84, 20/3/1986.
- A. Cattoni, S. Faini, C. Sanelli, Quadrupolo compatto per Afrodite (Addendum a G-82), G-85, 21/3/1986.
- C. Biscari, L. Palumbo, Considerazioni preliminari sulla scelta dei parametri RF per Afrodite con riferimento agli effetti a Bunch singolo. G-86, 26/3/1986.
- S. Tazzari, Resoconto sul meeting Afrodite del 14-15/4/1986. G-87, 4/5/1986.
- B. Spataro, Studio delle sezioni acceleratrici ad onda viaggiante e gradiente approssimativamente costante. L-87, 5/5/1986.
- M. Preger, B. Spataro, Ottimizzazione del tagging per il fascio γ monocromatrici dell'x-ray ring di Brookhaven. G-88, 7/5/1986.
- G. Modestino, A. Savoia, Linea di Recupero dell'elio. Sovrappressione in caso di Quench. SCOW-15, 9/5/1986.
- G. Modestino, M. Preger, Effetti ottici del wiggler superconduttore su Adone. SCOW-16, 12/5/1986.
- C. Biscari, Tunabilità e flessibilità della struttura E.C.G. (AF11b). G-89, 14/5/1986.
- O. Coiro, C. Marchetti, Relazione misure capacità elettrodi monitor bottoni eseguite presso l'officina Zanon di Schio dal 9 all'11 aprile 1986. SC-122, 14/5/1986.
- O. Coiro, F. Rubeo, Misure capacità monitor di posizione a bottone. SC-123.
- G. Saxon, F. Tazzioli, Longitudinal stability in a double sided microtron. G-90, 16/5/1986.
- M. Preger, Parametri di massima per un F.E.L. infrarosso su di un anello di accumulazione di bassa energia. FEL-1, 22/5/1986.
- M. Preger, Effetto del wiggler di damping sulle funzioni ottiche nel piano verticale per il FEL infrarosso. FEL-2, 22/5/1986.
- M. Preger, Intrabeam scattering, vita media per effetto Touschek ed allungamento anomalo per l'anello di accumulazione per il FEL infrarosso. FEL-3, 23/5/1986.
- A. Savoia, F. Sgamma, Specchio piano incastrato ad un estremo e deformato secondo una ellisse. M-40, 26/5/1986.
- F. Wei, Results of the survey of the Adone magnets. 27/5/1986.
- Fuqiang Wei, Analysis of the survey Adone results. 27/5/1986.
- S. Tazzari, Organizzazione dati sugli elementi magnetici per uso nei calcoli delle strutture "ottiche". G-91, 29/5/1986.
- C. Biscari, Inserimento di un wiggler di damping nell'anello di accumulazione per il FEL infrarosso. FEL-4, 17/6/1986.
- E. Gianfelice, Correzione dell'orbita chiusa di Adone col metodo dei minimi quadrati; risultati numerici. SC-124, 23/6/1986.
- S. Kulinski, B. Spataro, F. Tazzioli, M. Vescovi, Linac for Afrodite. 25/6/1986.
- P. Patteri, F. Tazzioli, The Afrodite booster. AF-2, 26/6/1986.
- S. Tazzari, $e\pm$ injection systems. AF-3, 27/6/1986.
- C. Biscari, Anello di accumulazione per il FEL ad infrarosso. FEL-5, 7/7/1986.
- M.E. Biagini, S. Guiducci, Ottimizzazione del punto di lavoro per Afrodite "empty-FODO" a 6 periodi (AF11c). AF-4, 8/7/1986.
- F.Q. Wei, M. Troiani, Brief note of Adone quadrupole alignment. M-52, 16/7/1986.
- P. Patteri, F. Tazzioli, Stima dei costi del booster AF1N02 per Afrodite. AF-5, 18/7/1986.
- P. Patteri, F. Tazzioli, Booster per Afrodite — valutazione del 24/6/1986. AF-6, 23/7/1986.
- M. Pelliccioni, Valutazione preliminare delle schermature per il progetto Afrodite. AF-7, 24/7/1986.
- M.E. Biagini, S. Guiducci, TBA a 16 periodi. AF-8, 24/7/1986.
- E. Gianfelice, Programma per la correzione on-line dell'orbita chiusa di Adone. SC-125, 30/7/1986.
- S. Tazzari, Philosophy and cost of the injection system for carst. AF-9, 27/7/1986.
- C. Biscari, Struttura AF11d per Afrodite. AF-10, 1/9/1986.
- S. Kulinski, F. Tazzioli, Comments on recirculation scheme ad injector chain for Afrodite. AF-11, 1/9/1986.
- C. Biscari, E. Gianfelice, Correzione dell'orbita chiusa della struttura AF11d. AF-12, 3/9/1986.
- S. De Simone, S. Fortebracci, M. Serio, Amplificatori accordati. SC-126, 19/9/1986.
- J.P. Quesnel, M. Troiani, F.Q. Wei, Alignment net work of Adone. M-53, 10/10/1986.
- F.Q. Wei, M. Troiani, Aligning the quadrupoles of Adone. M-54, 12/10/1986.
- E. Gianfelice, S. Guiducci, M. Preger, M. Serio, M. Vescovi, Risultati delle misure sulla struttura LELA. 28/10/1986.
- S. De Simone, E. Gianfelice, S. Guiducci, S. Pella, M. Preger, M. Serio, Correzione dell'orbita di errore in Adone. RM-31, 29/10/1986.

- M. Serio, Campionamento e misure magnetiche. Applicazione al wiggler superconduttore. MM-18, 30/10/1986.
- S. Kulinski, B. Spataro, F. Tazzioli, Linac for Afrodite — solutions with pulse compression. AF-13, 30/10/1986.
- M. Preger, Misura delle frequenze di betatrone con i monitor a bottone. SC-127, 6/11/1986.
- P. Baldini, R. Boni, S. De Simone, Discriminatore di fase per feedback di baricentro. RF-58, 20/11/1986.
- V. Chimenti, G. Turchetti, Impianto da vuoto di Afrodite. AF-14, 27/11/1986.
- M.E. Biagini, C. Biscari, Struttura ECG16. AF-15, 2/12/1986.
- P. Patteri, Booster da 3 GeV per Afrodite. AF-16, 3/12/1986.
- G. Saxon, A preliminary survey of possible options for the RF system of afrodite. AF-17, 4/12/1986.
- C. Biscari, S. Guiducci, Struttura CG16. AF-18, 3/12/1986.
- A. Aragona, S. Faini, Afrodite: cooling system. AF-19, 15/12/1986.
- M.A. Preger, Misura del campo magnetico generato dalle bobine di correzione nei magneti di Adone. SC-128, 15/12/1986.

Servizio Progettazioni e Sperimentazioni

Componenti del servizio: A. Beatrici, G. Bisogni, B. Casagrande, A. Ceccarelli, A. Cecchetti, R. Ciocca, A. De Paolis, B. Dulach (Resp.), G. Fontana, G. Ferretti, E. Jacuessa, V. Luppino, U. Martini, A. Olivieri, M. Rossi, G. Sensolini, F. Sgamma, M. Troiani.

L'incremento dei fondi dedicati alla ricerca, per il quinquennio 84-88, ha determinato anche per il 1986 una considerevole espansione delle attività sperimentali con il conseguente diretto coinvolgimento del servizio in tali attività, specialmente dove era richiesto un significativo contributo progettuale o l'ottimizzazione e la costruzione di prototipi.

Un'altro impegno significativo del servizio sono state le diverse collaborazioni prestate, in aggiunta a quelle programmate, a vari gruppi sperimentali su attività di: progettazione, costruzione di prototipi, consulenza, allineamenti e misure, ricerche di mercato ed acquisti, ed installazioni di apparati, come risulta dall'istogramma relativo.

Altra attività di rilievo è stata l'ottimizzazione della dotazione di materiali del magazzino metalli, la ricerca di mercato ed acquisti e la registrazione sul computer dei prelievi dai due magazzini dei laboratori.

Nel corso dell'anno, infine, hanno mosso i primi passi, dopo il superamento di varie difficoltà e di alcune perplessità, due nuove attività dedicate una al disegno e calcolo computerizzato e l'altra alle misure e collaudi dimensionali. Con il completamento del hardware relativo si prevede che queste nuove attività raggiungeranno, in tempi ragionevoli, un buon livello di operatività.

Di seguito sono riportate in sintesi le principali attività svolte dai tre gruppi che costituiscono il servizio. (Fig. 86).

Gruppo Progettazioni

Per l'esperimento ALEPH si è concluso il progetto del primo strato di contenitori dei rivelatori di muoni compresa la sistemazione dell'elettronica all'interno degli stessi, ed è iniziato lo studio del secondo strato (Fig. 87). Su un contenitore prototipo sono state effettuate le prove di montaggio dei tubi a streamer e delle relative schede dell'elettronica. È iniziata presso una ditta esterna la costruzione del primo strato di contenitori. È stata ideata l'attrezzatura necessaria per montare e posizionare sul barrel i contenitori superiori del primo e del secondo strato.

Per l'esperimento FENICE sono state progettate e realizzate due camere da vuoto con parete sottile di 0.30 e 0.25 mm di spessore (Fig. 88). Si sono effettuati i dovuti collaudi sottoponendo le due camere ad una pressione tripla di quella di esercizio e non si è riscontrato nessun segno di cedimento oltre quello elastico. Si è studiato il rivelatore di vertice con i relativi stampi di assiemaggio (Fig. 89). I problemi per l'incollaggio dei vari componenti sono stati risolti con un opportuno nastro biadesivo. Si è inoltre definito il progetto, della schermatura (casamatta) dei contatori di veto, utilizzando blocchi e opportune travi di cemento con densità raddoppiata. In ADONE si è allestito il basamento nella buca, e si sta lavorando alla sistemazione delle canalette e del pavimento. Nella sala MEA si è realizzato un analogo basamento per le prove di assiemaggio dell'esperimento.

Per l'esperimento MACRO si è studiata la struttura preliminare di un supermodulo campione considerando, oltre ai problemi strutturali e funzionali, anche le esigenze imposte dall'alto grado di sismicità della zona sperimentale.

1	A	B	C	D	E
2	ALEPH	PROGETTI	COSTRUZIONE	INSTALLAZIONE	TOTALI
3	CAD	1370	902	694	2966
4	CDF	620	---	---	620
5	DM	244	742	40	1026
6	FENICE	1046	14	---	1060
7	FI. SA.	1606	1538	450	3594
8	FLUNE	----	10	2	12
9	ICARUS	----	4	----	4
10	I.E.	200	----	----	200
11	L.G.SASSO	----	328	22	350
12	LADON	----	----	24	24
13	LEALE	276	----	----	276
14	LELA	120	----	----	120
15	LYD	----	5	----	5
16	MACRO	176	1541	86	1803
17	OBELIX	768	----	----	768
18	PILOC	430	----	120	550
19	PULS	----	10	----	10
20	PWA	10	156	----	166
21	ROG-RM	----	34	6	40
22	SLD	----	520	88	608
23	SMI	----	10	96	106
24	SPES	----	5	----	5
25	TOFRDUPP	1082	284	146	1512
26	TUBIF.	210	410	150	770
27	TOTALI	285	150	----	435
		8443	6663	1924	17030

Attività SPES 1986

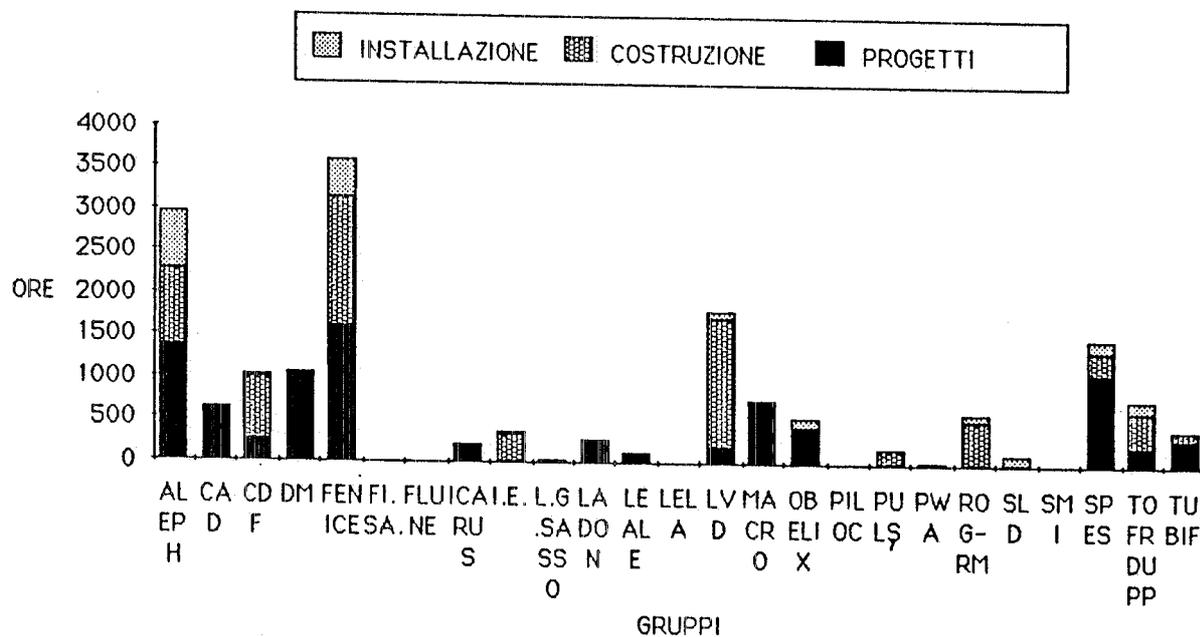


FIG. 86 - Attività del servizio nel 1986. (Ripartizione delle ore lavorative dedicate ai vari gruppi sperimentali).

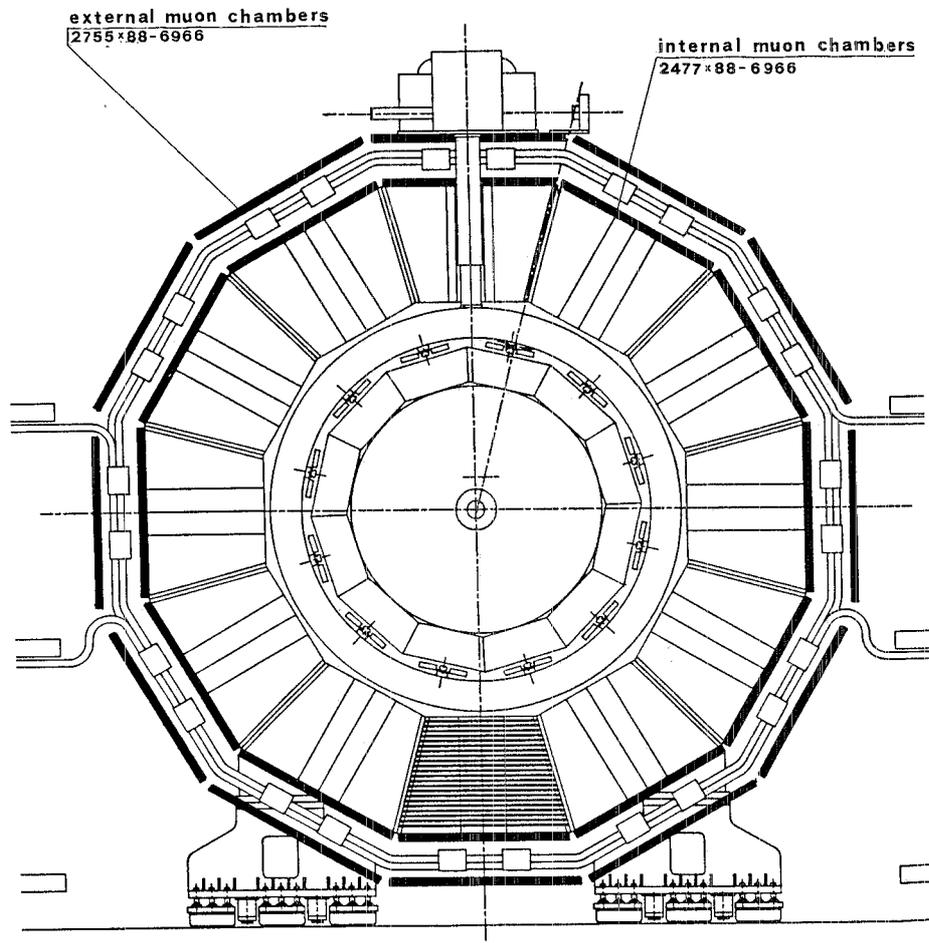


FIG. 87 - Esp. ALEPH — Disposizione delle muon chambers intorno al barrel.

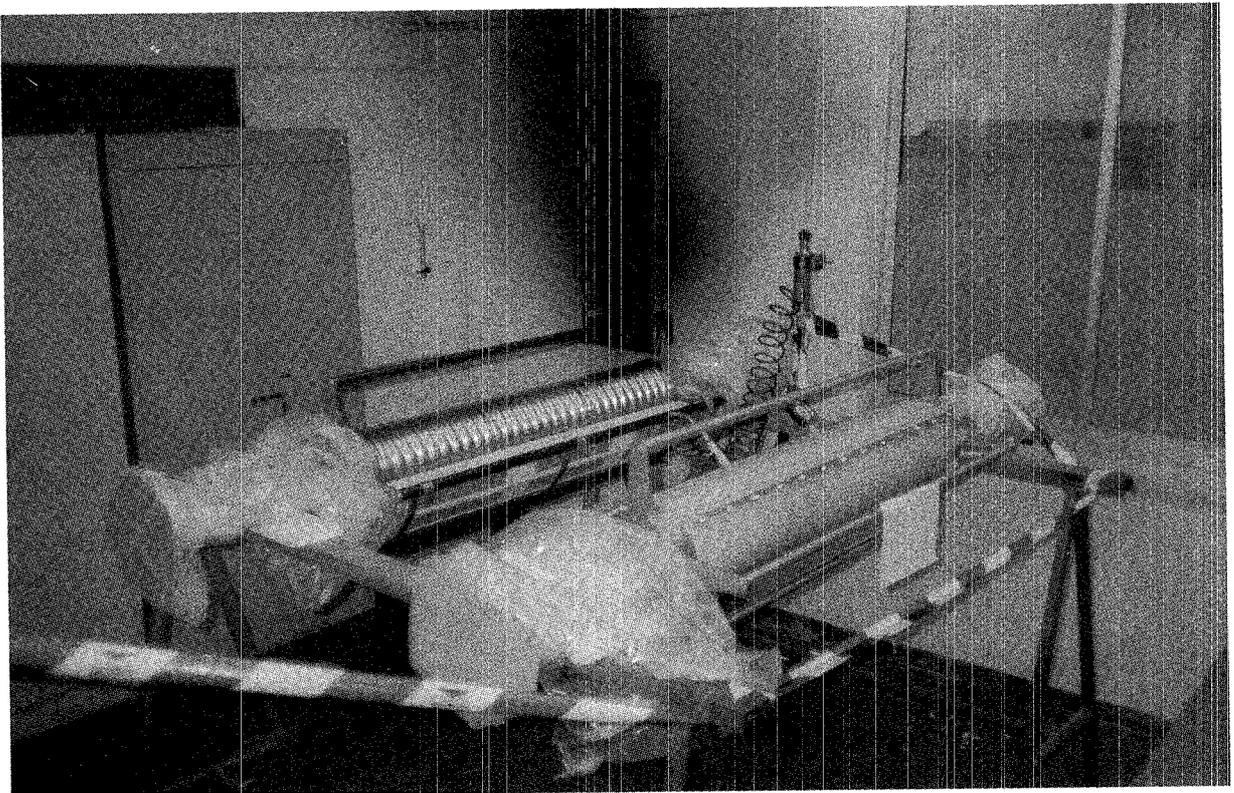


FIG. 88 - Esp. FENICE — Camere da vuoto con parete sottile da 0,25 mm e 0,30 mm.



FIG. 89 - Esp. FENICE — Stampi per l'assiaggio del rivelatore di vertice.

Per l'esperimento OBELIX al LEAR del CERN è iniziato lo studio preliminare del rivelatore dei gamma (HARGD) e si è definito il planning per il montaggio del magnete a campo assiale OAFM.

Per l'esperimento LVD al Gran Sasso è stato ottimizzato il progetto del portatank (contenitore dei scintillatori liquidi) temporaneo,

semplificandone il sistema costruttivo e dimezzandone, a parità di caratteristiche strutturali, il peso. (Fig. 90).

Per il CAD (Computer Aided Design) si è contribuito alla individuazione del pacchetto software più adatto alle varie e multiformi esigenze dell'Istituto partecipando ai lavori della Commissioni CAD meccanico presieduta dal

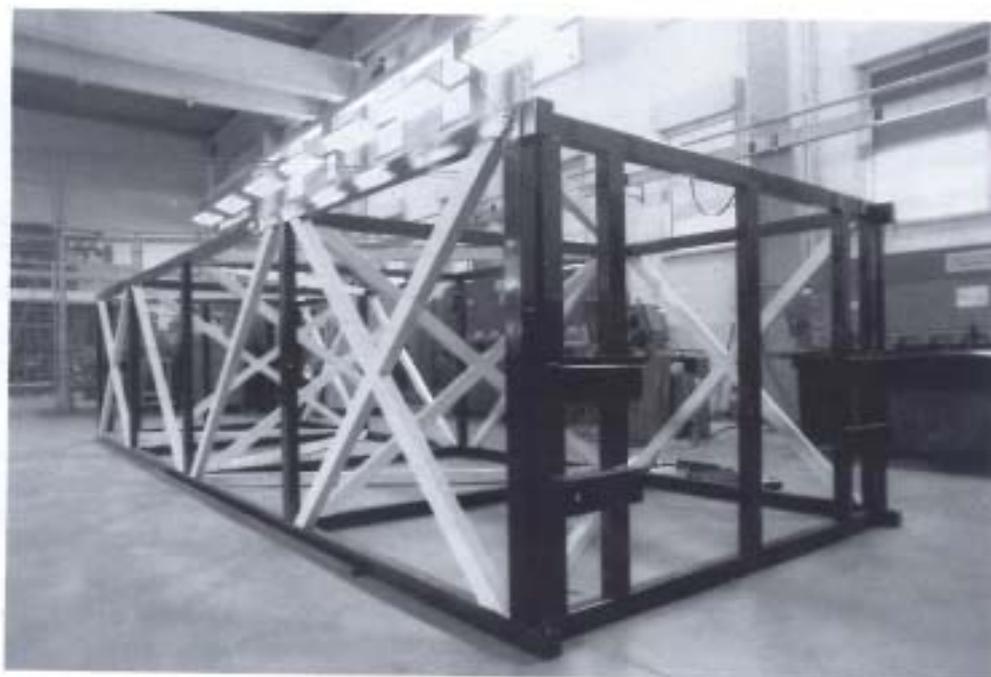


FIG. 90 - Esp. LVD — Prototipo di portatank.

Prof. Santroni. Tale Commissione ha completato il proprio lavoro scegliendo il software della ITALCAD, disponibile per l'installazione sugli hardware a disposizione delle varie sedi ed in grado di utilizzare la modellazione solida. Inoltre si è provveduto all'installazione di due workstations Apollo DN3000, una delle quali di proprietà del SMIV, dopo aver partecipato ad un corso per l'uso del sistema operativo AEGIS. Si è inoltre definito un programma di lavoro che durante il 1987 permetterà ad un nostro progettista e ad uno della Divisione Macchine di raggiungere un buon livello di conoscenza del CAD in modo quindi da avviare un processo di arricchimento degli strumenti del disegno meccanico a nostra disposizione in tempi ragionevoli.

Per quanto riguarda l'attività del Reparto Allineamenti e Metrologia, terminata nell'85 la prima fase di controllo della posizione della

struttura magnetica di ADONE, si è preceduto nell'anno in corso ad un controllo definitivo ed al relativo allineamento delle strutture magnetiche fuori orbita; per le misure si sono utilizzate attrezzature e strumenti automatici ed un computer per i calcoli geodetici i quali hanno apportato un sostanziale cambiamento nella filosofia delle misurazioni, passando dalla tecnica della misura indiretta a quella della misura diretta, migliorando la qualità e l'affidabilità dei risultati (Figg. 91, 92). Altre misure di allineamento sono state eseguite per la nuova camera di Adone, l'esperimento Fenice, la Jet-Target, il gruppo Leale, il gruppo Ladon e l'esperimento CDF al FermiLab. Si sta allestendo inoltre una sala per misure meccaniche per il controllo dimensionale e geometrico di strutture complesse; tale sala è stata recentemente corredata di una macchina per misure tridimensionali.

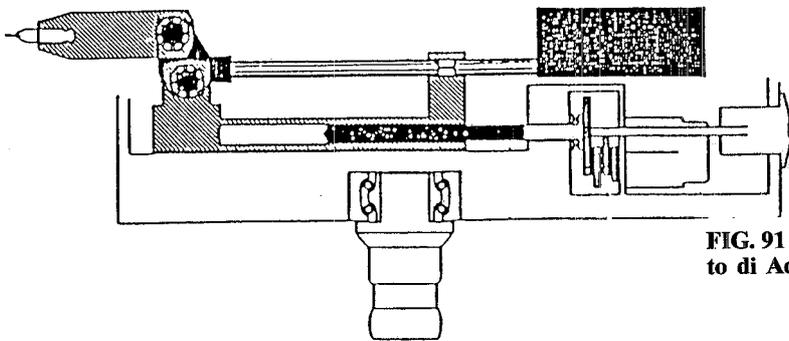


FIG. 91 - Strumento "DISTINVAR" usato per l'allineamento di Adone.

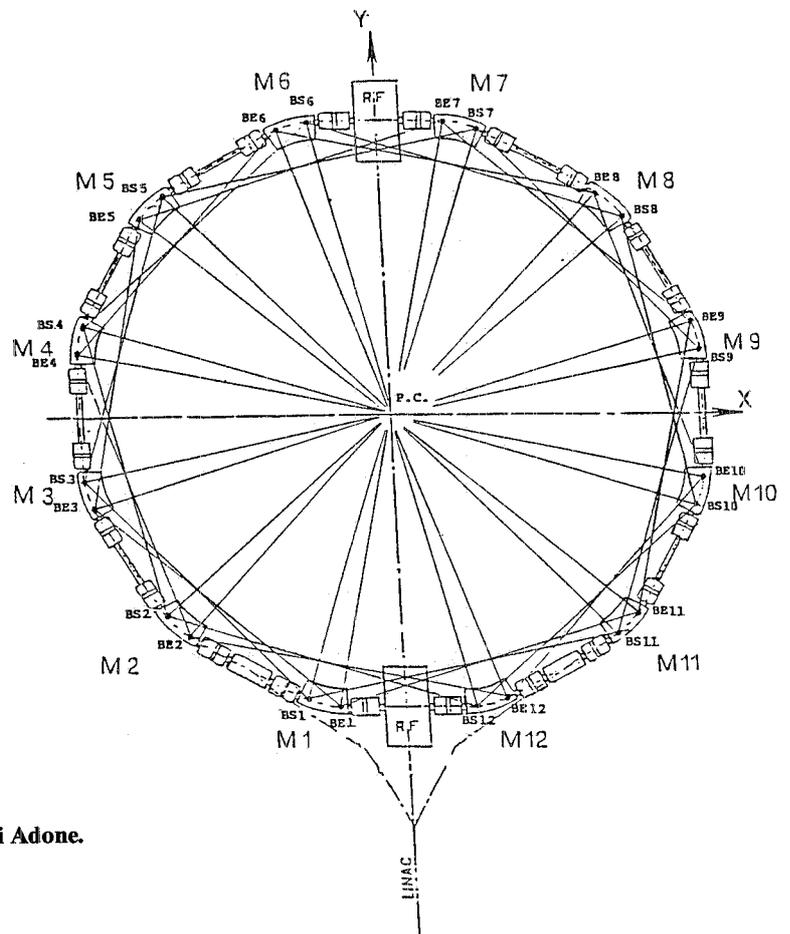


FIG. 92 - Network delle misure di posizionamento di Adone.

Gruppo Costruzioni

Anche per quanto riguarda il Gruppo Costruzioni la attività principale è stata di supporto ai vari esperimenti. Dal punto di vista dell'impegno di tempo i lavori eseguiti per gli esperimenti LVD, ALEPH e FENICE sono quelli che di più hanno coinvolto il Gruppo.

Per l'esperimento LVD sono stati costruiti due prototipi simulatori di portatank ed alcuni tavoli e miscelatori per il test dei tubi.

Per l'esperimento ALEPH, oltre alle modifiche del prototipo del contenitore per i rivelatori dei muoni e ad altri particolari, sono state costruite le attrezzature per il sollevamento ed il posizionamento degli stessi. Si è partecipato inoltre al montaggio dell'esperimento al CERN.

Per l'esperimento FENICE si sono costruiti e montati alcuni particolari, si è costruito il prototipo del rivelatore di vertice e si è collaborato al collaudo della camera da vuoto.

Oltre l'impegno descritto va aggiunto quello, complessivamente cospicuo, che vari altri esperimenti e gruppi ci hanno richiesto, come risulta dal grafico riassuntivo.

Ufficio Acquisti e Magazzino

L'Ufficio Acquisti e Magazzino ha preparato ordini per 575 ML di lire di cui 145 per il Servizio e 430 per conto dei Gruppi sperimentali operanti nei Laboratori. Parallelamente è stata realizzata una radicale ristrutturazione del Magazzino Metalli con l'inserimento di nuovi materiali e componenti e l'incremento di quelli già esistenti. Un altro compito rilevante è stata la registrazione dei prelievi di ambedue i Magazzini dei Laboratori: per il Magazzino Centrale sono stati registrati 11.350 prelievi per un importo di 96 ML, per il Magazzino Metalli 5.620 prelievi per un importo di 55 ML.

Pubblicazioni

- B. Dulach and G. Sensolini, Esp. ALEPH-barrel muons detector, LNF.86/7(NT).
- B. Dulach, Esp. ICARUS.descrizione tecnica del magnete, ICA-86/12.
- B. Dulach e F. Straffi, Magnete ICARUS-descrizione tecnica della soluzione con settori laminati, LNF.86/47(NT).
- J.P. Quesnel, M. Troiani, F. Wei, Alignment net work of ADONE, M53.

- A. Savoia e F. Sgamma, Specchio piano incastrato ad un estremo e deformato secondo un'ellisse, M49.
- F. Wei and M. Troiani, Brief note of ADONE quadrupole align., M52.
- F. Wei and M. Troiani, Aligning the quadrupoles of ADONE, M54.

Gruppo Elettrotecnica

Componenti del gruppo: D. Cosson, G. Fuga (Resp.), F. Lungo, A. Riondino, M. Rondinelli.

Il gruppo ha svolto attività di servizio nella gestione delle reti di distribuzione, delle cabine periferiche e della stazione elettrica. Ha curato lo sviluppo dell'impiantistica elettrotecnica del Centro.

Nel corso dell'86 le realizzazioni più importanti sono state le seguenti:

- Nuovo Motor Control Center per la sala pompe Adone dotato di PLC (Microprocessore programmabile on-line per comando sequenze con possibilità di interconnessione con altri microprocessori).
- Ripetizione in network del suddetto in sala controllo Adone.
- Realizzazione di progetti e disegni con personal computer (vedi Fig. 93).
- Rifacimento cabina Alte Energie dotandola di 2 linee trifasi a 220 e 380 Volt.
- Progettazione e installazione nuova cabina Superconduttività e annessi impianti elettrotecnici per il liquefattore.
- Gruppi statici di continuità per il Centro di Calcolo e Amministrazione.
- Raddoppiamento cabina servizi area Leale.
- Nuova cabina Radio Frequenza.
- Installazione cabina e impianti di potenza per il nuovo alimentatore del magnete Wiggler.
- Rigenerazione oli isolanti e verniciatura delle apparecchiature ad alta tensione 60 kV.
- Progettazione e avvio costruzione nuova cabina per capannone Gran Sasso.
- Progettazione e avvio costruzione dei nuovi quadri di distribuzione per gli edifici: Amministrazione, Direzione, Magazzino, Nuova foresteria e CRAL.
- Alimentazione provvisoria del Centro di Calcolo presso il Laboratorio del Gran Sasso.

A quanto sopra elencato si aggiunge la usuale attività di routine per controlli, manutenzioni, interventi per guasti etc.

Servizio Rivelatori

Componenti servizio: R. Baldini, R. Bonini, G. Catitti, V. Chiarella (Resp.), G. Di Giovanni, R. Di Stefano, A. Di Virgilio, C. Federici, L. Iannotti, D. Pistoni, D. Riondino, G. Sabbatini, A. Tiburzi, S. Valeri.

Ofta

La costruzione dei rivelatori necessari al completamento del calorimetro adronico di ALEPH ed il montaggio meccanico dello stesso al CERN hanno costituito il principale impegno realizzativo dell'OFTA. Per una descrizione più dettagliata si rinvia alla relazione sull'esperimento ALEPH.

È stata altresì assicurata durante l'anno la manutenzione del "tubificio", per quanto di competenza del Servizio, sia al reparto verniciatura che a quello di tessitura.

Un ulteriore sforzo di ottimizzazione delle risorse ha consentito la fornitura di un piccolo supporto anche ad altri esperimenti come MACRO, SLD e FENICE.

Laboratorio Fotografico e Circuiti Stampanti

Le attività di documentazione fotografica, disegni per pubblicazioni tecnico-scientifiche, progettazione masters per circuiti stampati e realizzazioni di prototipi degli stessi è stata svolta regolarmente.

È stata inoltre studiata e progettata una nuova linea chimica per la realizzazione di circuiti stampati in sostituzione di quella attuale ormai obsoleta. La nuova linea dovrebbe entrare in funzione nel 1987, portare migliore qualità nei prototipi di c.s. prodotti e abbreviarne i tempi di consegna.

Pubblicazioni

- (1) G. Catitti et al.: Realizzazione di una macchina per bloccare a caldo i fili anodici di tubi plastici a streamer limitato. LNF-86/8(NT).
 - (2) M. Anelli et al.: Una attrezzatura automatica per la costruzione di tubi a streamer. LNF-86/10(NT).
- M. Preger, Parametri di massima per un F.E.L. infrarosso su di un anello di accumulazione di bassa energia. FEL-1, 22/5/1986.

- M. Preger, Effetto del wiggler di damping sulle funzioni ottiche nel piano verticale per il FEL infrarosso. FEL-2, 22/5/1986.
- M. Preger, Intrabeam scattering, vita media per effetto Touschek ed allungamento anomalo per l'anello di accumulazione per il FEL infrarosso. FEL-3, 23/5/1986.
- A. Savoia, F. Sgamma, Specchio piano incastrato ad un estremo e deformato secondo una ellisse. M-40, 26/5/1986.
- F. Wei, Results of the survey of the Adone magnets. M-50, 27/5/1986.
- Fuqiang Wei, Analysis of the survey Adone results. M-51, 27/5/1986.
- S. Tazzari, Organizzazione dati sugli elementi magnetici per uso nei calcoli delle strutture "ottiche". G-91, 29/5/1986.
- C. Biscari, Inserimento di un wiggler di damping nell'anello di accumulazione per il FEL infrarosso. FEL-4, 17/6/1986.
- E. Gianfelice, Correzione dell'orbita chiusa di Adone col metodo dei minimi quadrati; risultati numerici. SC-124, 23/6/1986.
- S. Kulinski, B. Spataro, F. Tazzioli, M. Vescovi, Linac for Afrodite. AF-1, 25/6/1986.
- P. Patteri, F. Tazzioli, The Afrodite booster. AF-2, 26/6/1986.
- S. Tazzari, e± injection systems. AF-3, 27/6/1986.
- C. Biscari, Anello di accumulazione per il FEL ad infrarosso. FEL-5, 7/7/1986.
- M.E. Biagini, S. Guiducci, Ottimizzazione del punto di lavoro per Afrodite "empty-FODO" a 6 periodi (AF11c). AF-4, 8/7/1986.
- F.Q. Wei, M. Troiani, Brief note of Adone quadrupole alignment. M-52, 16/7/1986.
- P. Patteri, F. Tazzioli, Stima dei costi del booster AFIN02 per Afrodite. AF-5, 18/7/1986.
- P. Patteri, F. Tazzioli, Booster per Afrodite — valutazione del 24/6/1986. AF-6, 23/7/1986.
- M. Pelliccioni, Valutazione preliminare delle schermature per il progetto Afrodite. AF-7, 24/7/1986.
- M.E. Biagini, S. Guiducci, TBA a 16 periodi. AF-8, 24/7/1986.
- E. Gianfelice, Programma per la correzione on-line dell'orbita chiusa di Adone. SC-125, 30/7/1986.
- S. Tazzari, Philosophy and cost of the injection system for carst. AF-9, 27/7/1986.
- C. Biscari, Struttura AF11d per Afrodite. AF-10, 1/9/1986.
- S. Kulinski, F. Tazzioli, Comments on recirculation scheme ad injector chain for Afrodite. AF-11, 1/9/1986.
- C. Biscari, E. Gianfelice, Correzione dell'orbita chiusa della struttura AF11d. AF-12, 3/9/1986.
- S. De Simone, S. Fortebracci, M. Serio, Amplificatori accordati. SC-126, 19/9/1986.
- J.P. Quesnel, M. Troiani, F.Q. Wei, Alignment net work of Adone. M-53, 10/10/1986.
- F.Q. Wei, M. Troiani, Aligning the quadrupoles of Adone. M-54, 12/10/1986.
- E. Gianfelice, S. Guiducci, M. Preger, M. Serio, M. Vescovi, Risultati delle misure sulla struttura LELA. RM30, 28/10/1986.

- S. De Simone, E. Gianfelice, S. Guiducci, S. Pella, M. Preger, M. Serio, Correzione dell'orbita di errore in Adone. RM-31, 29/10/1986.
- M. Serio, Campionamento e misure magnetiche. Applicazione al wiggler superconduttore. MM-18, 30/10/1986.
- S. Kulinski, B. Spataro, F. Tazzioli, Linac for Afrodite — solutions with pulse compression. AF-13, 30/10/1986.
- M. Preger, Misura delle frequenze di betatrone con i monitor a bottone. SC-127, 6/11/1986.
- P. Baldini, R. Boni, S. De Simone, Discriminatore di fase per feedback di baricentro. RF-58, 20/11/1986.
- V. Chimenti, G. Turchetti, Impianto da vuoto di Afrodite. AF-14, 27/11/1986.
- M.E. Biagini, C. Biscari, Struttura ECG16. AF-15, 2/12/1986.
- P. Patteri, Booster da 3 GeV per Afrodite. AF-16, 3/12/1986.
- G. Saxon, A preliminary survey of possible options for the RF system of afrodite. AF-17, 4/12/1986.
- C. Biscari, S. Guiducci, Struttura CG16. AF-18, 3/12/1986.
- A. Aragona, S. Faini, Afrodite: cooling system. AF-19, 15/12/1986.
- M.A. Preger, Misura del campo magnetico generato dalle bobine di correzione nei magneti di Adone. SC-128, 15/12/1986.

Attività

Componenti del gruppo: M.L. Ferrer, A. Martini.

Tecnici: O. Ciaffoni, M. Pistoni, M.A. Spano-Melorio.

Le risorse di calcolo locale hanno subito una svolta importante durante l'anno 1986. Da una configurazione quasi completamente centralizzata con un calcolatore VAX 8600 in cluster con un controllore di memorie di massa (12 Mbytes di memoria centrale, 5 dischi di circa 2.5 Gbytes di capacità complessiva e 3 unità a nastro magnetico), si è passato ad una configurazione che (utilizzando la rete Ethernet che copre attualmente tutte le aree di ricerca e servizi dei laboratori) offre capacità di calcolo locale lì dove si è identificato il bisogno e nello stesso tempo condivide le risorse con il resto delle installazioni. Un elenco dei calcolatori installati entro Dicembre '86 è rappresentato in Fig. 94 dove appaiono i diversi tronconi di rete Ethernet e le zone coperte. Non appaiono in figura ma sono in via di installazione:

- un micro-VAX II per gli esperimenti STARNET e HEPNETII.
- un micro-VAX II dedicato al calcolo del gruppo teorico.
- un DECNET-router con 5 porte per gestire i seguenti collegamenti DECNET, attualmente serviti dal VAX 8600.
 - * LNF — INFN Roma (9600 bps).
 - * LNF — CNAF (9600 bps).
 - * LNF — Laboratorio Gran Sasso (9600 bps).
 - * LNF — INFN Roma (48000 bps).

Sui Terminal servers (modelli 100 e 200) sono installate stampanti seriali tipo DEC LA210 dove sono aperte code di stampa che possono essere utilizzate da tutta la rete, e sono in installazione una stampante laser QMS e due stazioni grafiche Apollo per CAM.

Il collegamento verso la rete pubblica, ITA-PAC, avviene attraverso il VAX 8600 utilizzando il software PSI V4.0 e un'interfaccia sincrona su DMF32.

La gestione software dell'interfaccia per il telex ITA-03 dell'Eurotech che è stata realizzata presso il Centro è anche installata sul VAX 8600.

Nel mese di Novembre '86 sono stati completati presso i Laboratori i test di installazione del software DEC per mail elettronico standard ISO/OSI X400. Questo software permetterà lo scambio di posta elettronica con qualsiasi calcolatore collegato alla rete pubblica e che implementa lo standard X400. La Commissione Calcolo Nazionale che studia la migrazione verso lo standard ISO/OSI di comunicazione della rete INFNET prevede che l'INFN diventi ufficialmente un dominio X400 all'inizio dell'anno 1987 con un Gateway verso la rete INFNET nel nodo CNAF di Bologna.

Il software di Gateway X400 è completamente trasparente verso la rete in modo da non limitare l'uso della posta da parte dei calcolatori diversi da quello dove il Gateway è installato.

Per mail elettronico e file transfer verso e da altri nodi non collegati alla rete INFNET (DECNET) è utilizzata la rete EARNET/BITNET attraverso i nodi di Pisa (CNUCE e INFN), Bologna (CINECA e CNAF) e CERN. Essendo aumentata la richiesta d'uso di EARNET da parte dei laboratori dovuta alla collaborazione con laboratori di ricerca negli U.S.A., è stato deciso di realizzare un nodo EARNET presso il VAX 8600. A tal fine sono state fatte richieste al Comitato EARNET e alla SIP per l'installazione della linea telefonica. L'inserimento in rete avverrà attraverso il nodo IRMIAS, Centro di Astrofisica del CNR distante circa 500 m dalla nostra sede.

I programmi di espansione per l'anno 87 prevedono:

— Estensione della memoria centrale del VAX 8600 fino a 20 Mbytes.

— Disco RA82.

— Stazioni di lavoro grafico tipo VAX-star da prossimo annuncio.

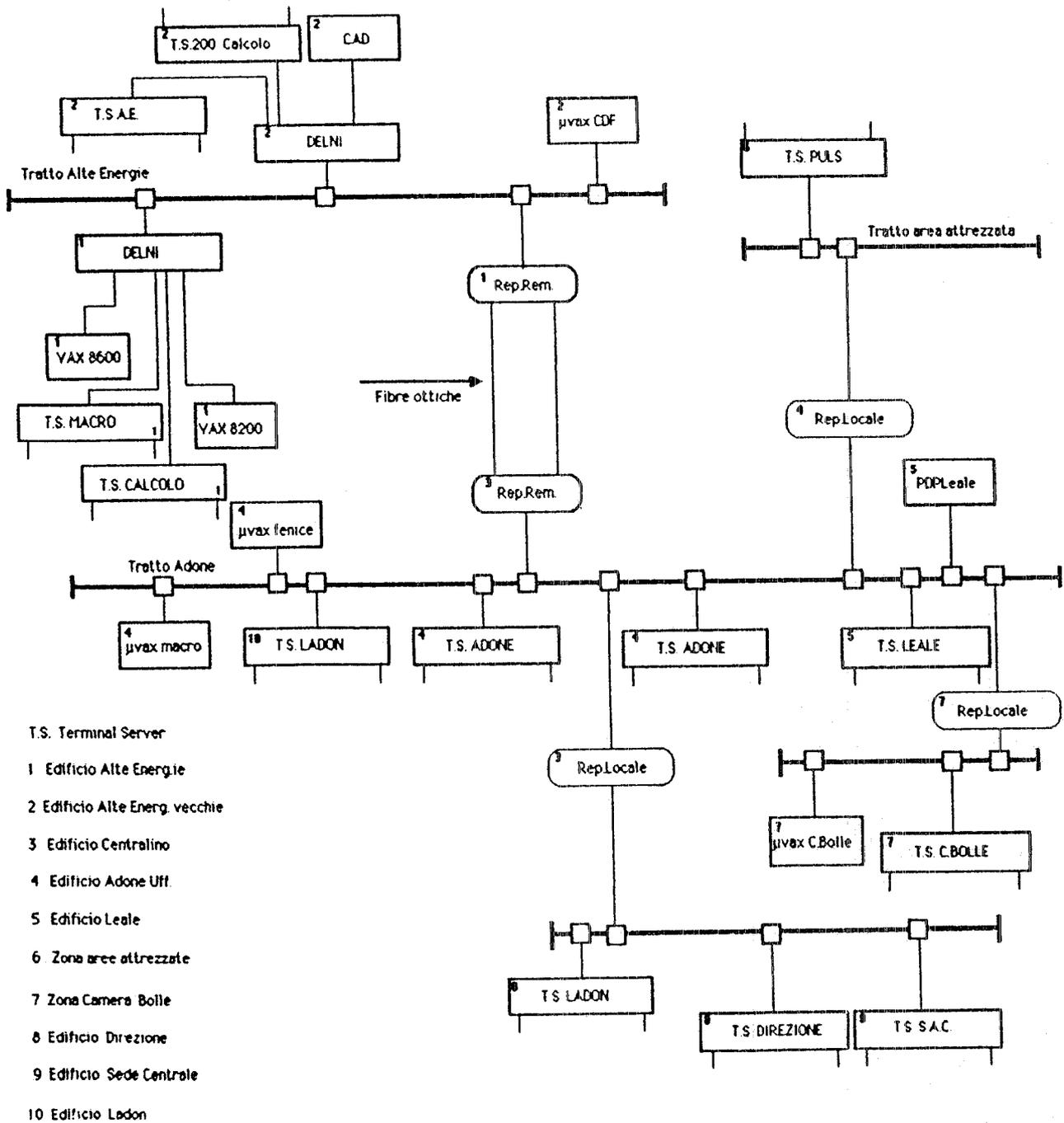


FIG. 94 - L.N.F. rete ETHERNET.

Telecomunicazioni al Laboratorio del Gran Sasso

Componenti del gruppo: O. Ciaffoni, M.L. Ferrer, M. Pistoni, L. Trasatti.

Fra le attrezzature di base che si stanno installando al Laboratorio del Gran Sasso particolare importanza rivestono gli apparati per telecomunicazioni che dovranno gestire i contatti fra il laboratorio sotterraneo e l'esterno. I servizi da fornire vanno da semplici canali telefonici a canali dati a 64 Kbit/sec., a canali dedicati ad alta velocità per i vari esperimenti, fino allo studio di reti su area locale (Ethernet) e su area metropolitana (MAN). Su questi argomenti i Laboratori Nazionali di Frascati stanno collaborando attivamente con il nuovo laboratorio.

Il mezzo trasmissivo utilizzato, dopo una lunga serie di contatti con varie industrie, è costituito da fibre ottiche contenute in un cavo speciale costruito dalla Pirelli. Il cavo contiene 100 fibre monomodali a bassissima at-

nuazione (.4 dB/Km) e larghissima banda. L'installazione del cavo e dei primi canali trasmissivi e relativa manutenzione saranno a carico della SIP la quale ha offerto interessanti possibilità di collaborazione.

Per quanto riguarda l'interno del laboratorio sotterraneo si è studiata una rete secondaria interna che dovrà servire i vari esperimenti con canali fonia, video e dati. All'esterno, invece, è stato installato un VAX 11/780 con un Router che gestisce le comunicazioni con il mondo esterno. È già funzionante un collegamento a 9600 Baud con i Laboratori di Frascati e quindi con la rete INFNET.

Studio e progettazione continuano sia per quanto riguarda i canali dedicati per i singoli esperimenti (ad esempio il progetto ICARUS richiederà circa 50 canali fibra a 100 Mbit/sec.) sia per quanto riguarda le reti. In questo ambito, è stato realizzato un accordo di collaborazione tecnica con la DEC per lo studio di una estensione delle capacità dei Bridge Ethernet a distanze maggiori di quelle standard e senza diminuire la velocità della rete.

SERVIZIO FISICA SANITARIA

Componenti: R. Centioni, M. Chiti, A. Esposito, A. Gentile, M. Pelliccioni.

Ospiti: P. Bianco, K. Parthasaradhi.

Istituzioni esterne: USL RM 29.

Nel corso del 1986, il Servizio Fisica Sanitaria ha come di consueto assicurato la sorveglianza fisica della radioprotezione nei L.N.F. in ottemperanza a quanto previsto dalla vigente normativa di legge.

Nell'ambito di tale attività, le più importanti azioni assicurate, oltre naturalmente a quelle di routine, hanno riguardato: la stesura di un regolamento per le sicurezze dei canali di luce di sincrotrone; lo studio dei problemi di radioprotezione per i nuovi canali BX2-S e BX2-L; la cura delle pratiche autorizzative per il nuovo monitor di dimensioni dei fasci e per quello dell'esperimento Fenice; la richiesta di rinnovo della licenza di esercizio per le macchine dei L.N.F.; gli studi per il progetto Jet Target e per il completamento verso l'alto della schermatura di Adone.

Si è inoltre assicurata la collaborazione per i problemi di radioprotezione del Laboratorio Nazionale del Gran Sasso.

Per quanto attiene le attività di studio, sono stati portati a compimento i seguenti lavori: progetto preliminare delle schermature per la macchina di Trieste; studio delle nuove grandezze operative ai fini del calcolo dell'attenuazione dei neutroni nei materiali di schermo; studio dosimetrico della gas-bremsstrahlung in Adone; misure di concentrazione di ozono e di ossidi di azoto prodotti dal fascio di elettroni del linac (in collaborazione con la USL RM29); misure di radioattività nei materiali da impiegare per il completamento del Laboratorio del Gran Sasso.

Merita infine ricordare che il disastro nucleare di Chernobyl ha impegnato il gruppo in un gran numero di misure, alcune delle quali effettuate in collaborazione con l'ENEA, e aventi per oggetto le più svariate matrici am-

bientali. Parte di queste rilevazioni sono tuttora in corso con l'obiettivo di studiare il trasferimento della radioattività dall'ambiente all'uomo attraverso talune catene alimentari.

Pubblicazioni

- (1) A. Esposito, M. Pelliccioni e G. Sciocchetti, Ulteriori misure di radioattività naturale per il laboratorio del Gran Sasso del INFN. LNF-86/13(R).
- (2) A. Esposito, M. Pelliccioni, Gas Bremsstrahlung production in the Adone storage ring. LNF-86/23(NT).
- (3) M. Pelliccioni, New trends in radiation protection dosimetry. Physics in Environmental and Biomedical Research, pag. 385, 1986.
- (4) A. Esposito, M. Pelliccioni, Provvedimenti di radioprotezione per il canale BX1 del laboratorio PWA. LNF-86/42(R).
- (5) M. Pelliccioni, A. Zanini, Neutron attenuation curves in ordinary concrete using various radiation protection quantities. Inviato per pubblicazione su Radiation protection Dosimetry.
- (6) P. Bianco, A. Esposito, M. Pelliccioni, Radiation induced toxic gas. Inviato per pubblicazione su Health Physics; e LNF-86/50(P).
- (7) A. Esposito, Misure di radioattività nei campioni di materiali da utilizzare per le strutture interne del laboratorio nazionale del Gran Sasso dell'INFN. LNF-86/60(R).
- (8) M. Pelliccioni, Valutazione preliminare delle schermature per il progetto Afrodite. Divisione Macchine-Memorandum Interno AF-7.

SERVIZIO DI MEDICINA DEL LAVORO

Nell'anno 1986 il Servizio di Medicina del lavoro (S.M.L.) dei L.N.F. ha effettuato la sorveglianza medica preventiva, periodica e straordinaria per il Personale dipendente o equiparato che svolge attività con esposizione professionale al rischio da radiazioni ionizzanti (D.P.R. n. 185/1964). Il S.M.L. ha effettuato inoltre i controlli sanitari e di igiene ambientale per i rischi convenzionali (D.P.R. n. 303/1956).

Dette attività di Medicina del lavoro comprendono indagini cliniche utili anche ai fini dello screening di malattie a significato medico-sociale.

Accanto agli aspetti più propriamente operativi, il S.M.L. ha svolto attività di studio e di approfondimento nel campo della Medicina del Lavoro e della Radioprotezione medica.

Il Gruppo di ricerca "CARIOPEPR" ha concluso con la pubblicazione di un rapporto scientifico una prima fase di studio di un sistema di screening automatico per la dosimetria citogenetica. Il Gruppo di ricerca, composto da esperti di ematologia e di radioprotezione medica (Medicina del Lavoro INFN, USL Roma 29, gruppo ENEA) e da esperti di riconoscimento di immagini e di utilizzo del PEPR (gruppo INFN), è stato formalizzato in data 14.7.1982 a seguito dell'approvazione del progetto della USL Roma 29 inserito nel programma "Ricerca finalizzata sulla nocività da radiazioni ionizzanti" (Legge regionale n. 62 del 16.6.1986). È stato elaborato il documento "Criteri di comportamento nell'uso continuo dei terminali video", allo scopo di fornire direttive igienico-sanitarie in attesa che le competenti Autorità Nazionali emanino una specifica normativa in materia.

Infine, è stato effettuato uno studio analitico sui limiti di esposizione professionale ai campi magnetici statici, in vista dell'avvio di una facility per misure su magneti superconduttori presso l'attuale Laboratorio criogenico.

SERVIZIO DOCUMENTAZIONE

Componenti del gruppo: L. Invidia, G. Leoni, M. Pacifici e G. Romagnoli S. Stipcich (Resp.).

La Biblioteca ha avuto nel corso dell'anno un incremento di circa 400 volumi. Ai libri acquistati su segnalazione vanno aggiunti volumi pervenuti alla Biblioteca per donazione o scambio. Gli abbonamenti a riviste non hanno subito particolari variazioni, tranne la tendenza ad aumentare le riviste in dotazione ai vari gruppi. Il totale è di 146 titoli complessivi. La computerizzazione della Biblioteca è ormai definitiva per tutto il catalogo dei libri e per la gestione dei prestiti. Il lavoro fatto per provvedere all'automazione e la possibilità di utilizzare procedure per ricerche bibliografiche viene descritto in una nota pubblicata a tale scopo [LNF-84/7(NT) Revised Version 1985].

Nel 1986, il Servizio Documentazione, è stato potenziato con l'acquisto di apparecchiature Macintosh comprensive di Hard Disk, driver e stampanti: "Image Writer" e "Laser Plus"; con i programmi relativi alla elaborazione dei testi e all'impaginazione.

Visto il crescente numero di questi computers, la Documentazione ha fatto la scelta che sembrava la più idonea, al fine di accelerare i tempi di composizione e quindi di stampa, eliminando perlomeno la correzione della bozza. I risultati sono stati abbastanza soddisfacenti, considerando che ciò ha comportato una modifica sostanziale all'organizzazione del lavoro data la nuova metodologia.

I lavori curati sono stati 112, 40 dei quali per le Sezioni dell'INFN. Si è curata anche la composizione di circa 35 lavori inviati per la pubblicazione alle riviste e per i Proceedings delle Conferenze.

Il Servizio ha pubblicato, nel corso dell'anno, i seguenti Proceedings:

- "5^a Sessione dell'International Seminar on Nuclear War";
- "Super Conducting Linear Accelerators" (v. elenco pubblicazioni).

Inoltre il Servizio Documentazione, ha partecipato all'organizzazione della Conferenza Internazionale su "Biophysics and Synchrotron Radiation", tenutasi a Frascati dal 14 al 16 Luglio 1986, nonché ha curato la composizione e la stampa del programma e del libro degli Abstracts.

Si sono allacciati rapporti di collaborazione con la Computime per l'automazione della "mailing list" del Servizio in modo da snellire le spedizioni estere, nazionali ed interne.

Si sta concludendo il catalogo delle pubblicazioni dei LNF, su VAX, per la consultazione e la ricerca automatica, che entrerà in vigore nei primi mesi del 1987.

Continua lo scambio delle pubblicazioni con circa 50 Istituti italiani e 250 stranieri.

PUBBLICAZIONI

- 1(P) A. Rindi, F. Celani: MEASURING VERY LOW NEUTRON FLUX UNDERGROUND — Some statistics reminders and practical considerations.
- 2(P) G. Preparata: UNDERSTANDING THE YANG MILLS GROUND STATE: THE ORIGIN OF COLOUR CONFINEMENT, Submitted to Europhys. Lett.
- 3(P) R. Bernabei, G. Giordano, G. Matone, et al.: DEUTERON PHOTODISINTEGRATION TOTAL CROSS SECTION BETWEEN 15 and 75 MeV. *Su Phys. Rev.: TOTAL CROSS SECTION FOR DEUTERON PHOTODISINTEGRATION BETWEEN 15 AND 75 MeV.*, *Phys. Rev. Lett.* 57, 1542 (1986).
- 4(P) G. Battistoni, G. Bencivenni, P. Campana, B. D'Ettoire Piazzoli, P. Laurelli, G. Mannocchi, P. Picchi: A HIGH VOLTAGE NETWORK FOR STREAMER TUBES, *NIM A251*, 286 (1986).
- 5(P) M. Preger, B. Spataro, R. Bernabei, M.P. De Pascale, C. Schaerf: MONOCHROMATIC AND POLARIZED TAGGED LADON GAMMA RAY BEAMS, *NIM A249*, 299 (1986).
- 6 A. Mafecki, L. Satta: COHERENT DAMPING OF EXCITATIONS IN NUCLEAR COLLISIONS FROM THE ENERGYWEIGHTED INELASTIC SUM RULE, *Phys. Rev. C33*, 382 (1986).
- 7(NT) B. Dulach: BARREL μ DETECTORS FOR ALEPH EXPERIMENT.
- 8(NT) G. Catitti, G. Corradi, A. Di Virgilio, L. Iannotti, G. Nicoletti, G. Sabatini, M. Santoni, A. Tiburzi, S. Valeri: REALIZZAZIONE DI UNA MACCHINA PER BLOCCARE A CALDO I FILI ANODICI DI TUBI PLASTICI A STREAMER LIMITATO.
- 9(NT) G. Corradi: MISURATORE INDIRECTO DELLA TENSIONE MECCANICA DI FILI CONDUTTORI.
- 10(NT) M. Anelli, R. Bonini, G. Catitti, V. Chiarella, G. Corradi, U. Denni, A. Di Virgilio, L. Iannotti, P. Laurelli, G. Nicoletti, D. Pistoni, G. Sabbatini, M. Santoni, A. Tiburzi, S. Valeri: UNA ATTREZZATURA AUTOMATICA PER LA COSTRUZIONE DI TUBI A STREAMER.
- 11(NT) S. De Simone: REALIZZAZIONE DI CIRCUITI STAMPATI CON COMPUTER.
- 12(P) E. Etim, A. Mafecki, L. Satta: A NEW DEFINITION OF THE DIFFRACTIVE LIMIT WITH APPLICATIONS TO pp and pp SCATTERING, *Phys. Letters* 184B, 99 (1987).
- 13(R) A. Esposito, M. Pelliccioni, G. Sciocchetti: ULTERIORI MISURE DI RADIOATTIVITÀ NATURALE PER IL LABORATORIO DEL GRAN SASSO DELL'INFN.
- 14(P) A.F. Grillo, A. Segui: CENTAUROS FROM CYGNUS X-3, Submitted to the *Astrophys Sorn.*
M. Benfatto, C.R. Natoli, A. Bianconi, J. Garcia, A. Marcelli, I. Davoli: THREE PARTICLE CORRELATION FUNCTION OF METAL IONS IN TETRAHEDRAL COORDINATION DETERMINED BY XANES, *Sol. State Comm.* 58, 595 (1986).
- 16(R) A. Rindi, F. Celani, F. Cardone, S. Mozzi, M. Lindozzi, A. Pecchi: NEW MEASUREMENTS OF NEUTRON FLUX IN THE GRAN SASSO.
- 17(P) E. Etim: TAUBERIAN THEOREMS FOR THE BOREL SUMMABILITY AND ANALYTIC CONTINUATION OF THE ASYMPTOTICS OF QCD SUM RULES, Submitted to *Jour. of Math. Phys.*
- 18(P) M. Greco: BHABHA SCATTERING NEAR THE Z_0 PACS: 12.10.Ck, *Phys. Lett.* B177, 97 (1986).
- 20(R) B. Barbiellini, G. Barbiellini: UNIFICAZIONE DELLE FORZE FONDAMENTALI.
- 21(P) G. Preparata: QCD AND THE DYNAMICS OF CONFINEMENT: A PROBLEM THAT IS BEING SOLVED, *Proc. of Int. Conf. on "a European Hddrou Facility (Mainz 1986) Ed. by the Waldenz.*
- 22(R) RAPPORTO DI ATTIVITÀ 1985.
- 23(NT) A. Esposito: GAS BREMSSTRAHLUNG PRODUCTION IN THE ADONE STORAGE RING.
E. Burattini, A. Balerna, E. Bernieri, C. Mencuccini, R. Rinzivillo, G. D'Alba and P. Fornasini: ADONE WIGGLER BEAM LINES PROGRESS REPORT, *NIM A246*, 125 (1986).
- 25(NT) A. Balerna, S. Mobilio, A. Merlini: EXAFS IN A DISPERSIVE MODE. I: Theory and performances of cylindrically bent crystal.
- 26(P) S. Bertolucci, M. Cordelli, M. Curatolo, B. Esposito, P. Giromini, S. Miscetti and A. Sansoni: INFLUENCE OF MAGNETIC FIELDS ON THE RESPONSE OF ACRYLIC SCINTILLATORS, Submitted to *Nucl. Instr. & Meth.*
- 27(P) T.K. Gaisser, A.F. Grillo: EVOLUTION OF STRUCTURE FUNCTIONS AND UPWARD NEUTRINO INDUCED MUON SIGNAL IN UNDERGROUND EXPERIMENTS, Submitted to *Phys. Rev. D.*
- 28(P) Y.N. Srivastava, A. Widom, Xuening WU: THE VACUUM POLARIZATION EQUATION OF STATE IN QUANTUM ELECTRODYNAMICS, Submitted to *Nuovo Cimento.*
- 29(R) M. Albicocco, M. Anghinolfi, N. Bianchi, G.P. Capitani, P. Corvisiero, E. De Sanctis, E. Durante, C. Guaraldo, V. Lucherini, P. Levi Sandri, L. Mattera, V. Muccifora, E. Polli, A.R. Reolon, G. Ricco, M. Sanzone, M. Taiuti, U. Valbusa, A. Viticchié, A. Zucchiatti et al.: PROPOSTA DI REALIZZAZIONE DI UN FASCIO DI FOTONI "MARCATI", PRODOTTI DALLA BREMSSTRAHLUNG DEGLI ELETTRONI DI ADONE SU UNA JET TARGET.
- 30(R) V. Muccifora, E. De Sanctis: REALIZZAZIONE DI UN FASCIO DI FOTONI "ETICHETTATI", *Tesi di Laurea.*
- 31(P) G. Pancheri, Y.N. Srivastava: QCD JETS: A PERTURBATIVE APPROACH LOW p_T -PHYSICS, Talk given at the workshop on Physics Simulation at high Energy, Madison Wisconsin (May, 1986).

- 32(P) F. Palumbo: THE SCISSORS MODE, Lectures given at the Brasov Intern. Summer School Symmetries and Semiclassical Features on Nuclear synanics Poiana Brasov, (September 1986).
- 33(P) G. Bartalocci, G. Basini, F. Bongiorno, A. Codino, M. Ricci and P. Spillantini: TOROIDAL COIL CONFIGURATIONS FOR A LARGE ACCEPTANCE SPACE SPECTROMETER PACS: 94.80, Nuovo Cimento 9c, 953 (1986).
Yu.A. Batusov, C. Guaraldo, A. Maggiora: ANTI-PROTON ANNIHILATION ON Ag/Br NUCLEI, Europhys. Lett. 2 (2) 115 (1986).
- 35 J.J. Rehr, C.R. Natoli: NEW HIGH ENERGY APPROXIMATION FOR X-RAY-ASSORBTION NEAR EDGE STRUCTURE, Phys. Rev. 34B 4350 (1986).
- 36(P) C.R. Natoli, M. Benfatto: A UNIFYINE SCHEME OF INTERPRETATION OF X-RAY ABSORPTION SPECTRA BASED ON THE MULTIPLE SCATTERING THEORY, Journ. de Physique Colloque C8, 11 Supp. au n° 12 Tome 47 (1986).
- 37(P) I. Peruzzi: LIFETIME MEASUREMENTS IN e^+e^- ANNIHILATION, Lectures gives at the: XIV Intern. Winter Meetingon Fundamental Physics" San Felice de Guixol Spain (March 1985).
A. La Monaca, M. Iannuzzi, R. Messi: SMALL ANGLE X-RAY SCATTERING EXPERIMENTS WITH THREE-DIMENSIONAL IMAGING GAS DETECTORS, Physics in Enviromental and Biomedical Research pp. 49-52 (1986).
- 39 M. Belli, E. Bernieri, E. Burattini, et al.: CHARACTERIZATION OF METAL SITES IN NUCLEIC ACIDS BY HIGH-RESOLUTION X-RAY SPECTROSCOPY, c.s. pp. 33-42.
M. Pelliccioni: NEW TRENDS IN RADIATION PROTECTION DOSIMETRY, cs. pp. 385-392.
- 41(P) G. Battistoni, C. Gustavino, F. Ronga and S. Torres: EAS WITH PLASTIC STREAMER TUBES AND OTHER GAS DETECTORS PACS: 29.10 — Instrumentation, Talk given at the workshop HE-UHE Beavior of accreting X-Ray Souress Vulcano (May 1986).
- 42(R) A. Esposito, M. Pelliccioni: PROVVEDIMENTI DI RADIOPROTEZIONE PER IL CANALE BX1 DEL LABORATORIO PWA.
- 43(P) A.N. Antonov, P.E. Hodgson, A. Mafecki, I. Zh. Petkov: A STUDY OF SHORT-RANGE CORRELATION EFFECTS ON NUCLEAR SPATIAL AND MOMENTUM DISTRIBUTION PACS: 21.60, Submitted to Z. Phys. A.
- 44(P) E. Etim, L. Schulke: STOCHASTIC QUANTISATION AND KILLING SYMMETRIES OF RANDOM SYSTEMS, Submitted to Phys. Letters.
- 45(P) E. Etim, A. Mafecki: ANALYTICITY CONSTRAINTS AND ABSENCE OF MULTIPLE DIPS IN ELASTIC pp AND pp SCATTERING, Submitted to Phys. Lettes B.
- 46(P) F. Celani, A. Saggese, S. Pace and G. Rubino: VOLTAGE INDUCED VARIATIONS OF THE TUNNEL BARRIER IN Nb/Pb JUNCTIONS, Presented at the Applied Superconductivity Conf. Baltimore (September 1986); and is published on IEE Claus.on magnetics.
- 47(NT) B. Dulach, F. Straffi: MAGNETE ICARUS: Descrizione tecnica della soluzione con settori laminati.
G.Barbiellini, C. Santoni: EXPERIMENTAL STATUS OF WEAK INTERACTIONS, Rivista Nuovo Cimento vol. 9 N° 2 (1986).
- 49(P) G. Giordano, G. Mattone: FROM LIGHT MODULATION TO COMPLETE MODE-LOCJING IN AN AGRON-ION LASER, Submitted to Applied Optics.
- 50(P) P. Bianco, A. Esposito, M. Pelliccioni: RADIATION INDUCED TOXIC GAS, Submitted to Health Phys.
G. Auriemma, H. Bilokon, A.F. Grillo: HIGH-ENERGY NEUTRINO EMISION FROM BINARY X-RAY SOURCES PACS: 94.40. — Cosmic rays, Nuovo Cemnto 9N. 12 451 (1986).
- 52 Y.N. Srivastava, A. Widom: ELECTROWEAK SIGNALS IN CIRCUITS, Phys. Letters 176, 199 (1986).
- 53(R) A. Widom: RETARDATION FORCE ON A DIRAC MONOPOLE PASSING THROUGH CONDENSED MATTER DETECTORS.
- 54(P) E. De Sanctis, M. Anghinolfi, A. Bertocchi, N. Bianchi, G.P. Capitani, P. Corvisiero, C. Guaraldo, P. Levi Sandri, V. Lucherini, L. Mattera, V. Muccifora, E. Polli, A.R. Reolon, G. Ricco, P. Rossi, M. Sanzone, M. Taiuti, G. Urcioli, U. Valbusa and A. Zucchiatti: FORWARD AND BACKWARD DEUTERON PHOTODINTEGRATION CROSS SECTION AND A TAGGED PHOTON BEAM FROM BREMSSTRAHLUNG ON AN ARGON JET TARGET, Invited at the European workshop au Few-Body Physics "Theoretical and Experimental Investigations of Hadionie Few-body Systems, (Roma 1986).
- 55(P) M.Greco: RADIATIVE CORRECTIONS TO e^+e^- REACTIONS AT LEP/SLC ENERGIES, Submitted to Nuovo Cimento.
- 63 M.G. Catanesi, R. Baldini, G. Battistoni, C. Bencivenni, G. Bologna, P. Campana, G. Capon, F. Celani, V. Chiarella, A. Ciocio, B. D'Ettore-Piazzoli, G. Felici, P. Laurelli, G.P. Mannocchi, G.P. Murtas, G. Nicoletti, M. Pallotta, P. Picchi et al.: PERFORMANCE OF A LIMITED STREAMER TUBE HADRON CALORIMETER, NIM A247, 438 (1986).
- 64 M. Ambrosio, P. Patteri, M. Preger, et al.: PROGRESS REPORT ON THE LELA EXPERIMENT, NIM A250, 239 (1986) TAHOE CITY.
- 65 A. Balerna, S. Mobilio: DYNAMIC PROPERTIES AND DEBYE TEMPERATURES OF BULK Au AND Au CLUSTERS STUDIED USING EXTENDED X-RAY-ABSORPTION FINE-STRUCTURE SPECTROSCOPY, Phys. Rev. B34, 2293 (1986).
- 66 G. Apollinari, S. Bertolucci, M. Cordelli, M. Curatolo, B. Dulach, B. Esposito, P. Giromoni, S. Miscetti, A. Sansoni et al.: POSITION SENSITIVE SILICON DETECTORS INSIDE THE TEVATRON COLLIDER, NIM A252, 467 (1986) VIENNA.
- 67 G. Apollinari, S. Bertolucci, M. Cordelli, M. Curatolo, B. Dulach, B. Esposito, P. Giromoni, S. Miscetti, A. Sansoni et al.: CONSTRUCTION AND PERFORMANCE OF SILICON DETECTORS FOR THE SMALL ANGLE SPECTROMETERS OF THE COLLIDER DETECTOR OF FERMILAB, NIM A253, 537 (1986) MUNICH.
- 68 G. Basini, F. Bongiorno, M. Ricci, P. Spillantini et al.: SEARCH FOR ANTIMATTER IN COSMIC RADIATION. A MATTER-ANTIMATTER SPACE SPECTROMETER, Nuovo Cim. 93A, 311 (1986).

- 69 M. Ambrosio, P. Patteri, M. Preger: OPTICAL CAVITY OF THE ADONE THE EXPERIMENT, NIM A246, 63 (1986) STANFORD.
- 70 D. Bisello, A. Antonelli, R. Baldini, S. Calcaterra, G. Capon et al.: A MEASUREMENT OF $\eta_c \rightarrow \emptyset\emptyset$ IN THE RADIATIVE DECAY OF THE J/ψ (DM2 Collaboration), Phys. Letters 179, 289 (1986).
- 71 D. Bisello, A. Antonelli, R. Baldini, S. Calcaterra, G. Capon et al.: SEARCH OF GLUEBALLS IN THE $J/\psi \rightarrow \gamma \emptyset\emptyset$ DECAY (DM2 Collaboration), Phys. Letters 179, 294 (1986).
- 72 J. Banaigs, J. Berger, P. Berther, G. Bizard, M. Boivin, M. De Sanctis, J. Duflo, F.L. Fabbri, R. Frascaria, L. Goldzahl, P. Picozza, F. Pouin, L. Satta: INELASTIC SCATTERING OF PARTICLES ON LIGHT NUCLEI AT $P_a = 7.0$ GeV/C PACS: 25.55.Ci, Phys. Rev. C35, 9 (1986).
- 73 G. Battistoni, P. Campana, V. Chiarella, A. Ciocci, E. Iarocci, G.P. Murtas, G. Nicoletti, L. Satta, L. Trasatti, E. Bellotti, E. Fiorini, C. Liguori, P. Negri, A. Pullia, S. Ragazzi, M. Rollier, L. Zanotti, G. Bologna, C. Castagnoli, B. D'Ettore-Piazzoli, P. Galeotti, G. Mannocchi, P. Picchi, O. Saavedra, D.C. Cundy and M.J. Price: CONTAINED EVENTS IN THE MONT-BLANC NUCLEON STABILTY EXPERIMENT, Nuovo Cimento 9C 182 81986).
- 74 J.J. Rehr, R.C. Albers, C.R. Natoli, E.A. Stern: NEW HIGH-ENERGY APPROXIMATION FOR X-RAY-ABSORPTION NEAR-EDGE STRUCTURE, Phys. Rev. B34, 4350 (1986).

Proceedings

Proceeding of the International Seminar an Nuclear war, 5th Session: SDI, COMPUTER SIMULATIONS, NEW PROPOSALS TO STOP THE ARMS RACE, Erice, August 19-24, 1985 (Edited by W.S. Neuman and S. Stipcich).

Proceedings of the International Meeting ou "Super Conducting Linear Accelerators", Frascati 13-14, 1986 (Edited by S. Stipcich).

FRASCATI NATIONAL LABORATORIES

By size and funds, the National Laboratories of Frascati (LNF) are the most important operating unit of the National Institute for Nuclear Physics (INFN).

Research activities at LNF include low and high energy nuclear physics, atomic and solid state physics experiments with synchrotron light, superconductivity programs, theoretical physics and general physics activities.

These activities are performed on a local base or within Italian or international collaborations, exploiting the LNF accelerators (Linac and Adone) or those of external laboratories.

LNF activities are organized in three Divisions: the Research Division concerned with individual experiments; the Machines Divisions which takes care of the running and upgrading of the on-site accelerators, and also does R & D in accelerator physics; the Technical Division which is concerned with the design and realization of components for the experiments and machines.

Activities on-site do include experiments with the γ -ray beams of the Leale and Ladon groups, experiments at Adone (free electron laser and the measurement of the electromagnetic form factor of the neutron) and experiments with synchrotron light.

This latter activity is governed by an INFN-CNR agreement which allows many external users to have access to the LNF facilities.

External activities consist mainly in participating with large international collaborations in particle physics at the accelerator of Cern, Hamburg (Hera), Orsay and Saclay in Europe, and those at Stanford (SLC) and at Fermi-Lab (Tevatron) in the USA.

Moreover, the LNF contribute with research groups and the support of the Technical Division to the preparation of the three large experiments (Icarus, LVD, Macro) now in program at the Gran Sasso underground Laboratory.

The theoretical group activities are mostly focussed in areas in close connection with the

experimental ones ($p\bar{p}$, e^+e^- colliders physics, physics of monopoles and cosmic rays, solid state physics) but do also include general field theory.

By the end of 1986 the LNF staff was composed of 274 people, including 76 researchers, beyond these, researchers and technicians from Universities and students preparing their thesis are working in the laboratories.

The 1986 budget was of 30 billion Italian lire (including 3.6 for machines and running services, 11.7 for equipment and 14.7 for research).

* * *

The scientific results obtained during 1986 are highlighted in the contributions by the individual experiments to this report. In the following the most significant achievements of the year are illustrated.

The activity of the new cryogenic laboratory has started with the operation of the first helium liquifier ever installed in the LNF. The cryogenic laboratory provides basic support to the superconductivity program, whose first objective is the realization of a superconducting wiggler for Adone. This magnet is now being built at Ansaldo. Further developments include the study of superconducting cavities and linear accelerators.

In mid-86, during an Adone shutdown of about 4 months, a new vacuum chamber was installed, equipped with new beam position monitors. These allow the measurement of the Adone closed orbit in about a minute. Work to newly operate Adone with two beams has been pursued (rebuilding of the positron injection channel, new positron converter etc.). A new Linac injector (gun + prebunching section) was received at the end of the year. A new RF transmitter has been put into operation and the new 51 Mhz RF cavity is under test.

The synchrotron light experiments exploit both the standard beam from the Adone ben-

ding magnets (Puls beam) and the beam from the wiggler magnet (PWA beam). Beyond the running of the experiments, a large fraction of work is dedicated to the upgrading of the beam lines and the attached instrumentation. Two new lines have been approved for the Puls group: the first one will be a high flux line in the far ultraviolet and soft X-ray region; the second one will operate in the 2-10 eV region and will be dedicated to biological studies (especially using temporal fluorescence spectroscopy). The PWA laboratory, operating since 1985, has started experiments on the X-ray line. The other two lines BX2-S and BX2-L (the latter is dedicated to X-ray lithography) are near completion together with the relative experimental stations.

The Jet target program has also started. This program foresees the installation in the Adone straight section of a gaseous Argon jet target to produce a bremsstrahlung γ -ray beam. The energy of the beam photons will be measured by a system of tagging scintillators.

The Obelix experiment, to study \bar{p} -p interactions at Lear (search for glueballs, hybrid or exotic states, etc.), has been approved.

To improve the energy resolution of the Landon beam, a tagging system employing microstrip detectors is being studied. The same group is also studying the possibility of producing low energy coherent and polarized X-rays by Compton diffusion of laser photons and electrons in the e.m. field of a wiggler magnet.

The CDF group has started the data taking at FermiLab.

The Central Computer Group has developed an Ethernet network which now almost entirely covers the laboratory area. This network connects many microVax systems devoted to single activities to the central Vax-8600 and also integrates the Megatek graphics station bought by the Cdf group for the display of the Collider events.

Amongst work in progress for the experiments currently under preparation, one should mention:

- The Aleph group has completed the construction of the barrel of the hadron calorimeter within schedule. The apparatus is now under test at Cern in the ex Hall Bebc.
- The mounting of the external electromagnetic calorimeter of the Flatev experiment is near to completion at FermiLab.
- A thin wall vacuum chamber for Adone and the streamer tubes vertex detector have been built for the Fenice experiment.
- Production of streamer tubes at the dedicated workshop has gone on; also for the hadron calorimeter of the SLD experiment and for the LVD experiment at Gran Sasso.
- The superconducting coil for the Zeus experiment will be built by Ansaldo according to the specifications and under the supervision of INFN, in collaboration with the Enea department of Frascati.