

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-59/17 (1959)

F. Amman, R. Toschi: I LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI DEL
COMITATO NAZIONALE PER LE RICERCHE NUCLEARI.

Estratto da: Ingegneria Nucleare, 4, 2 (1959)

FERNANDO AMMAN & ROMANO TOSCHI

**I Laboratori Nazionali di Frascati
del Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari**

ESTRATTO DA: «INGEGNERIA NUCLEARE», ORGANO UFFICIALE
DELL'ASSOCIAZIONE NAZIONALE DI INGEGNERIA NUCLEARE

ANNO 1959 - N. 4

EDIZIONE ISTITUTO PROPAGANDA INTERNAZIONALE
VIA FRIULI N. 32 - MILANO - TEL. 559.141 (tre linee urbane)

I Laboratori Nazionali di Frascati del Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari

FERNANDO AMMAN & ROMANO TOSCHI

Viene descritto per sommi capi l'elettrosincrotrone costruito nei Laboratori Nazionali di Frascati ed entrato in funzione nei mesi scorsi; sono accennati i problemi tecnici affrontati e risolti nella sua realizzazione. Infine vengono schematicamente esposte le esperienze che saranno compiute in un prossimo futuro col sincrotrone.

1 - Introduzione

I Laboratori Nazionali di Frascati, situati a circa 3 km a valle di Frascati ed a 23 km da Roma, sono sorti per ospitare l'elettrosincrotrone da 1.000 MeV la cui realizzazione è dovuta all'iniziativa dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e allo sforzo finanziario del Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari.

Le vicende che hanno condotto alla costruzione dell'elettrosincrotrone hanno avuto inizio il 6 febbraio 1953, quando il Consiglio Direttivo dell'INFN decise, su proposta del suo Presidente, la realizzazione di una macchina acceleratrice di particelle, di energia uguale o maggiore di 500 MeV.

Per l'attuazione di questo progetto fu costituito un apposito gruppo di lavoro che, in attesa di una decisione circa la sede definitiva, iniziò la sua attività presso l'Università di Pisa.

Le caratteristiche della macchina furono fissate in linea di massima tenendo conto del-

le due analoghe già esistenti (ambedue negli U.S.A., presso il California Institute of Technology e presso la Cornell University), con l'intento naturalmente di ottenere prestazioni migliori.

Molti furono i progetti di massima elaborati sino all'autunno 1954, data in cui, in base agli elementi raccolti, venne decisa la costruzione di un

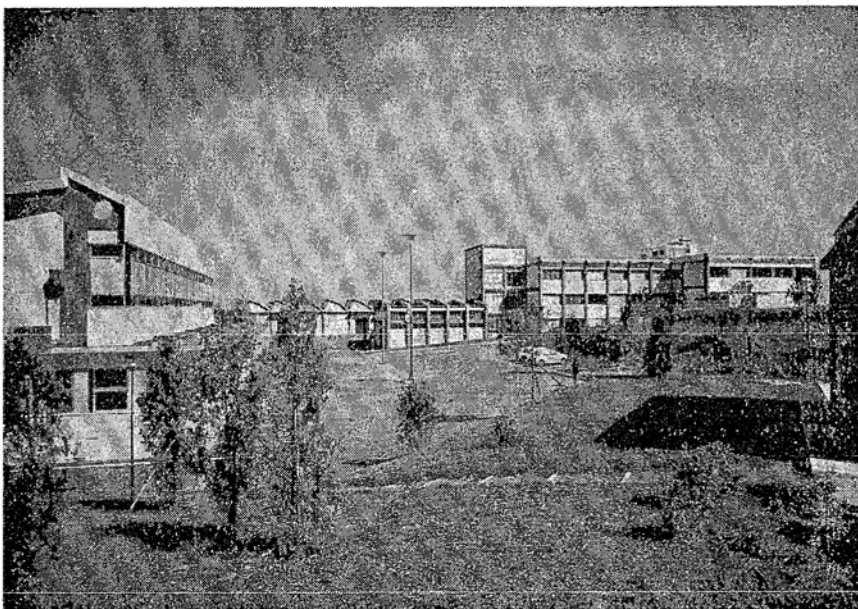


Fig. 1 - Laboratori Nazionali di Frascati: l'edificio del sincrotrone, l'officina meccanica e l'edificio dei laboratori.

Dr. Ing. Fernando Amman e Dr. Ing. Romano Toschi, dei Laboratori Nazionali di Frascati del Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari.

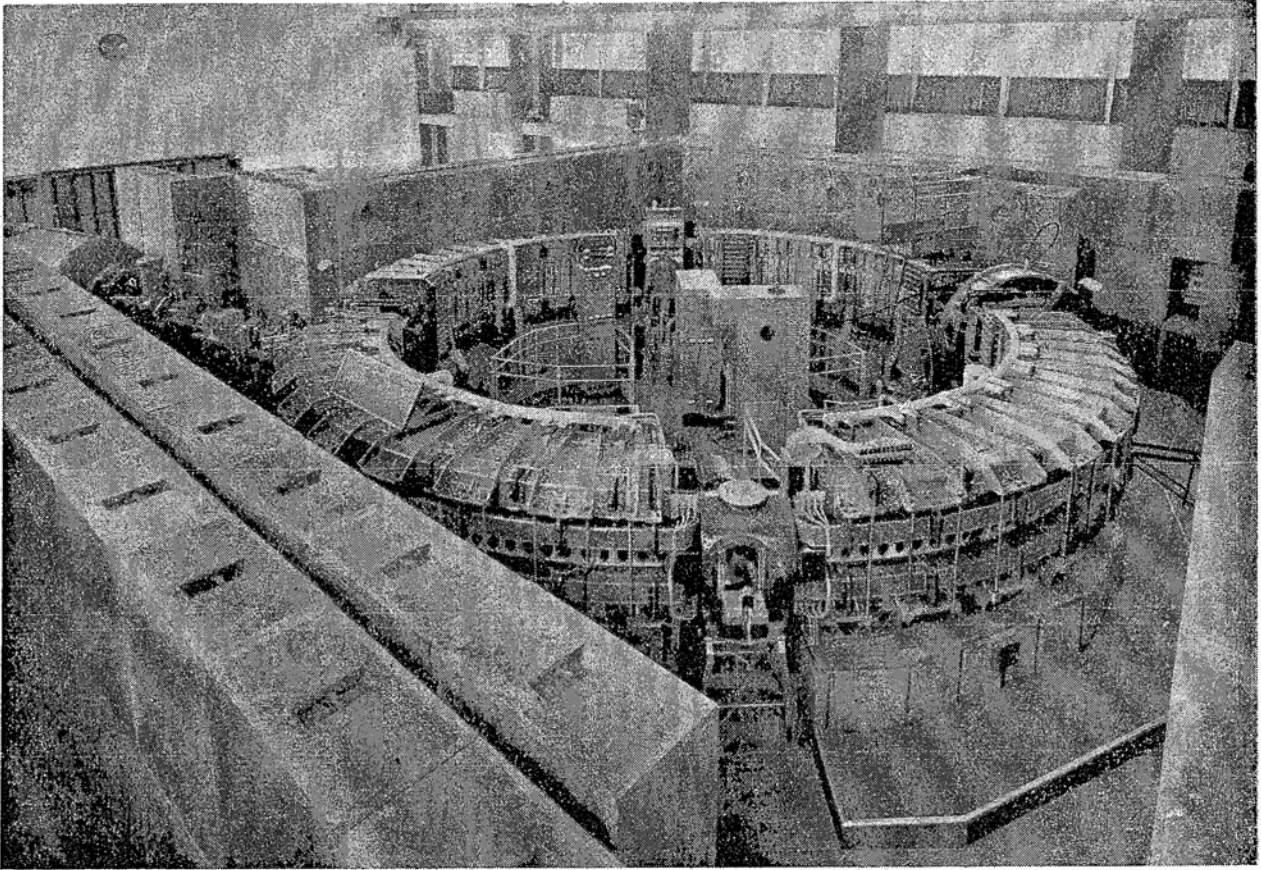


Fig. 2 - Vista d'insieme del sincrotrone.

elettrosincrotrone con energia massima $1000 \div 1100$ MeV, del tipo a focalizzazione debole. Alla stessa epoca venne pure decisa la sede definitiva, in seguito alla cessione di un terreno da parte del Comune di Frascati al CNRN ed ai notevoli contributi promessi da Enti e Amministrazioni varie qualora l'acceleratore fosse stato situato nei pressi di Roma.

Più intensi divennero, di conseguenza, i contatti e gli scambi con le più qualificate industrie nazionali invitate a concorrere all'appalto per la costruzione delle varie parti del sincrotrone. Contemporaneamente il gruppo di lavoro si trasferiva a Roma presso l'Istituto di Fisica; il successivo trasferimento nella sede definitiva di Frascati, nel giugno 1957, segnava la data di nascita ufficiale dei Laboratori Nazionali di Frascati del CNRN.

Il magnete, il suo impianto di alimentazione, e l'impianto di vuoto sono opera dell'industria italiana che, superando nella realizzazione difficoltà tecniche non indifferenti, si è acquistata una notevole e ormai internazionalmente riconosciuta esperienza in questo particolare settore. Nei Laboratori Nazionali sono stati costruiti direttamente la camera a vuoto o "ciambella", gli impianti a radio-frequenza e

tutte le apparecchiature di controllo elettronico della macchina.

Le prime prove d'iniezione di elettroni nella macchina vennero iniziate nel novembre 1958; il successivo 19 dicembre venivano raggiunti i 300 MeV ed il 9 febbraio i 1000 MeV. L'intensità di elettroni accelerati è ora circa 5 volte maggiore della massima intensità raggiunta con le altre due macchine analoghe già citate (ambidue lavorano alla stessa energia di $1000 \div 1100$ MeV); con ulteriori miglioramenti si conta di poter aumentare ancora l'intensità. In prima approssimazione si può dire che il tempo macchina occorrente per una determinata esperienza è proporzionale all'intensità di elettroni accelerati; l'alta intensità raggiunta con il sincrotrone di Frascati permetterà quindi un maggior numero di esperienze ed addirittura esperienze su eventi con probabilità così piccole da richiedere tempi proibitivi con altre macchine.

Sotto questo punto di vista i Laboratori Nazionali di Frascati offrono ai fisici italiani e di tutto il mondo uno strumento nuovo, il cui contributo nella ricerca fondamentale potrà essere assolutamente originale.

2 - Generalità e dati caratteristici dell'elettrosincrotrone

Le macchine acceleratrici nucleari si costruiscono per imprimere una elevata energia cinetica alle particelle elementari cariche; con il nostro sincrotrone vengono accelerati elettroni sino ad una energia di 1000 MeV.

Questi elettroni, urtando contro un bersaglio, danno luogo ad emissioni di radiazioni γ aventi uno spettro continuo da 0 a 1000 MeV (bremsstrahlung), le cui interazioni con la materia costituiscono l'oggetto delle ricerche.

L'elemento fondamentale del sincrotrone è il magnete: nel traferro del magnete si trova un tubo a forma di toro, che è la camera a vuoto, o "ciambella", nella quale circolano gli elettroni. Essi devono infatti muoversi entro un ambiente ove sia mantenuto un vuoto di circa 10^{-6} mm di mercurio, onde evitare che vengano deviati dagli urti contro le molecole di aria.

Il magnete, opportunamente alimentato, crea nella zona occupata dalla "ciambella" un campo magnetico variabile nel tempo il cui compito è quello di mantenere gli elettroni su una data orbita. Il campo magnetico cresce nel tempo proporzionalmente alla quantità di moto degli elettroni. Esso deve avere inoltre opportune proprietà focheggianti sugli elettroni in modo che essi non si discostino oltre un certo limite dall'orbita di equilibrio prefissata.

Il compito di accrescere l'energia cinetica degli elettroni è affidata ad un campo elettrico alternato localizzato in due punti della ciambella entro cavità risonanti, sincronizzato con la frequenza di rotazione degli elettroni.

Gli elettroni vengono immessi nella "ciambella" già dotati di un'energia di 2,5 MeV; la preaccelerazione è effettuata con un generatore Van de Graaff.

I comandi e i controlli delle varie parti del sincrotrone sono centralizzati nella sala controllo, adiacente alla quale è la sala conteggio, in cui sono raccolte le apparecchiature elettroniche delle esperienze in corso col sincrotrone (fig. 3).

Riportiamo qui i principali dati caratteristici dell'elettrosincrotrone di Frascati.

a) Fascio di elettroni

Energia finale degli elettroni accelerati: 1.000 MeV.

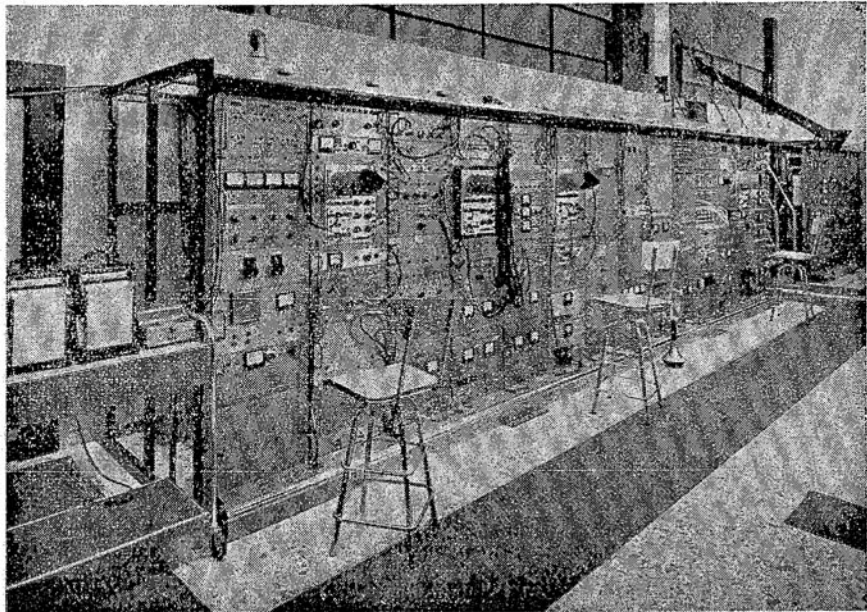


Fig. 3 - La sala controllo del sincrotrone.

Numero di elettroni accelerati per impulso (al 15.5.59): circa 5×10^9

Frequenza di ripetizione degli impulsi: 20 al sec

b) Magnete

Numero delle unità magnetiche (apertura 90°): 4

Numero delle sezioni diritte: 4

Raggio di curvatura dell'orbita principale in un settore magnetico: 3,60 m

Lamierino in acciaio al silicio Armco Di-Max 19 (spessore 0,35 mm)

Dimensioni del traferro: $0,227 \times 0,086$ m

Peso complessivo del ferro: circa 100 t

Peso complessivo del rame: circa 10 t

Potenza dissipata nel rame e nel ferro: circa 155 kW

Campo magnetico massimo sull'orbita principale: $0,926 \text{ Wb/m}^2$

Campo magnetico sull'orbita principale all'iniezione: $0,0027 \text{ Wb/m}^2$

Durata di un ciclo di accelerazione: 0,025 sec

Valore di picco dell'energia magnetica immagazzinata nel traferro: 265 kJoule

c) Alimentazione del magnete

Alimentazione: corrente alternata sinusoidale sovrapposta ad una componente continua

Potenza dell'alternatore monofase a 20 Hz : 510 kVA

Potenza del generatore a c.c. 315 kW

Valore di picco dell'energia immagazzinata nel banco di condensatori: 95 kJoule

Induttanza di protezione: 53 mH

d) *Ciambella ed impianto di vuoto*

Dimensioni esterne della ciambella: $0,23 \times 0,078$ m
Materiale usato: araldite caricata con quarzo
Pompe rotative: 4 da $60 \text{ m}^3/\text{h}$ ciascuna
Pompe a diffusione: 4 da $3.000 \text{ l}/\text{sec}$ ciascuna

e) *Iniettore*

Tipo Van de Graaff - Energia di iniezione: $2,5 \text{ MeV}$.
Stabilizzazione del valore medio della tensione:
 $\pm 0,1\%$
Isolamento in gas compresso ($\text{N}_2 + \text{CO}_2$) a 20 at

f) *Impianto a Radio-Frequenza*

Cavità acceleratrici: 2
Intervallo di frequenza della prima cavità (RF_1):
 $42,6 \div 43,7 \text{ M Hz}$
Frequenza costante della seconda cavità (RF_2):
 $43,7 \text{ M Hz}$
Tensione di picco della cavità RF_1 : 8 kV
Tensione di picco della cavità RF_2 : 75 kV

3 - Il Magnete

Le dimensioni del magnete sono legate, fissata l'energia massima degli elettroni che si vuole ottenere, al massimo campo realizzabile senza distorsioni ed alle dimensioni scelte per il traferro (fig. 4).

Il magnete è costituito da 4 quadranti ottenuti affiancando 64 settori curvi di lamierini, incollati con araldite, della lunghezza di circa 30 cm ciascuno.

Nei quattro spazi liberi fra i quadranti sono sistemati il deflettore degli elettroni provenienti dall'iniettore, le due cavità risonanti ed il bersaglio.

I settori sono montati su viti calanti che ne permettono un accurato livellamento.

Le bobine di eccitazione di ciascun quadrante sono di 12 spire di conduttore composto da 42 piattine trasposte (per diminuire le correnti parassite) e raffreddate da due guaine di rame saldate a due tubi in cui circola acqua. Le bobine sono assicurate al ferro del magnete mediante un sistema di tiranti che ne impedisce le vibrazioni.

Le espansioni polari sono distanziate da colonnine in

steatite lavorate con alta precisione in modo da garantire la costanza dell'ampiezza del traferro entro qualche centesimo di millimetro e sono fissate mediante elementi di gomma compressi (fig. 5).

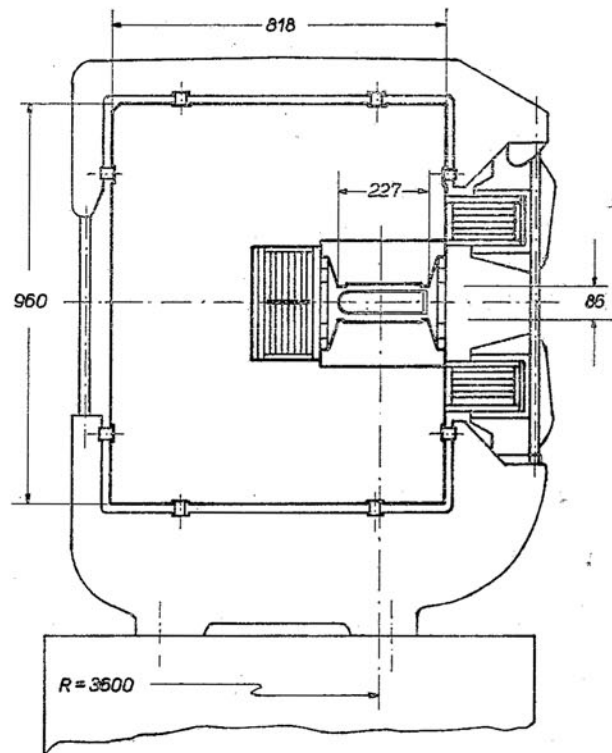


Fig. 4 - Sezione del magnete.

Il campo magnetico nel traferro deve seguire con molta precisione una certa legge, e ciò è particolar-

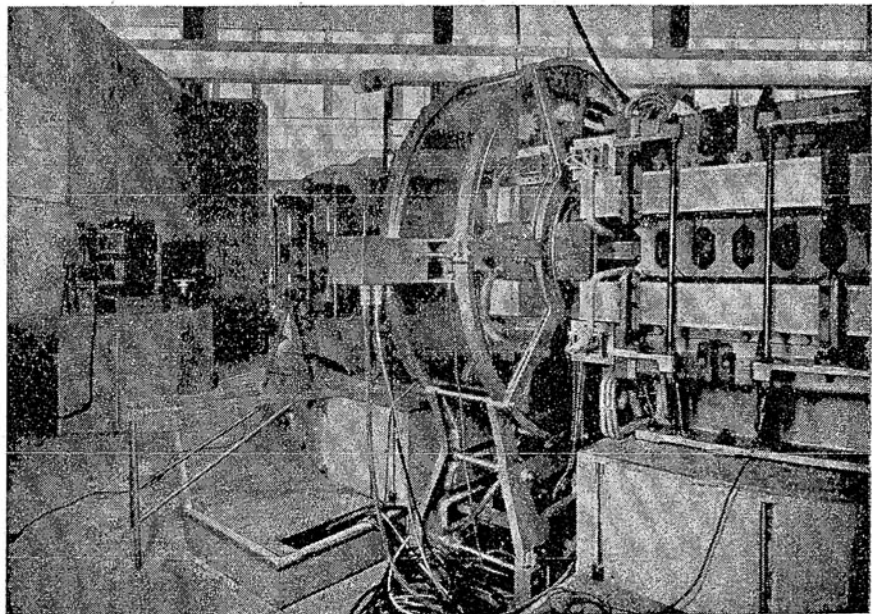


Fig. 5 - Particolare del magnete e cavità a frequenza modulata (RF_1).

mente necessario a bassi campi, quando più forti sono gli effetti che ne perturbano l'andamento (campi residui, campi dovuti a correnti parassite nel rame e nel ferro, disomogeneità nel ferro). Sotto le espansioni polari, alle testate dei quadranti e sulla gamba di ritorno, sono predisposti degli avvolgimenti ausiliari, in cui circolano delle correnti, fornite da alimentatori a tubi elettronici, ammontanti a piccole frazioni della corrente totale, che permettono delle correzioni, locali ed in un certo istante del ciclo di eccitazione, del campo magnetico nel traferro.

4 - L'impianto di alimentazione del magnete

Il circuito per l'alimentazione del magnete è schematizzato nella fig. 6. Esso fa circolare negli avvolgimenti del magnete una corrente sinusoidale polari-

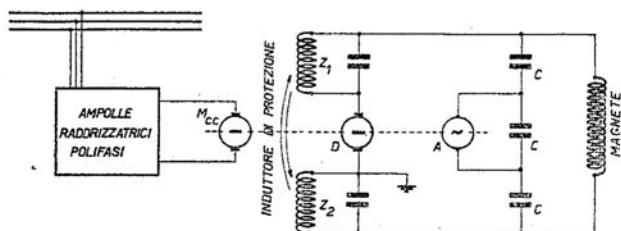


Fig. 6 - Schema dell'alimentazione del magnete.

rizzata, ottenuta come sovrapposizione di una componente continua e di una componente alternata (fig. 7).

Il problema più difficile da risolvere nell'alimentazione del sincrotrone è il sistema di regolazione delle componenti alternata e continua.

Nel nostro caso la I_c viene stabilizzata entro 0,1% e la I_{alt} segue la variazione della I_c , entro il suo campo di variabilità del 0,1%, in modo da stabilizzare la I_{neg} entro $2 \div 3\%$.

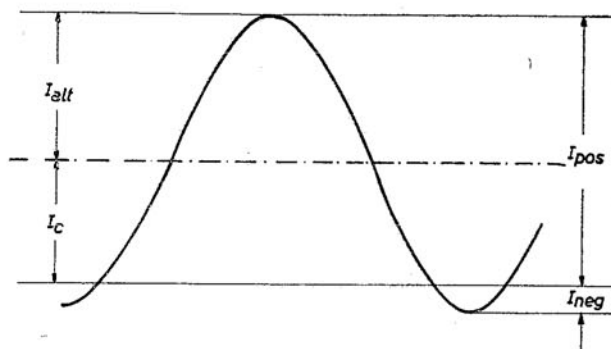
Si ottiene così il risultato complessivo che la I_{pos} è stabilizzata entro 0,2% e la I_{neg} entro il $2 \div 3\%$.

L'impianto è costituito da un convertitore statico che alimenta un gruppo rotante, mosso da un motore in c.c., comprendente l'alternatore monofase a 20 Hz ed il generatore a cc. per l'alimentazione del magnete (fig. 8).

La velocità del gruppo è stabilizzata entro 0,1%.

Il sistema di regolazione è realizzato interamente con tecnica recentissima, servendosi di amplificatori magnetici.

La batteria di condensatori è composta da 1.212 unità, delle quali 892 da 42 kVA (a 50 Hz),



$$I_{pos} = 6000 \text{ A} \quad I_{alt} = 3030 \text{ A massimi}$$

$$I_{neg} = 60 \text{ A} \quad I_c = 2970 \text{ A}$$

Fig. 7 - Forma d'onda della corrente di alimentazione del magnete.

1150 V e 320 da 48 kVA (a 50 Hz), 1175 V. Una parte di esse, circa il 5%, può essere inserita o disinserita con comando a distanza sotto carico per una più facile ricerca della risonanza del circuito.

Ciascuna unità della batteria è provvista di fusibile esterno che interviene in caso di guasto all'unità escludendola dal servizio (fig. 9).

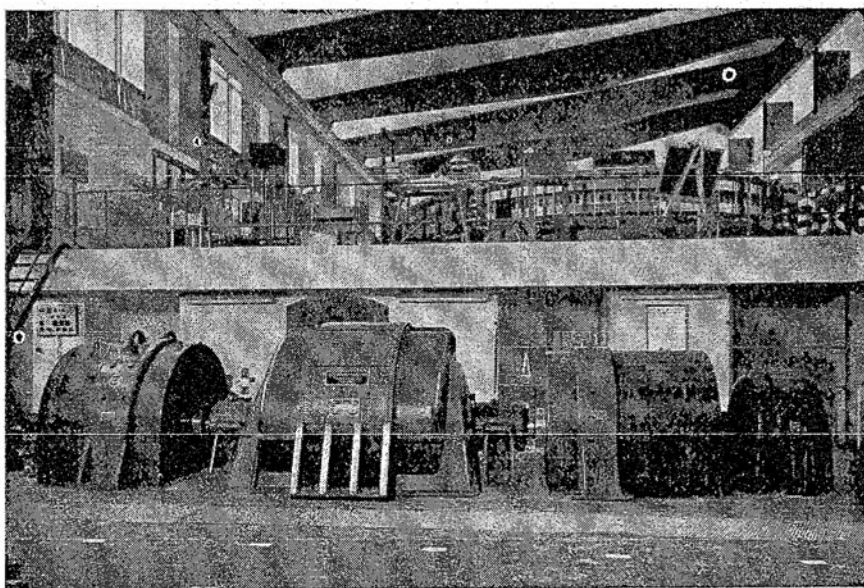


Fig. 8 - Gruppo rotante per l'alimentazione del magnete.



Fig. 9 - Batterie di condensatori dell'impianto di alimentazione.

Le unità sono installate in apposite incastellature mobili che permettono l'accesso alle singole unità e la loro sostituzione in breve tempo. Mediante canali praticati sul pavimento si provvede alla ventilazione forzata delle unità che, causa la compattezza dell'installazione, raggiungerebbero altrimenti temperature inammissibili.

L'induttore di protezione è costituito da due solenoidi identici sovrapposti, senza ferro per guidare il flusso e raffreddati con circolazione forzata di aria. Le bobine di ogni solenoide sono collegate in parallelo; è stato compiuto uno studio su un modello, per determinare il numero di spire di ciascuna bobina in modo da non avere correnti di circolazione tra le bobine stesse. L'induttore pesa circa 32 t, delle quali 30 t di rame (fig. 10).

5 - L'impianto di accelerazione a radiofrequenza

L'iniezione degli elettroni con una energia cinetica di 2,5 MeV (energia a cui la velocità degli elettroni differisce dalla velocità della luce di circa l'1,5%) comporta la suddivisione del dispositivo di accelerazione a radiofrequenza in due parti, una di bassa potenza e modulata in frequenza (RF_1), ed una altra a frequenza fissa e potenza elevata (RF_2).

La cavità RF_1 è modulata in frequenza con una ampiezza massima di modulazione del 2,5%: la modulazione deve seguire il campo magnetico in modo che la frequenza di rotazione e quella del campo elettrico in cavità non differiscano di più dello 0,1%; con un programma di tensione prefissato si comanda un tubo a risonanza che fornisce una frequenza variabile con la quale si pilota una catena amplificatrice il cui stadio finale è montato direttamente sulla cavità (fig. 5).

La cavità RF_1 resta in funzione nella prima parte del ciclo di accelerazione, per circa 2 msec, accelerando gli elettroni sino ad un'energia di circa 30 ÷ 40 MeV; a questo punto si accende la seconda cavità, RF_2 , che resta in funzione per il resto del

ciclo (la velocità degli elettroni, nel passare da 10 a 1000 MeV cambia di meno dello 0,1%).

Lo stesso oscillatore pilota della RF_1 comanda la catena amplificatrice della cavità RF_2 e le due cavità sono agganciate in fase, in modo che quando entra in funzione la RF_2 , il campo elettrico nella seconda cavità è in fase ed esattamente alla stessa frequenza di quello nella prima cavità.

La tensione nella RF_2 è modulata in ampiezza e passa da circa 20 ÷ 30 kV all'istante dello scambio tra le due cavità, sino a 70 ÷ 80 kV alla fine del ciclo di accelerazione.

6 - La « ciambella » e l'impianto di vuoto

La « ciambella » in cui circolano gli elettroni, che è alloggiata tra le espansioni polari del magnete,



Fig. 10 - Induttore di protezione.

è di araldite tipo B caricata con polvere di quarzo. La parete interna deve essere conduttrice, per evitare

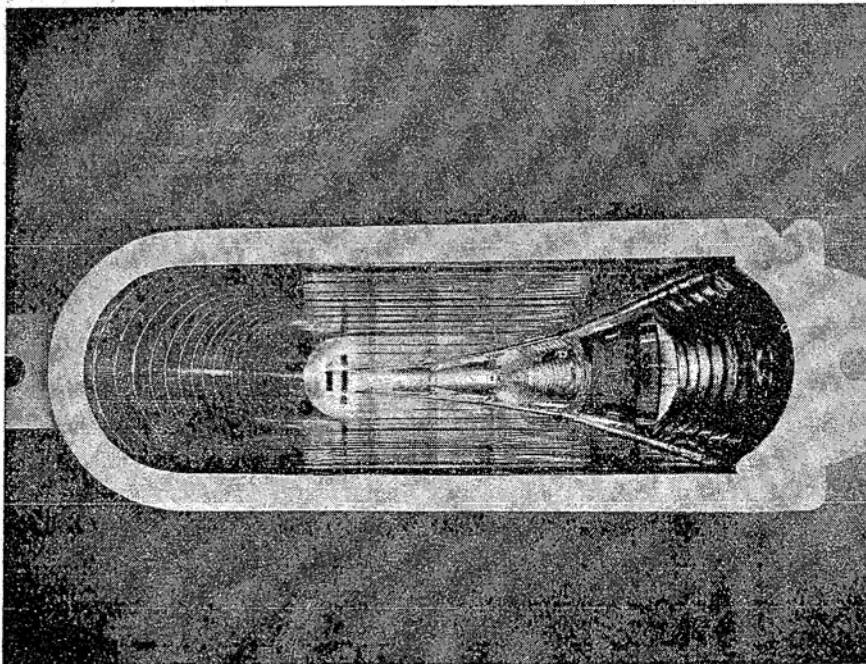


Fig. 11 - Vista di un settore di "ciambella".

che l'accumulo di cariche provochi un campo elettrico che potrebbe distruggere il fascio di elettroni deviandolo dalla sua traiettoria, ma al tempo stesso la resistenza dello strato conduttore deve essere abbastanza elevata da rendere trascurabili le correnti indotte dal campo magnetico.

La metallizzazione interna è realizzata con strisce di acciaio inossidabile amagnetico dello spessore di 0,05 mm e della larghezza di 15,7 mm distanziate tra loro di 0,3 mm. Ogni quadrante è composto di 15 fusi di lunghezza media di 377 mm, corrispondenti ciascuno ad un angolo di 6° . Questi fusi vengono saldati con araldite in gruppi di cinque, cosicché un quadrante è costituito da 3 settori (fig. 11).

La tenuta di vuoto tra i settori è assicurata da una guarnizione di neoprene tipo "O ring".

L'impianto di vuoto è composto da quattro gruppi indipendenti collegati alla ciambella nelle sezioni diritte. Ogni gruppo comprende una pompa a diffusione di olio della portata di 3000 l/sec ed una rotativa preliminare da 60 m³/h. Quattro valvole automatiche a contropressione provvedono ad isolare ciascun gruppo in caso di guasto, in modo da evitare ogni possibilità di rientro d'aria in "ciambella".

7 - Il sistema di iniezione

L'iniettore è un generatore di tensione elettrostatico commerciale tipo Van de Graaff da 3 MV, opportunamente adattato nei nostri Laboratori. Sostanzialmente si è dovuto cambiare il sistema di

stabilizzazione della tensione, ottenendo una stabilità di circa 0,1% per frequenze minori di 0,1 Hz, e la sorgente di elettroni con le relative apparecchiature di comando per ottenere una emissione di corrente impulsata. E' attualmente montato un catodo che dà una corrente di 20 mA in impulsi di durata variabile tra 0,2 e 5 μ sec, comandati dall'esterno mediante un impulso di luce. E' in preparazione un nuovo catodo che potrà dare correnti impulsate di 100 mA.

Sul tubo di raccordo tra l'iniettore e il sincrotrone vi è un sistema di focalizzazione del fascio, costituito da lenti magnetiche, e, al termine del raccordo, un deflettore elettrostatico che deflette gli elettroni in modo da iniettarli

nella "ciambella" tangenti all'orbita principale. L'angolo di deflessione è di 60° con un raggio di curvatura di 0,80 m ed alle piastre è applicata una tensione continua, regolabile tra 30 e 50 kV, stabilizzata entro lo 0,1%.

Il deflettore ha sei gradi di libertà realizzati con meccanismi sotto vuoto, comandabili a distanza (fig. 12).

8 - Il complesso edilizio e gli impianti

Il complesso dei Laboratori Nazionali, la cui edilizia e sistemazione urbanistica è stata progettata dall'Ing. Giovanni Scaccia Scarafoni, occupa attualmente un'area di circa 5 ettari; la fig. 13 ne rappresenta una veduta aerea.

L'edificio indicato con il n. 1 ospita il sincrotrone: la sua struttura, come quella di tutti gli altri fabbricati del complesso, è in cemento armato con copertura di una luce di circa 20 m; il piano di lavoro della sala sincrotrone, a quota 2,50 m, è capace di 15.000 kg/m^2 ; a quota 0,00, oltre le sale di controllo e di conteggio ed il gruppo convertitore per l'alimentazione del magnete, si snoda una fitta rete di cunicoli di servizio transitabili, sulle cui pareti corrono le condutture di acqua, aria ed elettriche.

Il basamento del sincrotrone, poggiante su un banco di roccia compatta ed isolata dal resto del fabbricato, è stato gettato con calcestruzzo da dighe e con accorgimenti speciali per evitare un eccessivo sviluppo di calore durante la presa e sensibili ritiri nella massa, onde assicurare la stabilità del piano di posa del magnete.

Il fabbricato n. 2 è l'edificio del liquefattore, in cui sono installati gli impianti per la liquefazione di elio, idrogeno ed aria. Essi costituiscono una centrale di distribuzione di elio e di idrogeno liquido, sia per le esperienze da fare con l'elettrosincrotrone che per le necessità di altri laboratori italiani di ricerca.

Per la natura dei gas trattati (idrogeno) sono state adottate per detto edificio le precauzioni che normalmente vengono usate nei depositi di esplosivi: tetto leggero e scoperchiabile, allarmi per concentrazioni di idrogeno pericolose, potenti aspiratori, apparecchiature elettriche antiscintilla (fig. 14).

Il programma di esperienze da svolgere, accuratamente studiato dai fisici dell'INFN, comprende tra l'altro:

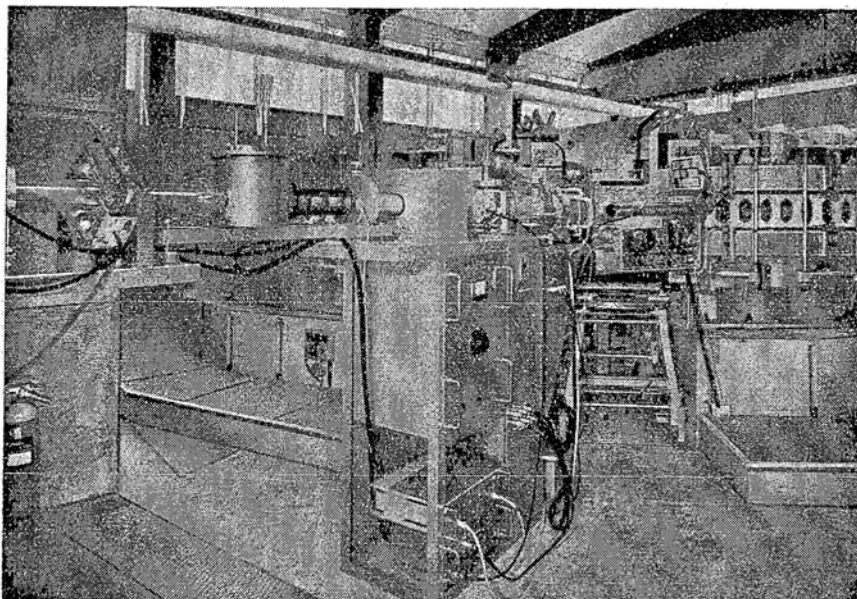


Fig. 12 - Raccordo tra iniettore e sincrotrone e deflettore elettrostatico.

Il fabbricato n. 3 alloggia l'officina per le lavorazioni meccaniche con un retro-fabbricato per la verniciatura e la carpenteria.

Il fabbricato n. 4, inizialmente costruito per essere destinato ad autorimessa, ospita attualmente una sezione della Divisione Biologica del CNRN.

Il fabbricato n. 5 ospita la Direzione, la Segreteria, la biblioteca, i magazzini, i laboratori di elettronica e chimica sanitaria e laboratori vari.

Il fabbricato n. 6 è la stazione di trasformazione con i quadri di comando e di controllo. All'esterno dell'edificio si trovano i trasformatori per una potenza complessiva di 4.000 kVA.

Un gruppo elettrogeno alimenta i servizi essenziali in caso di mancanza di tensione della rete, con intervento automatico in 20 sec.

Il fabbricato n. 7 è un serbatoio idrico di accumulazione per il raffreddamento del magnete del sincrotrone: la sua capacità è di 1000 mc.

L'edificio n. 8 è un capannone di deposito, il n. 9 ospita la portineria e i servizi di vigilanza.

Sono ormai completati un edificio per nuovi laboratori (n. 10) ed un edificio per mensa-soggiorno, con alcune stanze di riposo per ospiti di passaggio (n. 11).

9 - Scopi e programma futuro dei laboratori

I Laboratori Nazionali di Frascati, accessibili, secondo un regolamento appositamente predisposto, a tutti gli studiosi italiani di fisica nucleare, permetteranno lo sviluppo delle ricerche nel campo delle alte energie e serviranno a completare la preparazione scientifica e tecnica delle nuove leve di studiosi italiani.

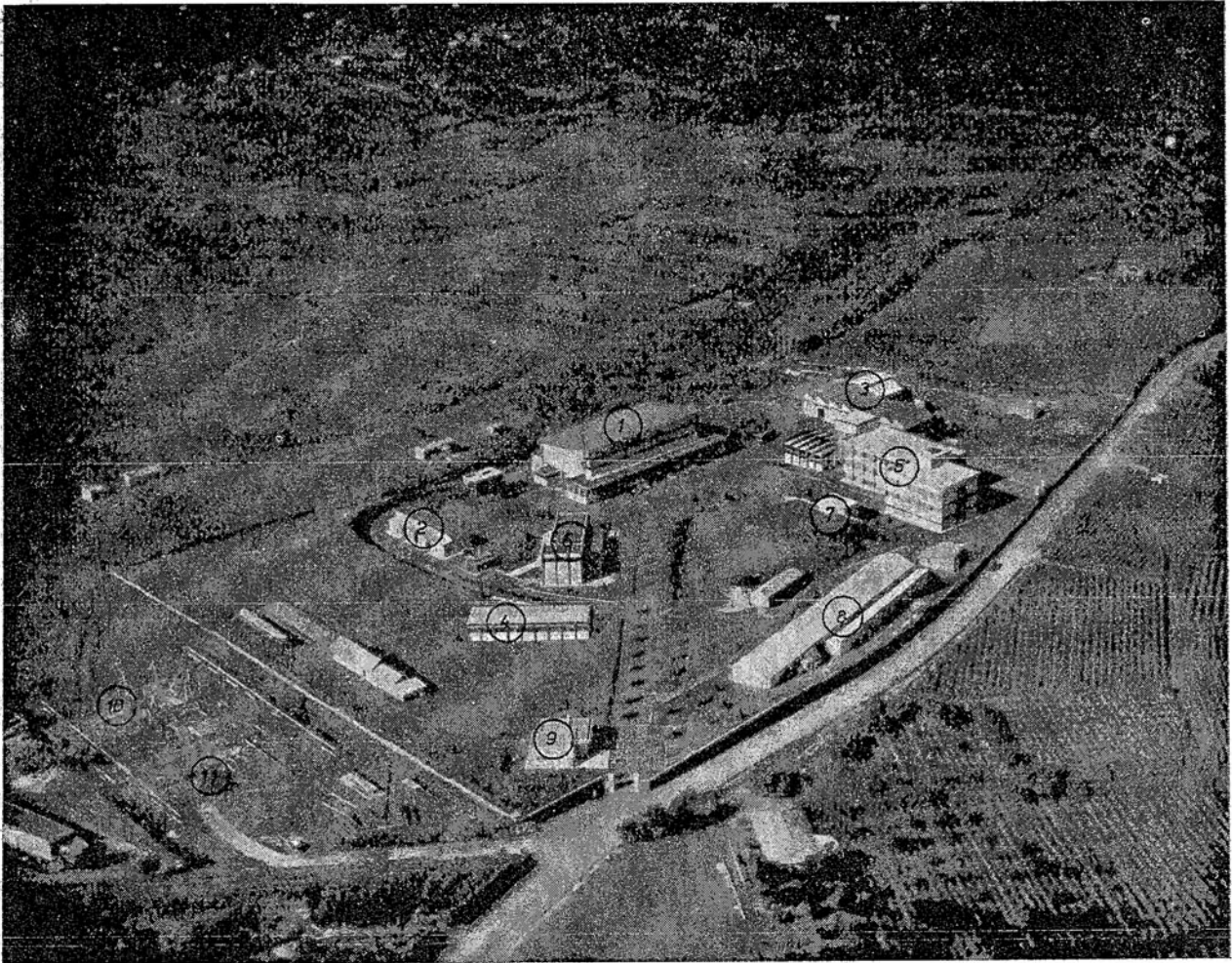


Fig. 13 - Veduta aerea dei Laboratori Nazionali ai Frascati.

— Fotoproduzioni di pioni singola e multipla. Questa sarà probabilmente considerata per anni uno dei temi fondamentali di lavoro. Come è noto vi è ormai richiesta teorica di una discussione particolareggiata di queste interazioni, con una precisione sulle sezioni d'urto maggiore che per il passato. Questo potrà farsi solo se si curerà la tecnica della misura (magneti, rivelatori, ecc.) portandola ad un altissimo livello.

— Fotoproduzione di particelle strane (mesoni pesanti ed iperoni).

— Esperienze di elettrodinamica pura. Sono in generale ricerche delicate, destinate a costituire una seconda approssimazione sulle attuali conoscenze dei processi elettrodinamici ad altissime energie. Alcune indicazioni preliminari di altri laboratori indicano l'elevato interesse di queste ricerche.

— Esperienze con elettroni e raggi gamma per studiare la "forma" del nucleo; non è escluso che dalla macchina si riesca ad estrarre, in futuro, direttamente il fascio di elettroni.

Per l'esecuzione delle esperienze con l'elettrosincrotrone occorrono apparecchiature la cui preparazione richiede un grande impegno per i delicati problemi tecnici che esse propongono.

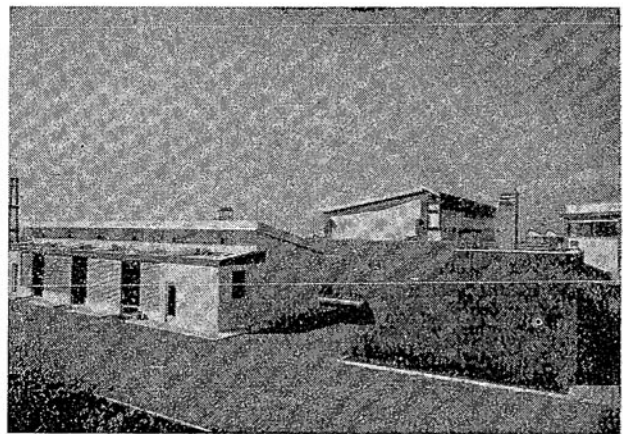


Fig. 14 - Il laboratorio per la liquefazione di elio ed idrogeno.

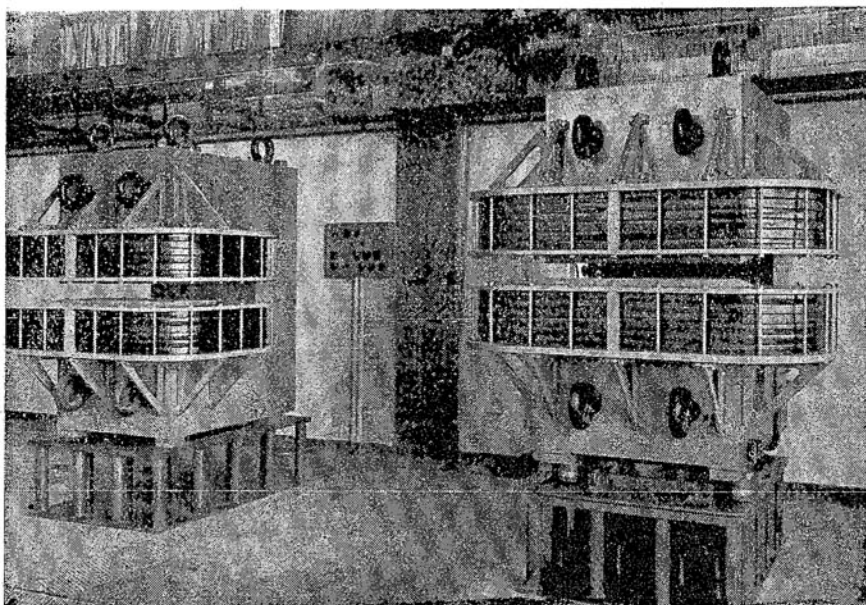


Fig. 15 - Due magneti analizzatori per esperienze.

Fra le apparecchiature affrontate a cura dei Laboratori citiamo le maggiori:

— Bersaglio ad idrogeno liquido. Si è realizzato un bersaglio a idrogeno liquido con raffreddamento a vapori di elio. Altri bersagli a idrogeno liquido di

— Un contatore di Cerencov in lucite, del diametro di 30 cm e lungo 20 cm, per la rivelazione di particelle aventi un $\beta \geq 0,65$ (ove il β è il rapporto tra la velocità della particella e la velocità della luce del vuoto).

Frascati, Maggio 1959

LES LABORATOIRES NATIONAUX DE FRASCATI DU COMITÉ NATIONAL POUR LES RECHERCHES NUCLÉAIRES

A Frascati, dans les Laboratoires Nationaux du Comité National pour les Recherches Nucléaires, vient d'entrer en fonction un électro-synchrotron de 1.000 MeV; sa caractéristique la plus intéressante, qui le différencie des deux autres accélérateurs analogues existants aujourd'hui au monde, est l'intensité élevée que l'on a obtenue; ce qui donnera la possibilité de procéder à des recherches nouvelles et originales.

Les différentes parties de cette machine, excepté le générateur Van de Graaff, ont été construites par l'industrie italienne ou directement dans les Laboratoires Nationaux.

Les principales parties sont brièvement décrites: l'aimant, dont le poids total est de 110 tonnes environ; l'installation d'alimentation, qui comprend un groupe convertisseur avec un système de stabilisation ayant des caractéristiques fort remarquables, un banc de condensateurs pour 95 k joule à 20 Hz et un inducteur à air; l'installation d'accélération à radiofréquence, comprenant deux cavités de résonance et deux chaînes d'amplification, une à faible puissance et à fréquence modulée, l'autre à grande puissance et à fréquence fixe; la chambre à vide réalisée en araldite et quartz, et le dispositif du vide; le dispositif d'injection, com-

prenant un accélérateur Van de Graaff adapté et un déflecteur électrostatique.

Après une brève description de l'ensemble des bâtiments et des installations complémentaires, on indique les directrices le long desquelles avancera la recherche avec le synchrotron de Frascati au cours des prochaines années, au moins d'après les prévisions que l'on peut faire aujourd'hui: photoproduction simple et multiple de mésons et d'ipérons; expériences d'électrodynamique pure; expériences pour étudier la «forme» du noyau.

FRASCATI NATIONAL LABORATORIES OF THE NATIONAL COMMITTEE FOR NUCLEAR RESEARCH

In the Frascati National Laboratories of the National Committee for Nuclear Research, a 1.000 MeV synchrotron has recently gone into operation. Its most interesting characteristic, and the one which sets it apart from all other machines of its kind, is its very high intensity, which makes it possible to carry out new and original research.

All the components of the synchrotron, with the exception of the Van de Graaff generator were built by Italian manufacturers, or devised right in the National Laboratories.

Brief descriptions are given of the main components: the magnet (gross wt. about 110 Tons); the power supply, which includes a converter group with a stabilizer system having very interesting technical attributes; a condenser bank for 95 kilo-Joule at 20 Hz, and an air inductor; a radio-frequency accelerator with two resonators and two amplifying chains, one for low power and frequency modulation, and the other for high power and fixed frequency; the quartz and araldite «doughnut» and the vacuum apparatus; the injection system, with its special Van de Graaff accelerator with an electrostatic deflector.

After a brief description of the building and auxiliary plant, reference is made to the main lines along which research in the Frascati synchrotron will be directed during the years just ahead, at least insofar as is foreseeable today: single and multiple photoproduction of mesons and hyperons; experiments in pure electrostatics; and experiments designed to study the «shape» of the nucleus.

DIE LANDESLABORATORIEN DES NATIONALKOMITEES FÜR KERNWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNGEN IN FRASCATI

In den Landeslaboratorien des Nationalkomitees für kernwissenschaftliche Forschungen wurde kürzlich ein 1.000 MeV-Elektro-Synchrotron in Betrieb genommen. Das interessanteste Merkmal, wodurch sich dieses Elektro-Synchrotron von allen übrigen, bisher vorhandenen analogen Anlagen unterscheidet, ist seine grosse Intensität, durch welche sich die Möglichkeit zur Durchführung neuer Originaluntersuchungen ergibt.

Mit Ausnahme des Van de Graaff-Generators wurden die verschiedenen Maschinenteile von der italienischen Industrie oder in den Landeslaboratorien selbst hergestellt.

Es folgt eine kurze Beschreibung der wichtigsten Teile: des insgesamt zirka 110 t wiegenden Magneten; der Speisungsanlage einschliesslich einer Konvertierungsgruppe, dessen Stabilisationssystem technisch recht hervorragende Merkmale besitzt; einer Kondensatorenanlage für 95 k Joule zu 20 Hz und einen Luftinduktor; der Radiofrequenz-Beschleunigungsanlage einschliesslich zweier Resonanzhöhlen und zweier Verstärkerketten, von denen die eine mit niederer Potenz und modulierter Frequenz, die andere mit hoher Potenz und fester Frequenz ausgestattet sind; des aus Araldit und Quarz hergestellten «Ringes» und Vakuumanlage; des Injektionssystems, bestehend aus einem

Van de Graaff-Beschleuniger und einem elektrostatischem Deflektor.

Nach einer kurzen Beschreibung der Baulichkeiten und Hilfsanlagen, werden die Richtlinien angedeutet, nach denen sich die Forschungen mit dem Synchrotron von Frascati während der kommenden Jahre abwickeln sollen, soweit man heute die Einzel- und Multizellfotoproduktion der Mesonen und Hyperonen, die Erfahrungen der reinen Elektrodynamik sowie die Erfahrungen zum Studium der «Form» des Kerns voraussehen aus.

LOS LABORATORIOS NACIONALES DE FRASCATI DEL COMITÉ NACIONAL PARA LAS INVESTIGACIONES NUCLEARES

En los Laboratorios Nacionales de Frascati del Comité Nacional para las Investigaciones Nucleares ha entrado recientemente en función un electrosincrotrón de 1.000 MeV: la característica más importante que lo diferencia de los otros dos aparatos análogos existentes actualmente en el mundo es la alta intensidad obtenida, lo cual posibilitará llevar a cabo investigaciones nuevas y originales.

La diversas partes del mecanismo -a excepción del generador «Van de Graaf» han sido realizadas por la industria italiana o directamente en los Laboratorios Nacionales.

Hé aquí una breve descripción de las partes principales: el magneto, de un peso total de unas 110 t.; la instalación de alimentación, que comprende un grupo convertidor con un sistema de estabilización con características técnicas muy notables; un banco de condensadores para 95 k Joule a 20 Hz y un inductor en el aire; la instalación de aceleración a radiofrecuencia, que comprende dos cavidades resonantes y dos cadenas amplificadoras, una a baja potencia y frecuencia modulada y la otra a alta potencia y frecuencia fija; la «rosca» realizada en araldit y cuarzo; el sistema de inyección, que comprende un acelerador «Van de Graaff» adaptado y un deflector electrostático.

Después de la breve descripción del conjunto edilicio y de las instalaciones auxiliares, se mencionan las directrices según las cuales se desarrollará la investigación con el sincrotrón de Frascati en los próximos años, al menos según lo que hoy por puede preverse: fotoproducción individual y múltiple de mesones o hiperones; experiencias de electrodinámica pura; experiencias para estudiar la «forma» del núcleo.