

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-58/25 (1958)

A. Alberigi: I LABORATORI DI FRASCATI DELL'I. N. F. N.

Estratto da: Energia Nucleare, 5, 70 (1958)

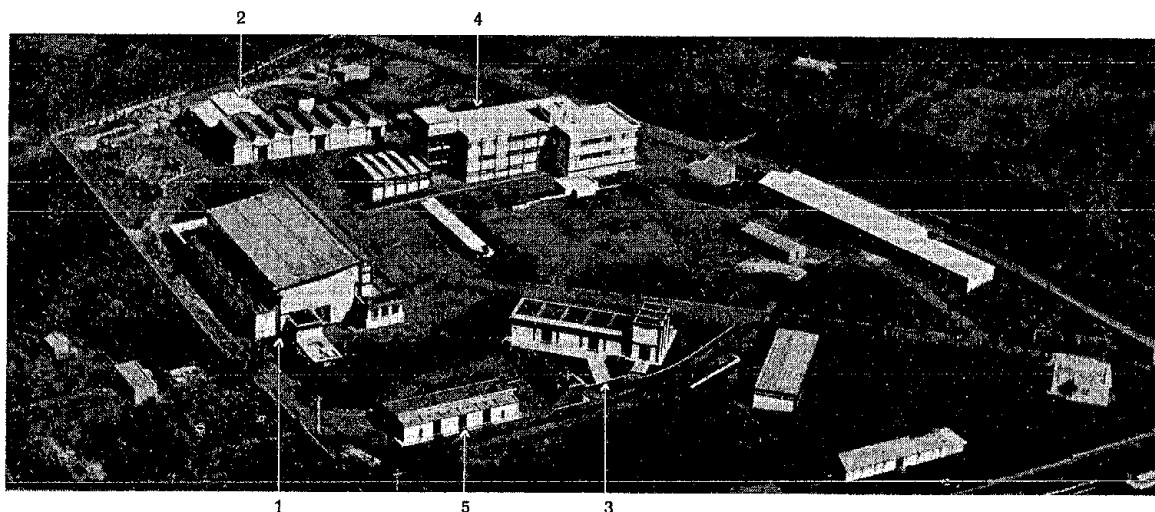
Questa relazione è dedicata alla descrizione dei Laboratori Nazionali di Frascati, di cui l'elettrosincro da 1 miliardo di eV costituisce la principale apparecchiatura.

Vengono dettagliatamente esposti i particolari costruttivi e i principi di funzionamento di questa macchina, della quale si sta attuando la messa a punto, e cenno dei programmi di ricerche future.

I Laboratori di Frascati dell' I.N.F.N.

A. Alberigi Quaranta
INFN - Laboratori Nazionali di Frascati

Fig. 1 - Veduta generale dei Laboratori Nazionali di Frascati. 1) edificio del sincrotrone; 2) officina meccanica; 3) cabina di distribuzione elettrica; 4) edificio laboratori; 5) edificio liquefattore idrogeno;



Sig. Presidente, Signore e Signori,
prima di passare a descrivere i Laboratori Nazionali di Frascati nella loro situazione attuale, ritengo opportuno premettere alcune informazioni sulle origini e le ragioni che ne hanno caratterizzato la nascita e lo sviluppo fino ad oggi. Molti di voi ricorderanno come nell'immediato dopoguerra sorsero all'estero ed anche in Italia numerosi gruppi di ricercatori che si dedicarono allo studio della fisica delle particelle elementari presenti nella radiazione cosmica. Per potere estendere e approfondire le proprie nozioni sulla natura di questo tipo di particelle e il loro comportamento, i fisici sono ben presto venute alla necessità di disporre nei propri laboratori di fasci ben collimati e sempre più intensi di corpuscoli elementari.

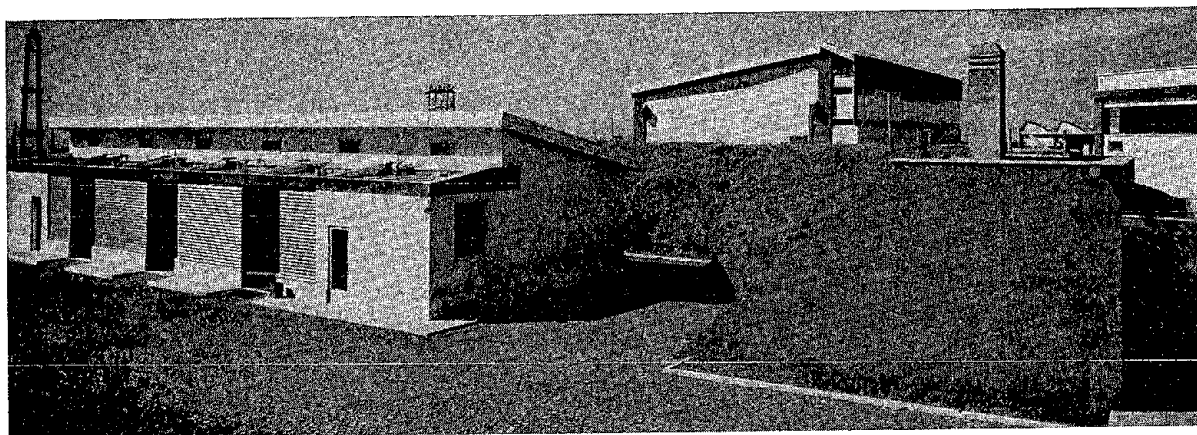


Fig. 2 - Veduta dell'edificio che ospita l'impianto per la liquefazione dell'idrogeno.

La radiazione cosmica non era più in grado di soddisfare le richieste dei fisici come sorgente di particelle elementari. Questa la ragione principale per cui dopo la fine della seconda guerra mondiale cominciarono a entrare in funzione e ad essere costruite macchine sempre più potenti destinate ad accelerare ad energie sempre più elevate fasci di particelle elementari, quali protoni ed elettroni.

Anche i fisici italiani sentirono fortemente questa esigenza. Rendendosi interprete di questo desiderio comune, il Comitato direttivo dell'Istituto Nazionale per la Fisica Nucleare decise, su proposta dell'allora Presidente prof. Gilberto Bernardini, di iniziare, nel febbraio del 1953, il progetto di una macchina capace di accelerare elettroni ad energie superiori a 500 milioni di elettron-volt. Si decise inoltre che questa macchina dovesse essere un elettrosincrotrone.

Il prof. Giorgio Salvini, che è tuttora direttore dei Laboratori di Frascati, venne allora incaricato della costituzione di un gruppo di lavoro e della redazione del progetto di questa macchina.

Circa due anni furono necessari per trovare una soluzione soddisfacente che tenesse conto delle diverse esigenze riguardanti l'energia massima raggiungibile dalle particelle accelerate, le possibilità di ricerca offerte dalla macchina e i finanziamenti disponibili. Nella esecuzione del progetto che risultò definitivamente terminato all'inizio del 1955 si cercò di utilizzare per ovvie ragioni, nella più larga misura possibile, le risorse dell'industria nazionale. Circa tre anni furono poi necessari per la costruzione com-

pleta della macchina che da pochi mesi si può considerare terminata. Inoltre non ci si è limitati a costruire un acceleratore di particelle, ma si è cercato di realizzare un centro di ricerca fondamentale modernamente attrezzato, che consenta di ottenere, in un ambiente di lavoro razionale, quei risultati scientifici che è lecito attendersi dall'intelligente utilizzazione di una macchina quale il nostro elettrosincrotrone.

Nella diapositiva (fig. 1) che ora vedete proiettata potete riconoscere l'edificio principale in cui è ospitata la macchina, l'officina meccanica, la cabina di distribuzione elettrica, l'edificio in cui sono alloggiati gli studi, alcuni servizi, i laboratori e infine alcune costruzioni che ospitano provvisoriamente altri reparti. È infatti già stata iniziata la realizzazione di costruzioni definitive per altri laboratori scientifici. Vorrei richiamare la vostra attenzione sull'edificio mostrato in dettaglio in questa diapositiva (fig. 2), che ospita l'impianto per la liquefazione dell'idrogeno. Questo, che fu il primo impianto ad entrare in funzione nei laboratori di Frascati nella primavera del '56, viene utilizzato per la produzione di idrogeno liquido necessario sia per le esperienze da eseguirsi con l'elettrosincrotrone, sia per esperienze riguardanti altri campi della fisica. Come vedete l'edificio è circondato, per ragioni di sicurezza, da un robusto terrapieno, ed è dislocato in una zona appartata dell'area dei laboratori. In questa diapositiva (fig. 3) è invece mostrato in dettaglio l'edificio in cui è alloggiato l'elettrosincrotrone.

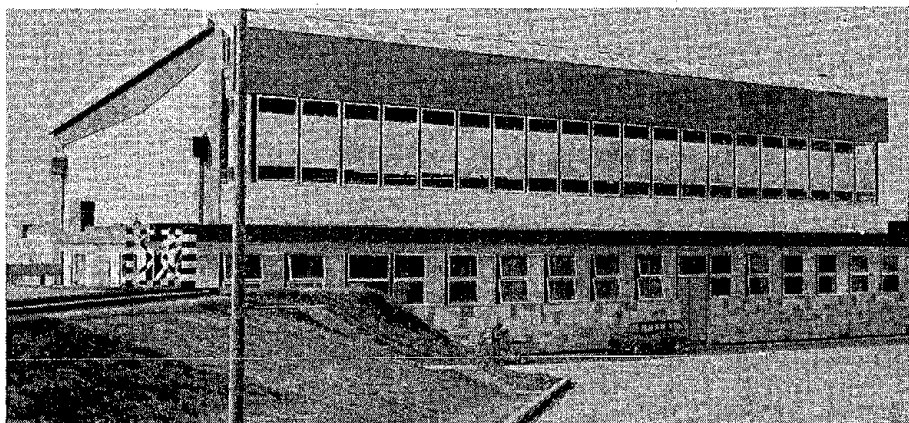


Fig. 3 - Veduta dell'edificio in cui è alloggiato l'elettrosincrotrone.

Per fornire un orientamento sulle dimensioni dei laboratori di Frascati dirò che l'area totale occupata è dell'ordine di 37 mila m², che la potenza elettrica installata è dell'ordine di 3 600 kVA e che il personale destinato sia alla costruzione della macchina sia all'esercizio e alla manutenzione dei servizi generali ammonta a circa un centinaio di persone delle quali una trentina laureati, fisici e ingegneri, e il rimanente tecnici. La somma complessiva destinata alla costruzione e attrezzatura dei laboratori si aggira intorno ai due miliardi e mezzo di lire.

Dopo questa breve introduzione informativa vediamo ora le caratteristiche principali del nostro elettrosincrotrone. Ricordo ora brevemente i dati essenziali del nostro acceleratore: l'energia massima raggiungibile delle particelle accelerate, 1000 milioni

di elettron-volt; il massimo campo magnetico necessario per mantenere gli elettroni di questa energia su un'orbita stabile quasi circolare, 9 260 gauss; l'energia a cui gli elettroni vengono iniettati nel sincrotrone propriamente detto, 3 milioni di elettron-volt e il raggio della macchina che come vedremo è di 360 cm.

In questa diapositiva (fig. 4) è mostrata la pianta dell'edificio in cui è alloggiato l'elettrosincrotrone qui vedete indicato schematicamente e in cui troverete i servizi essenziali per il funzionamento della macchina. Nella cosiddetta sala di comando ospitati tutti gli apparati elettronici e teleconoscitori destinati a programmare il funzionamento della macchina e a sorvegliarne il normale funzionamento; nella sala macchine sono invece ospitate le macchine per alimentare il circuito magnetico dell'elettrosincrotrone e nel locale condensatori è posto un grosso banco di condensatori che, come vedremo, è indispensabile per la corretta alimentazione del magnete.

La sala esperienze è infine destinata ad ospitare gli apparati con cui si sperimenterà sul fascio di raggi gamma prodotti dalla macchina, fascio che attraverserà questa area approssimativamente lungo una diagonale.

Per facilitare l'illustrazione delle parti principali dell'elettrosincrotrone è opportuno richiamare brevemente la successione di operazioni necessarie per accelerare gli elettroni fino alla loro energia massima. Gli elettroni vengono emessi originariamente da un filamento riscaldato e percorrendo un tubo lun-

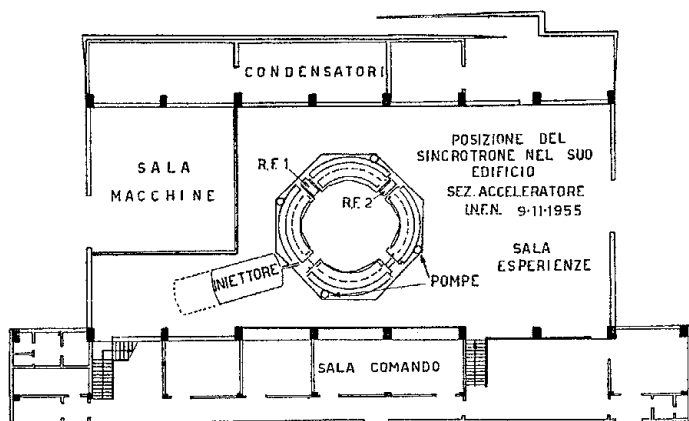


Fig. 4 - Pianta dell'edificio in cui è alloggiato l'elettrosincrotrone.

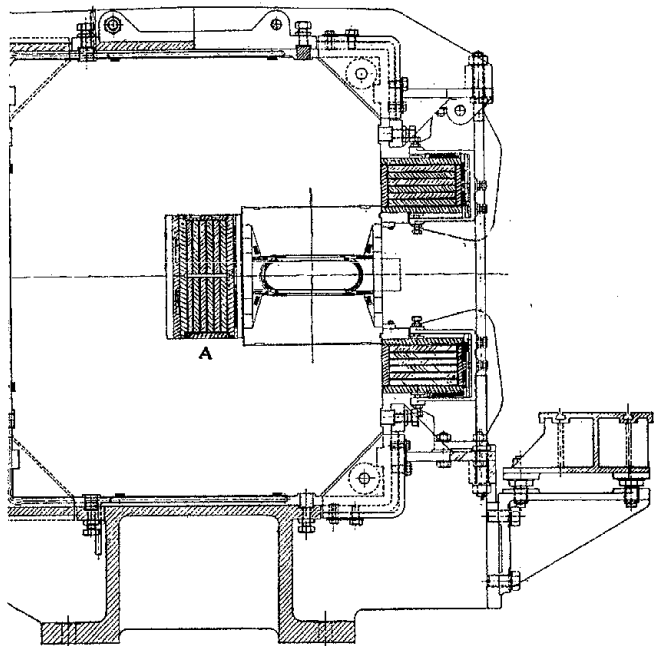


Fig. 5 - Sezione del magnete dell'elettrosincrotrone.

quale si trovano elettrodi a tensioni via via crescenti vengono accelerati fino ad un'energia di circa 3 milioni di elettron-volt. Queste tensioni vengono fornite da una macchina elettrostatica del tipo Van de Graaff racchiusa in un recipiente cilindrico di acciaio entro il quale si trova dell'azoto alla pressione di circa 20 atm.

Il gas ad alta pressione consente di mantenere elevate differenze di potenziale fra elettrodi disposti a distanze assai più brevi di quanto sarebbe necessario in aria per impedire l'innescio di scariche. In tal modo, le dimensioni di questo impianto risultano notevolmente raccorciate rispetto ad un impianto in aria.

Questo recipiente ha forma cilindrica con un diametro di circa 1,5 m e una lunghezza di 3 m. In esso sono racchiuse la sorgente di elettroni, che si trova a 3 milioni di elettron-volt rispetto alla carcassa, il tubo acceleratore degli elettroni e la macchina di Van de Graaff che permette di dare ai diversi elettrodi del tubo le tensioni desiderate.

Il fascetto di elettroni che esce da questo iniettore viene convogliato mediante un sistema di lenti magnetiche ed elettrostatiche nell'interno del sincrotrone propriamente detto, nel quale gli elettroni entrano in direzione tangente alle orbite che essi percorrono durante il successivo ciclo di accelerazione. All'interno del sincrotrone gli elettroni si trovano entro un campo magnetico che ha la proprietà di

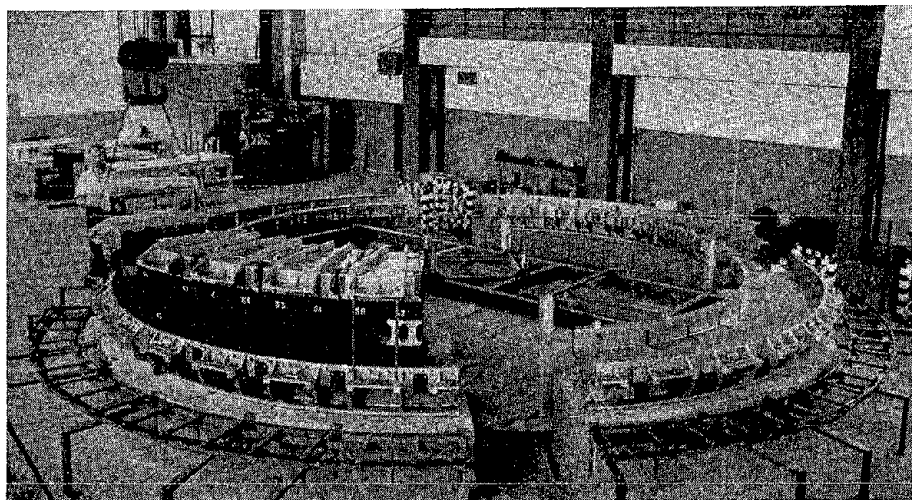


Fig. 6 - Il magnete in fase di montaggio.

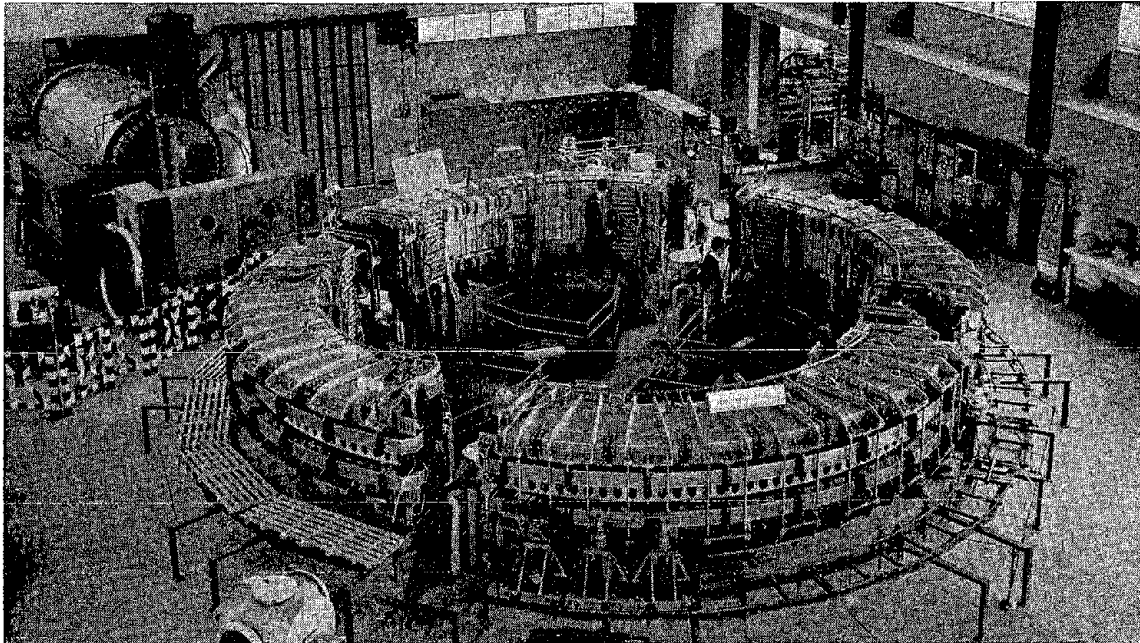


Fig. 7 - Veduta del magnete completamente montato.

incurvare la loro traiettoria trasformandola approssimativamente in cerchio.

Il campo in cui gli elettroni cominciano a circolare è creato da un elettromagnete costituito da un grosso anello di ferro circolare disposto orizzontalmente e intorno al quale sono avvolte delle bobine di rame. Mediante tali bobine è possibile produrre nella zona dell'anello in cui circolano gli elettroni un campo magnetico proporzionale all'intensità della corrente elettrica che le percorre. Nella diapositiva (fig. 5) che ora vedete proiettata è mostrata una sezione del

nostro magnete in cui è visibile il ferro con le espansioni polari, tra le quali trova posto il cosiddetto « ciambella »; la « ciambella » è un recipiente a forma toroidale in cui è fatto il vuoto ed è in tale spazio che gli elettroni continuano a circolare dal momento della loro produzione fino al raggiungimento della loro energia massima.

Nella fig. 5 è inoltre visibile la posizione delle bobine dell'elettromagnete.

Il ferro del magnete pesa complessivamente 100 t mentre le bobine di rame raggiungono complessivamente un peso di circa 12 t. Nella diapositiva (fig. 6) che ora proiettiamo è mostrato il magnete in fase di montaggio e sono visibili sia il basamento metallico, che a sua volta poggia su un basamento in cemento armato, sia i blocchi con i quali è costretto l'anello di ferro del magnete, sia le colonne che sostengono le espansioni polari, che, come si può vedere anche nella precedente diapositiva, sono normalmente disgiunte dal resto del ferro per poterne un aggiustamento geometrico particolarmente accurato. Nella successiva diapositiva (fig. 7) potete vedere il magnete quale si presenta ora completamente montato. Sono visibili i tubi per i

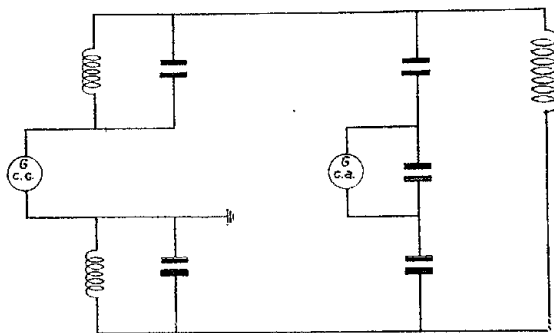


Fig. 8 - Schema del circuito di alimentazione del magnete.

freddamento sia del ferro che delle bobine (i due circuiti di raffreddamento sono separati) e i fili di ingresso di bobine ausiliarie, le cosiddette « correcting coils », destinate alle correzioni delle eventuali disuniformità del campo magnetico.

Nella successiva diapositiva (fig. 8) è mostrato lo schema del circuito di alimentazione del magnete che è costituito da un alternatore a 20 periodi e da una dinamo. L'alternatore permette di creare un campo magnetico variabile nel tempo, necessario a mantenere gli elettroni su orbite stabili contenute nella ciambella durante il ciclo di accelerazione. La dinamo fornisce invece una corrente continua che consente di mantenere una componente costante del campo magnetico nell'interno del ferro, che riduce notevolmente le fluttuazioni del valore del campo magnetico totale soprattutto per valori prossimi al valore zero.

Nella diapositiva (fig. 9) che ora vedete proiettata è mostrato il gruppo di macchine per l'alimentazione dell'elettromagnete costituito da un motore a corrente continua, un alternatore e una dinamo.

La velocità di rotazione di questo gruppo è regolata con una precisione dell' 10^{-6} , mentre la potenza del gruppo è di circa 800 kVA. Durante il funzionamento della macchina gli elettroni vengono iniettati nella ciambella ogni qualvolta il campo magnetico sta crescendo ed ha raggiunto un valore intorno ai 20 gauss. A questo valore del campo corrisponde, per elettroni con energia cinetica di 3 milioni di elettron-volt, un'orbita circolare avente un raggio di curvatura uguale al raggio della « ciambella ». Successivamente, l'aumento del campo magnetico è ac-

compagnato da un aumento dell'energia degli elettroni che vengono accelerati da due dispositivi che esamineremo tra poco, in modo tale che gli elettroni continuano a muoversi lungo orbite comprese nella ciambella dell'elettrosincrotrone.

Questa accelerazione avviene gradatamente e ad ogni giro l'energia cinetica per gli elettroni viene aumentata di una quantità molto piccola rispetto al valore finale che si intende raggiungere. Nel sincrotrone di Frascati sono infatti necessari circa 250 mila giri per accelerare gli elettroni all'energia massima.

I due dispositivi destinati all'accelerazione degli elettroni non entrano in funzione contemporaneamente ma sono posti in azione uno dopo l'altro. Entrambi consistono di due grossi recipienti di rame di forma opportuna, dette cavità, nei quali viene versata una elevata quantità di energia elettromagnetica sotto forma di oscillazioni radiofrequenza. Queste oscillazioni vengono prodotte da impianti analoghi, anche per quanto riguarda le potenze in gioco, a quelli di grosse stazioni radio-trasmittenti.

A differenza di queste però, l'energia prodotta non viene irradiata mediante antenne nello spazio, ma inviata nell'interno delle cavità ove crea un campo elettrico oscillante nelle zone in cui gli elettroni attraversano le cavità stesse. In queste zone gli elettroni vengono accelerati o frenati a seconda che la forza prodotta su di essi dal campo elettrico abbia segno uguale od opposto a quello della loro velocità. Da ciò deriva che solo una parte delle particelle iniettate viene quindi accelerata ed è inoltre necessario che ad ogni giro essi ritrovino nella cavità un campo elettrico accelerante e non

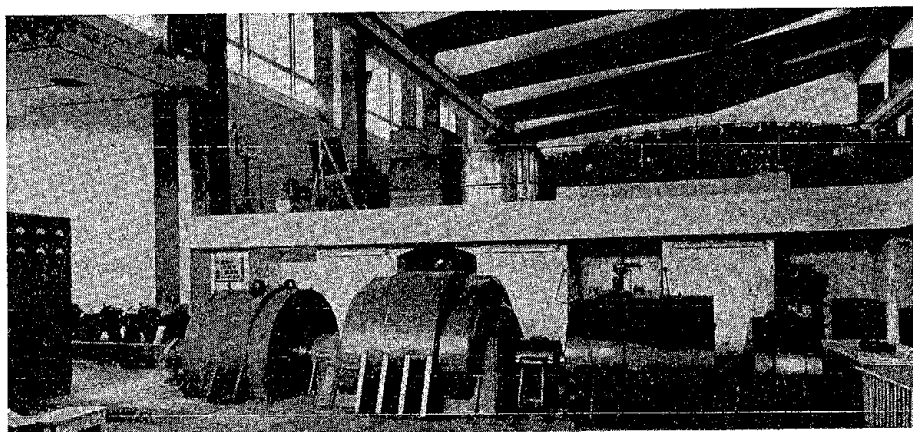


Fig. 9 - Gruppo motore - alternatore - dinamo per l'alimentazione dell'elettromagnete.

frenante. Per soddisfare questa condizione occorre che la frequenza di rotazione degli elettroni e quelle delle oscillazioni nelle cavità siano rigorosamente sincronizzate.

Il periodo di rotazione degli elettroni, che è di un decimo di milionesimo di secondo, varia sensibilmente, circa del 2%, soltanto nella prima parte del ciclo di accelerazione. Poi per un fenomeno non comprensibile intuitivamente, ma spiegabile facilmente mediante la relatività di Einstein, questo periodo, e quindi la velocità degli elettroni, rimane costante. Per questa ragione è necessario accelerare da prima gli elettroni con una delle due cavità, in cui le oscil-

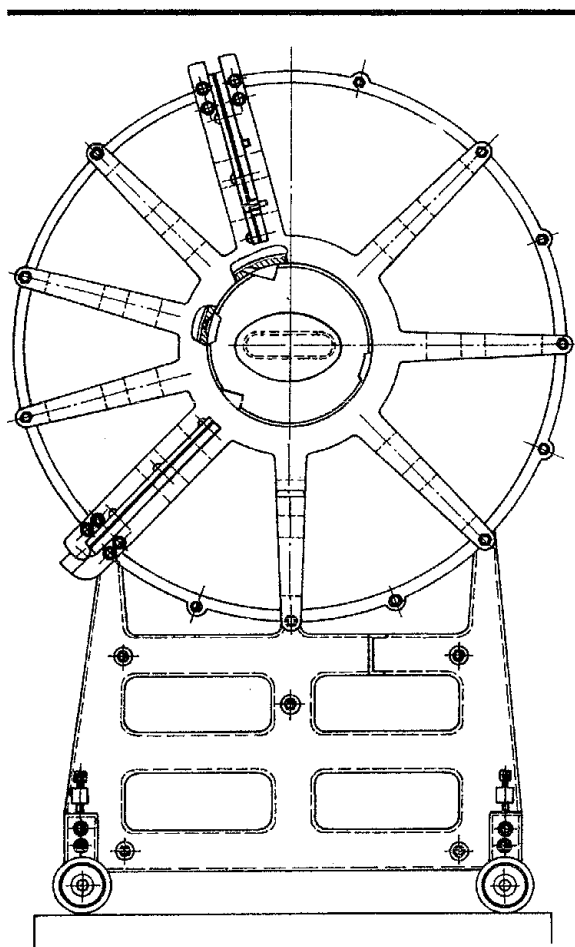


Fig. 10 - Schema della cavità a frequenza modulata.

lazioni hanno un periodo variabile in sincro con il periodo di rotazione delle particelle quando tale periodo diviene pressochè costante viene utilizzata l'altra cavità che continua l'accelerazione fino al raggiungimento dell'energia finale. Questa diapositiva (fig. 10) è mostrato un diagramma schematico della cavità a frequenza modulata. Il foro centrale passa la ciambella in cui circolano gli elettroni che si muovono quindi in una direzione normale al piano di questo disegno e, in questa diapositiva (fig. 11), è invece mostrato un diagramma schematico della sezione assiale e normale di questa cavità.

Gli elettroni trovano il campo elettrico acceleratore tra i due piatti nello spazio indicato con d .

In questa fotografia (fig. 12) è mostrata la cavità montata nella sua forma definitiva ma non ancora posta nella posizione definitiva. In questa stessa fotografia sono visibili parte degli alimentatori di questa catena a radiofrequenza e parte dell'elettromagnete destinato a programmare le diverse operazioni della macchina.

In quest'altra diapositiva (fig. 13) è invece mostrata la cavità che accelera gli elettroni quando il loro periodo di evoluzione è divenuto praticamente costante. Anche questa cavità è qui mostrata nella sua realizzazione definitiva ma non ancora nella sua posizione definitiva.

Queste due cavità trovano la loro sistemazione definitiva in due delle quattro sezioni diritte che attraversano l'anello circolare dell'elettromagnete che sono visibili su questa diapositiva che è precedentemente proiettata (fig. 4). La frequenza d'accordo di entrambe le cavità è di 43,7 megahertz al secondo che è la frequenza di lavoro della macchina a frequenza fissa e la frequenza massima raggiunta dalla prima cavità a frequenza variabile.

Quando gli elettroni hanno raggiunto l'energia desiderata vengono fatti incidere su un blocco di materiale, per esempio rame, dove, frenandosi, producono un fascio di raggi gamma. Questo blocco verrà posto in questa sezione diritta e, come è detto precedentemente, il fascio di raggi gamma attraverserà diagonalmente la zona occupata dai rivelatori per la sperimentazione. È inoltre allo studio la possibilità di ottenere un fascio di elettroni uscenti dall'elettromagnete nella zona destinata alla

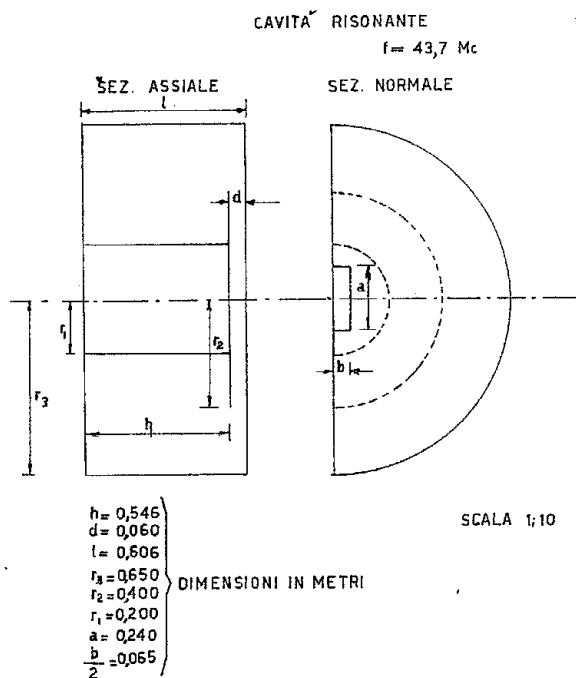


Fig. 11 - Disegno schematico della sezione assiale e normale della cavità a frequenza modulata.

mentazione. È importante riassumere brevemente il succedersi delle operazioni principali che si svolgono durante il ciclo di accelerazione degli elettroni: questi vengono da prima accelerati da differenze di potenziali statiche e quindi iniettati nella macchina solo quando il campo magnetico ha raggiunto il valore conveniente; pochi decimi di μs dopo la loro immissione nella ciambella viene iniziata la loro accelerazione da parte della cavità a frequenza modulata. Quando essi hanno raggiunto, dopo circa $1500 \mu\text{s}$, una energia prossima a 10-12 milioni di elettron-volt, viene a cessare il funzionamento della prima cavità ed entra allora in funzione la seconda cavità che rimane in azione fino al termine del ciclo di accelerazione. Gli elettroni vengono allora fatti incidere su un blocchetto di materiale ove, come abbiamo detto, producono raggi gamma. È importante notare che tutto il ciclo di accelerazione che abbiamo sommariamente descritto si ripete venti volte in un secondo ed ha una durata di 25 millisecondi. In questo tempo debbono venire posti in azione secondo un programma predeterminato i vari dispositivi che abbiamo menzionato ed altri ancora meno importanti, che non è conveniente descrivere qui. Queste operazioni vengono quasi tutte compiute da dispositivi elettronici, che sono gli unici in grado di eseguirle con la rapidità e la precisione richieste. Occorre pensare che alcune di queste operazioni, quali l'iniezione degli elettroni nella ciambella, durano



Fig. 12 - La cavità risonante a frequenza modulata montata nella sua forma definitiva, ma non ancora posta nella posizione definitiva.

tempi molto brevi, per es. 5 microsecondi, e debbono avvenire con una precisione temporale nel loro inizio dell'ordine di un decimo di microsecondo. A questi apparati, strettamente dedicati al programma del ciclo di accelerazione degli elettroni nella macchina, se ne aggiungono altri, elettronici ed elettromeccanici, destinati principalmente al controllo del corretto funzionamento della macchina. Complessivamente nella sala di comando dell'elettrosincrotrone sono montati circuiti elettronici che impiegano circa un migliaio di valvole elettroniche mentre per la raccolta delle informazioni e la distribuzione dei comandi sono state stese alcune decine di chilometri di cavi di vario tipo.

Resta infine da notare che tutti gli aggiustamenti e le operazioni che si debbono compiere sul sincrotrone quando esso è in funzione debbono poter essere effettuati a distanza, e precisamente dalla sala di comando, per non esporre gli operatori alle radiazioni prodotte dalla macchina stessa, principalmente raggi gamma e neutroni. Per salvaguardare ricercatori e tecnici da queste radiazioni è stato organizzato un adeguato sistema di sicurezza preventiva e di controllo delle eventuali dosi di radiazione subite

dal personale che opera nei dintorni della macchina. Infine si prevede di circondare la macchina un muro di blocchi di calcestruzzo dello spessore circa 2 metri.

Un altro impianto assai importante è quello nato a produrre un alto vuoto nella ciambella circolano gli elettroni. In questo recipiente o stabilire infatti una pressione finale inferiore millimetri di mercurio. Questo impianto è costituito di 4 unità indipendenti che si innestano ciascuna sulla ciambella nelle quattro sezioni diritte. Le unità di pompaggio di ciascun gruppo sono di all'ora per quanto riguarda la pompa rotativa 3 000 l/sec per la pompa a diffusione. Il recipiente in cui circolano gli elettroni, la cosiddetta ciambella è costituita in araldite e quarzo ed è rivestita internamente di nastro di acciaio inossidabile destinato alla raccolta degli elettroni diffusi sulle pareti. Le dimensioni esterne di questo recipiente sono 230×78 mm e lo spessore delle pareti è di 1

In questa diapositiva (fig. 14) è visibile con particolare chiarezza la pompa a diffusione di uno dei gruppi di pompaggio, ed inoltre anche u

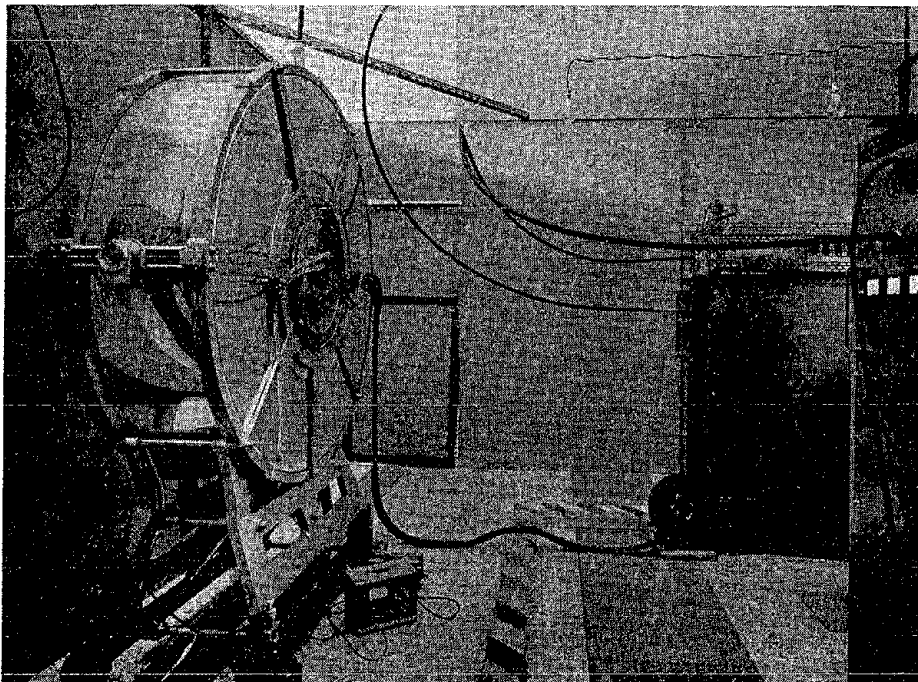
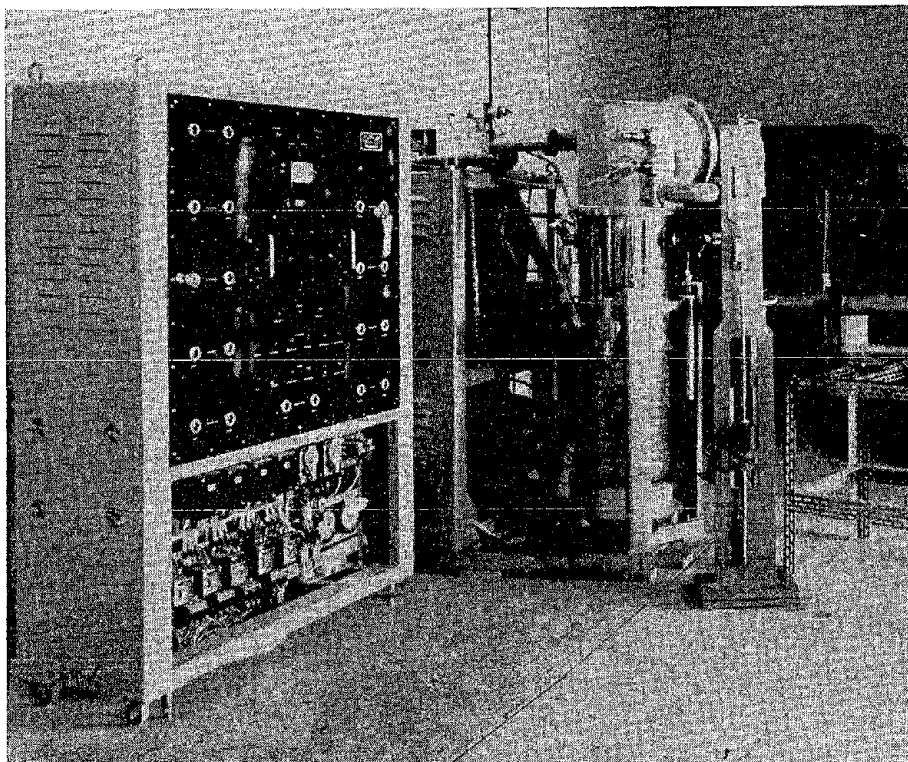


Fig. 13 - La cavità r
te a frequenza fiss.

Fig. 14 - Veduta della pompa a diffusione di uno dei quattro gruppi di pompaggio.



mento della ciambella sotto collaudo prima del montaggio definitivo.

In tabella 1 sono elencati i nomi dei fisici e degli ingegneri che collaborano alla messa a punto della macchina e al funzionamento dei vari servizi dei laboratori.

Dal numero di laureati e di tecnici che si sono dedicati e si dedicano ai diversi compiti che sono qui elencati risulta che il magnete e le misure relative alla sua messa a punto occupano, insieme all'elettronica e alla radio-frequenza, un posto di primo piano nel compimento e nel funzionamento dell'elettrosincrotrone. Da quanto ci è stato possibile accertare nella prima fase della messa a punto della nostra macchina, in cui abbiamo cominciato a fare circolare elettroni nell'interno della ciambella, abbiamo constatato che la strategia secondo la quale sono stati concentrati sul magnete una considerevole quantità di lavoro e di persone non è da considerarsi errata.

La messa a punto della macchina prosegue ora ala-

cremente e noi speriamo di poter entro breve tempo mettere a disposizione dei fisici un fascio di raggi gamma intenso e stabile avente l'energia massima per cui la nostra macchina è stata progettata.

Prima di concludere accennando ai programmi futuri di utilizzazione del nostro sincrotrone desidero menzionare le industrie che più validamente hanno collaborato con noi nella costruzione dell'elettrosincrotrone. I lavori edili sono stati eseguiti dall'Impresa Guffanti di Milano. Il magnete è stato costruito dall'Ansaldo S. Giorgio di Genova mentre il gruppo di macchine per la sua alimentazione, completo degli apparati di controllo, è stato costruito dalla Compagnia Generale di Elettricità di Milano.

L'impianto da vuoto è stato apprestato dalle Officine Galileo di Firenze, mentre l'iniettore da 3 milioni di elettron-volt ci è stato fornito dalla High Voltage Corporation degli Stati Uniti d'America.

Per quanto riguarda i programmi futuri noi riteniamo che una volta terminata la messa a punto della macchina si potranno iniziare le ricerche, se-

TABELLA 1

LABORATORI DI FRASCATI - DIVISIONE ATTUALE DEI COMPITI

Magnete e misure magnetiche	Radio frequenza elettronica	Vuoto e tecnologie speciali	Iniettore	Gruppo teorico	Lavori edili e attrezzatura laboratori	Officina	Segreteria e servizi	Liquori
Amman	Alberigi	Corazza	Agno	Bernardini	Cerchia	—	Agostini	Mone
Bologna	Massarotti	—	Bizzarri	Turrin	Ladu	—	—	—
Diambrini	Puglisi	—	Querzoli	—	Scaccia	—	—	—
Ghigo	Quercia	—	—	—	—	—	—	—
Murtas	—	—	—	—	—	—	—	—
Sacerdoti	—	—	—	—	—	—	—	—
Salvini	—	—	—	—	—	—	—	—
Sanna	—	—	—	—	—	—	—	—
Toschi	—	—	—	—	—	—	—	—
Laureati 9	4	1	3	2	3	—	1	1
Tecnici 7	13	8	—	—	2	17	19	3

Direttore: G. Salvini - Vice Direttore: I. F. Quercia
 Complessivamente: Laureati 24, Tecnici 69, Totale 93.

guendo alcune direttive fondamentali. La prima di queste consiste nell'indagine della produzione, da parte dei raggi gamma, di particelle quali i mesoni π e μ , i mesoni K ed altri tipi di mesoni. Inoltre lo studio delle interazioni tra i raggi gamma di alta energia e i nucleoni che compongono i nuclei atomici possono fornire interessanti informazioni sulla struttura dei nuclei e dei nucleoni stessi.

In diverse Università italiane e negli stessi laboratori di Frascati sono già in fase di progetto e messa a punto apparati sperimentali destinati a studiare alcuni dei processi a cui ho accennato. Per facilitare questi studi sono in fase di costruzione assai avanzata alcuni grossi elettromagneti destinati ad analizzare le particelle prodotte dal fascio di raggi gamma; uno di essi è in particolare destinato a costituire l'elemento fondamentale di uno spettrometro a coppie necessario per misurare l'intensità e la distribuzione in energia del fascio di raggi gamma fornito dalla nostra macchina. Inoltre due magneti analizzatori con poli intercambiabili, del peso complessivo di 20 t ciascuno, sono stati approntati per analizzare fasci di mesoni prodotti in interazioni tra i raggi gamma e la materia.

Mi auguro che questa mia breve relazione abbia fornito un quadro sia pure incompleto del complesso

di attività che si vanno svolgendo nell'ambi Laboratori Nazionali di Frascati.

La costituzione di questo centro ha rappresentato e rappresenta per il nostro Paese un considerevole sforzo scientifico ed economico. Gli scienziati italiani sono ora ben lieti che l'elettrosincrotrone, potente mezzo di indagine nel campo della delle particelle elementari, sia ora per entrare nitivamente in funzione e nessuno di noi rimpiange il lavoro e sacrificio che esso ci è costato. Ritiene da augurarsi che le ricerche che stiamo intraprendendo siano fruttuose e non manchino a tutte le condizioni migliori per intraprenderle.

Ci auguriamo infatti che il lavoro comune ed il pubblico denaro che hanno consentito questa iniziativa risultino bene utilizzati e che il nostro Paese continui a trarre il massimo giovamento dal razionale sfruttamento di questo mezzo di indagine. ■

summary

THE FRASCATI NUCLEAR LABORATORY OF THE I.N.F.N. This relation is devoted to the National Laboratory of Frascati, the main apparatus of which is a 1000 MeV electron synchrotron, now being set up. A detailed description of its design and operation features is here given, and a program relating to further research is made of the program relating to further research.