

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-62/127 (1962)

G. Corazza, R. Habel, S. Sircana: L'ELETTROSINCROTRONE: IMPIANTO DI VUOTO.

Estratto dal: Nuovo Cimento, Suppl. 24, 217 (1962)

PARTE IV.

Impianto di vuoto.

G. CORAZZA, R. HABEL e S. SIRCANA

1. - Introduzione. Requisiti generali.

A) *Introduzione.* - Una volta stabilite le dimensioni del traferro del magnete dell'elettrosincrotrone (e.s.) si è studiata una camera da vuoto di apertura verticale ed orizzontale tale da sfruttare al massimo dette dimensioni. Era necessario per questo costruire la camera da vuoto con spessore delle pareti il più possibile sottile e di dimensioni verticali tali da lasciare fra la sua parete ed il traferro lo spazio utile solo per inserire, sotto le espansioni polari, le correnti di correzione. Ciò sarebbe stato possibile usando come materiale per la costruzione della camera un metallo non ferromagnetico. Data però la elevata variazione del campo magnetico all'iniezione ($\sim 140\,000$ G/s con una frequenza di alimentazione di 20 Hz), una tale soluzione non era possibile in quanto le correnti parassite nella parete della camera sarebbero state troppo elevate ed i campi magnetici da esse indotti avrebbero distrutto il campo guida focalizzante degli elettroni.

Non era possibile d'altronde usare semplicemente un materiale non conduttore perchè in questo caso gli elettroni diffusi del gas residuo sarebbero andati a formare, in breve tempo, accumuli di cariche sulle pareti interne della camera generando una azione di disturbo sul fascio circolante entro di essa.

Avendo scartate le due precedenti possibilità si decise di realizzare la camera in materiale non conduttore metallizzandone però le pareti interne. Tale metallizzazione, pur avendo una resistività sufficientemente elevata da rendere trascurabili le correnti in essa indotte per effetto dell'elevato valore di dB/dt , dal punto di vista elettrostatico è un buon conduttore e pertanto elimina la formazione di accumuli dannosi di cariche.

Si richiedeva inoltre che la pressione media interna alla camera fosse inferiore a $5 \cdot 10^{-6}$ torr al fine di rendere minime le perdite degli elettroni iniettati, per la diffusione multipla dovuta agli urti contro le molecole di gas residuo. Tale diffusione infatti, allontanando gli elettroni dalla loro orbita di equilibrio, ne eccita le oscillazioni di betatrone sino a disperderli sulle pareti della ciambella.

L'attuale camera da vuoto, realizzata in araldite e polvere di quarzo con rivestimento conduttore di acciaio inox (Fig. IV.1) è costituita da quattro quadranti raccordati a quattro sezioni diritte. Di queste, due sono occupate dalle cavità risonanti a RF, mentre le rimanenti due ospitano, l'una il deflet-

tore elettrostatico, l'altra un elettrodo ad induzione per la misura dell'intensità del fascio di elettroni accelerati. In quest'ultima sezione diritta si ha la possibilità di inserire la strumentazione per eventuali esperienze con il fascio di elettroni.

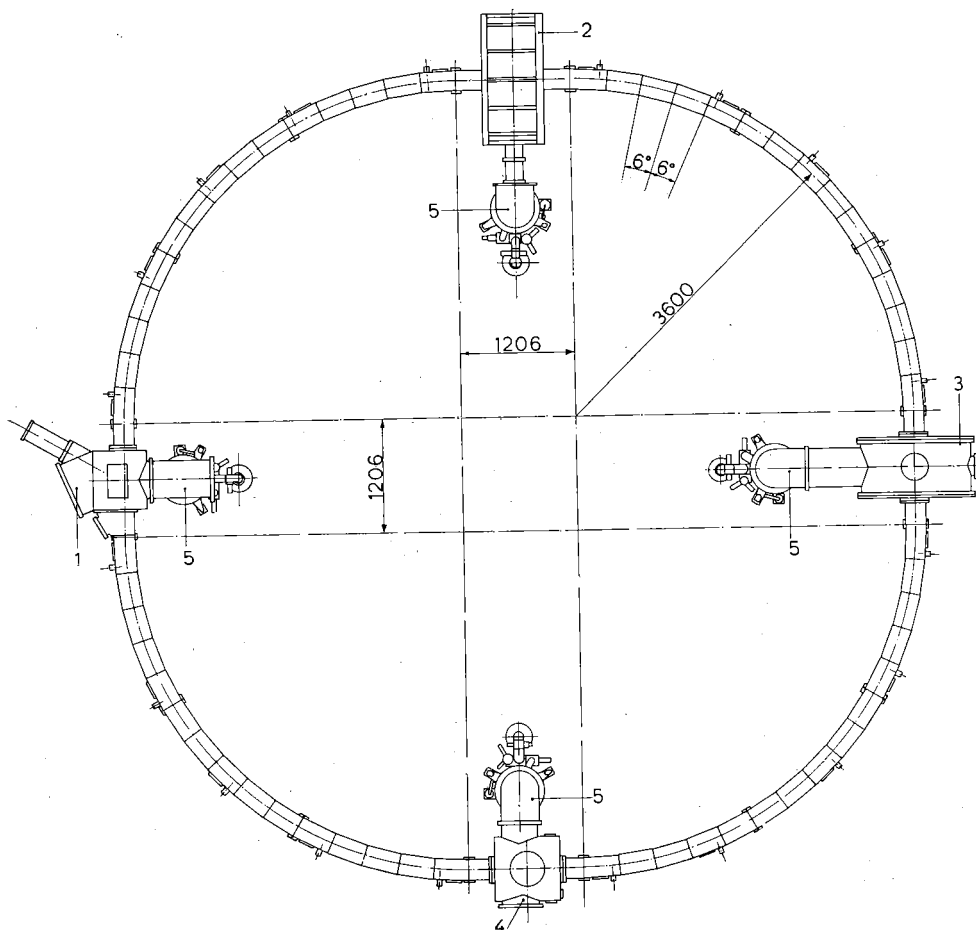


Fig. IV.1. - Vista d'insieme della camera a vuoto dell'elettrosincrotrone. 1) Scatola deflettore elettrostatico; 2) cavità RF_1 ; 3) cavità RF_2 ; 4) scatola esperienze; 5) pompe da vuoto.

B) Studi preliminari per la definizione del progetto della camera da vuoto. - Avendo definito le caratteristiche strutturali della camera, la prima fase realizzativa fu caratterizzata dalla ricerca di un materiale che offrisse i necessari requisiti meccanici ed elettrici per realizzarla.

Ci si rivolse dapprima a materiali di tipo vetroso (porcellana, pyrex) e,

in collaborazione con la ditta M.I.V.A. di Acqui, fu realizzato un prototipo di tubo in pyrex avente la sezione illustrata in Fig. IV.2a. Contemporaneamente in laboratorio fu studiato con successo un metodo di metallizzazione ad alta resistività superficiale [1], dell'ordine di $(1000 \div 10000)$ ohm/quadro e di aderenza tale da non essere asportato se non mediante corrosione del vetro con acido fluoridrico.

Sui pezzi così realizzati vennero eseguite delle prove di resistenza meccanica, fino a distruzione, in un compressore idraulico. Il carico di rottura si aggirava in media attorno al valore di 1 kg/cm^2 . Alcuni pezzi, che avevano resistito durante il collaudo ad un carico di 1.5 kg/cm^2 , si ruppero dopo $(12 \div 20)$ ore che erano stati messi sotto vuoto.

Poichè la rottura in genere avveniva, come era da aspettarsi, agli estremi del diametro maggiore, furono realizzati dei pezzi con spessore fino a 18 mm sul punto di maggiore sollecitazione meccanica. Questi pezzi, al collaudo nel compressore idraulico, non si comportarono molto diversamente dai precedenti.

Un buon risultato fu ottenuto modificando la sezione del tubo come illustrato in Fig. IV.2b, ma questa soluzione fu scartata, e con essa quindi il pyrex, perchè ne risultava eccessivamente ridotta la sezione utile per il fascio di elettroni.

Per gli stessi motivi, oltre che per notevoli difficoltà di lavorazione, fu scartato l'uso di materiali ceramici.

Ci indirizzammo così verso le materie termoplastiche ed in particolare verso le resine epossilinicche della ditta « CIBA ».

Furono costruiti pertanto in laboratorio tubi di araldite tipo *B* della sezione di Fig. IV.2a caricati con diverse percentuali di polvere di quarzo, di varia granulometria, al fine di abbassare ad un limite ragionevole il coefficiente di elasticità dell'araldite sì da avere un tubo sufficientemente rigido. Si trovò che, con un miscuglio di araldite tipo *B* e polvere di quarzo della granulometria di 6000 maglie per cm^2 , si potevano ottenere tubi di sezione ellittica la cui flessione totale sull'asse minore, sotto vuoto, era di circa $14/10 \text{ mm}$; mentre il carico di rottura era superiore a 3 kg/cm^2 .

A seguito di questi risultati si presentò nuovamente il problema di rendere conduttrice la parete interna della camera, poichè la soluzione adottata per il pyrex non era applicabile nel caso della araldite.

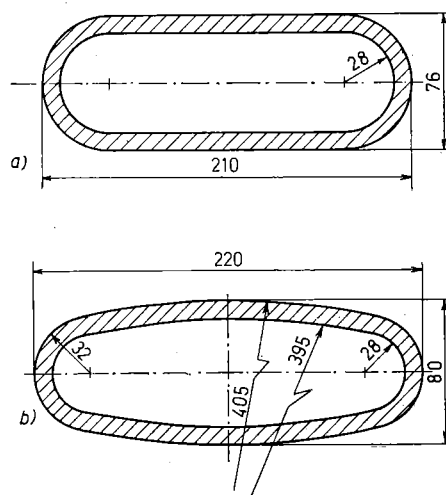


Fig. IV.2. - Sezioni della camera a vuoto di prova realizzate in Pyrex.

Tra le possibili soluzioni quella adottata, che sarà ampiamente descritta nella sezione successiva, consiste in una rivestitura della parete interna della ciambella con striscie parallele di acciaio inox amagnetico di spessore di 5/100 mm, isolate elettricamente fra loro.

Tale metallizzazione, ricoprendo quasi tutta la parete interna della camera, fa sì che dal punto di vista del vuoto essa si comporti come un tubo costruito interamente in acciaio inox.

2. - La camera da vuoto (ciambella).

A) *Descrizione.* - Come abbiamo già accennato, la camera da vuoto è costituita da quattro quadranti raccordati da quattro sezioni diritte. Il raggio medio di curvatura di ciascun quadrante è di 3 600 mm.

In Fig. IV.3 si vede una sezione della ciambella e la sua posizione nel traferro del magnete. Le dimensioni di ingombro della ciambella sono 77×212 mm². Lo spessore della parete è di 10 mm. Ogni quadrante è composto di 15 pezzi di lunghezza media di 377 mm, corrispondente ad un arco di 6°.

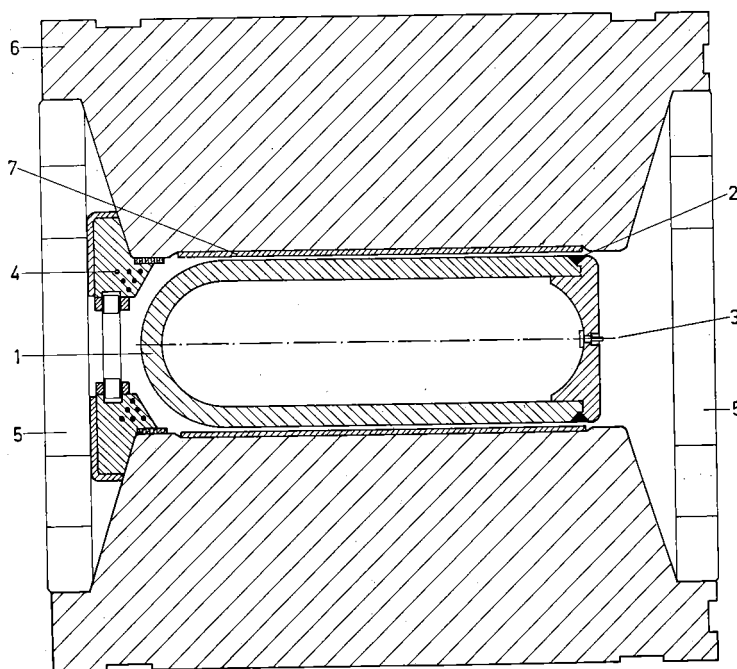


Fig. IV.3. - Sezione della ciambella in araldite e quarzo e sua posizione nel traferro del magnete. 1) Camera da vuoto in araldite e quarzo; 2) incastro frontale ad U; 3) passante di massa per la metallizzazione; 4) circuiti di correzione; 5) colonne di riferimento; 6) espansioni polari.

Per facilitare il montaggio e per eliminare il più possibile le guarnizioni di tenuta del vuoto, i pezzi delle dimensioni sopra dette sono saldati fra loro a cinque a cinque (Fig. IV.1) cosicchè un quadrante è completato con tre settori della lunghezza media di 1885 mm.

La tenuta del vuoto fra i settori di ciambella è assicurata da una guarnizione di neoprene tipo « OR » dello spessore di 3.5 mm alloggiata in una scanalatura larga 4.5 mm e profonda 2.4 mm, ottenuta sulla testata di ogni settore con un pantografo (Fig. IV.4).

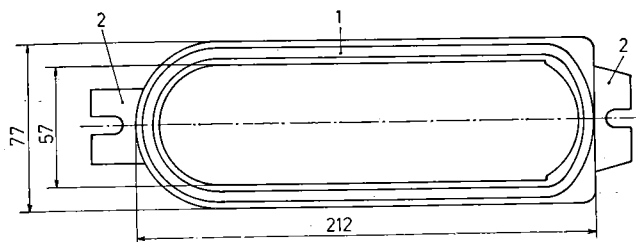


Fig. IV.4. - Vista frontale del settore centrale di ciascun quadrante della camera da vuoto. 1) Scanalatura per guarnizione; 2) orecchie per il raccordo dei settori della camera.

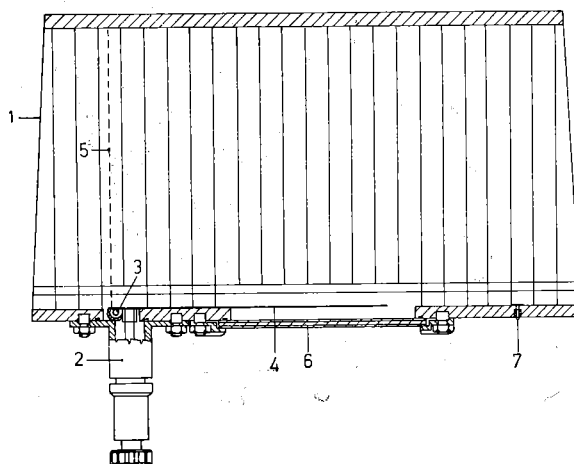
Il collegamento è fatto tramite due tiranti che hanno la loro sede in due orecchie saldate su ogni testata dei settori di ciambella. Per la posizione delle orecchie vedi Fig. IV.1.

I pezzi della ciambella sono costruiti in due parti che, come appare dalla Fig. IV.3, sono incastrate e incollate fra loro.

La metallizzazione interna della parte ad U è stata realizzata con striscie di acciaio inox amagnetico dello spessore di 0.05 mm e della larghezza di 15.7 mm distanziate fra loro di 0.3 mm (Fig. IV.5).

La metallizzazione del frontale è fatta con una stri-

Fig. IV.5. - Sezione trasversale di un pezzo della camera a vuoto. 1) Metallizzazione della camera; 2) passante a tenuta; 3) meccanismo di movimento della bandierina fluorescente; 4) posizione di riposo della bandierina fluorescente; 5) posizione di lavoro della bandierina fluorescente; 6) finestra trasparente; 7) passante di massa.



scia continua dello stesso acciaio adoperato per la parte ad U che copre interamente la parte interna del frontale e si ripiega per circa 5 mm sopra le mensole. Successivamente con una fresa da 0.3 mm sono stati praticati dei tagli, distanti fra loro 15 mm, sulla parte di acciaio aderente alla parete curva del frontale.

Le striscie continue di acciaio, che si trovano sulla mensola quando frontale ed U sono incastrati, assicurano il contatto elettrico fra tutte le striscie della metallizzazione la quale viene messa a terra dall'esterno tramite appositi contatti passanti (Fig. IV.3).

B) Procedimento di costruzione e caratteristiche meccaniche. - La ciambella, come abbiamo detto in precedenza, è totalmente realizzata in araldite e quarzo. Frontale ed U sono colati in appositi stampi di ghisa (Fig. IV.6) con aral-

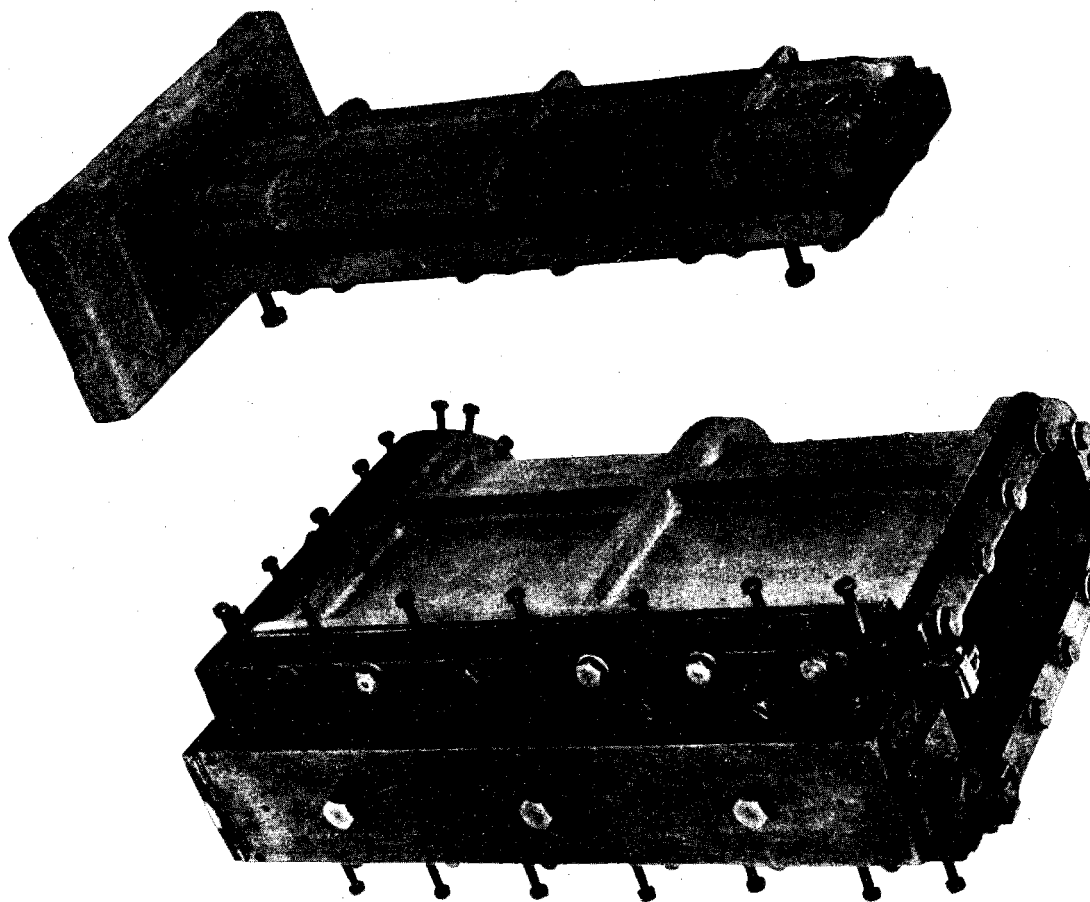


Fig. IV.6. - Stampi di colata per la camera a vuoto.

dite tipo *B* mescolata a quarzo della granulometria di 6 000 maglie per cm³ nella seguente percentuale: 225 g di quarzo ogni 100 g di araldite.

La polimerizzazione dell'araldite avviene alla temperatura di 120 °C in 14 ore di cottura.

La metallizzazione dei pezzi ad *U* per mezzo delle striscie di acciaio viene fatta nel seguente modo:

1) Le striscie sono portate alla larghezza voluta per mezzo di una rettifica con una precisione di circa ± 0.01 mm.

2) Le striscie così lavorate vengono montate su un attrezzo della stessa forma e dimensioni del maschio che serve alla colata delle parti ad *U*. Su questo attrezzo sono fissati dei distanziatori di 0.3 mm che servono da guida alle striscie di acciaio e permettono la loro sistemazione alla distanza voluta. Su questo attrezzo le striscie di acciaio vengono fatte aderire per mezzo di morsetti tiranti (uno per ogni striscia). Fissato l'acciaio sull'attrezzo si riveste questo con tessuto di lana di vetro il quale viene stirato in modo da aderire perfettamente alle striscie. Infine si impregna il tessuto di lana di vetro con araldite tipo XV e si procede alla sua polimerizzazione alla temperatura di 120 °C in 14 ore. Dopo la cottura l'acciaio rimane incollato sulla tela.

3) Si riveste il maschio dello stampo per la fusione degli *U* con il pezzo ottenuto precedentemente e si cola l'Araldite e quarzo nella percentuale detta all'inizio, dopo averla degassata sotto vuoto per alcuni minuti. Il degassamento vien fatto onde evitare formazione di bolle nel pezzo colato.

Il processo sopra descritto per la metallizzazione della parte ad *U* si rende necessario in quanto non è possibile incollare direttamente l'acciaio sull'araldite e quarzo durante la fusione.

Per la realizzazione del frontale si procede nel seguente modo:

1) Si cola il pezzo frontale in un apposito stampo (Fig. IV.6) con araldite tipo *B* e quarzo nella percentuale in peso 100:225 e si provvede alla polimerizzazione a 120 °C per 14 ore.

2) Sul pezzo così ottenuto si incolla, con araldite tipo 121S, un nastro di acciaio continuo in modo da rivestire completamente la parte interna del frontale. L'incollatura viene fatta tenendo l'acciaio aderente al frontale per mezzo di una morsa sagomata. Dopo la cottura a 40 °C per circa 1 ora il pezzo viene tolto dalla morsa e si continua la polimerizzazione della 121S a temperatura ambiente per circa 24 ore (temperatura non inferiore a 25 °C).

3) Per mezzo di una fresa da 0.3 mm si praticano sull'acciaio, nella parte ricurva del frontale, dei tagli come precedentemente descritto.

Ottenuti i due pezzi, *U* e frontale, si incastrano fra loro e si incollano con araldite tipo 121S.

L'incollatura viene fatta in una pressa (Fig. IV.7) che permette di sistemare il frontale in squadra rispetto alle pareti dell'U. L'araldite viene polimerizzata alla temperatura di 40 °C per circa 1 ora, più 24 ore alla temperatura ambiente (non inferiore a 25 °C).

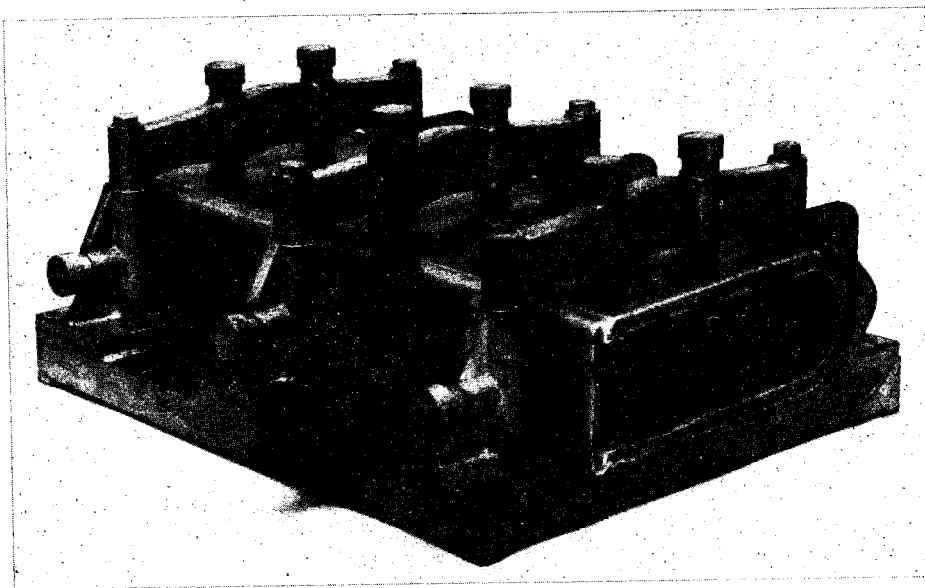


Fig. IV.7. - Pressa per l'incollatura di U e frontale della camera a vuoto.

Incastrati ed incollati i due pezzi fra loro si cola nella scanalatura a V, fra frontale ed U, araldite tipo *D*, che si polimerizza a 40 °C in 1 ora di cottura. Quest'ultima colata, essendo l'araldite tipo *D* molto fluida, serve ad assicurare una buona tenuta del vuoto all'incastro.

I settori da 1885 mm si ottengono, come descritto nel Cap. I, Sez. 2 di questa Parte IV, incollando fra loro 5 pezzi (Fig. IV.8) con araldite tipo *D* polimerizzata a 40 °C. I singoli pezzi ottenuti con il procedimento sopra descritto, prima di essere montati in settori, vengono collaudati in un compressore idraulico con un carico di $(2 \div 2.5)$ kg/cm².

La rottura dei pezzi avviene sopra i 3 kg/cm² per quelli con frontale chiuso e sopra 2.8 kg/cm² per quelli con finestre sul frontale.

La percentuale di quarzo e la sua granulometria sono state scelte in modo da aumentare il modulo di elasticità dell'araldite si da ridurre la flessione dei pezzi ad un valore ragionevole, quando sono messi sotto vuoto.

Con tale percentuale il modulo di elasticità è di $(1200 \div 1400)$ kg/mm² contro $(300 \div 400)$ kg/mm² dell'araldite pura e la flessione totale di un pezzo di ciambella misurata sulle pareti piane è inferiore a 14/10 mm.



Fig. IV.8. - Incollatura dei pezzi che compongono un settore della camera da vuoto.

3. - Descrizione e disposizione degli strumenti per la rivelazione del fascio.

All'interno della camera da vuoto, sia lungo i quadranti di ciambella sia nelle sezioni diritte sono stati sistemati tutti gli strumenti necessari alla rivelazione del fascio: bandierine fluorescenti, elettrodi di raccolta ed elettrodi ad induzione. I primi 2 necessari alla messa a punto dell'e.s. all'iniezione ed il terzo per il controllo del fascio circolante nella macchina durante tutto il ciclo di accelerazione.

A) *Bandierine fluorescenti.* - Le bandierine fluorescenti sono sistemate lungo i quadranti nelle finestre appositamente lasciate come appare dalla Fig. VI.5. Esse sono costruite in rete di rame, sostenuta da una sottile cornice di acciaio inox, ricoperta di uno strato di solfuro di zinco.

Alcune di queste bandierine e precisamente quelle sistemate al centro dei quadranti Est, Nord ed Ovest sono sostituite da targhette per la conversione degli elettroni in raggi γ . In Fig. IV.5 si può vedere una bandierina collegata al passante a tenuta di vuoto che un sistema meccanico di corona dentata e vite senza fine può inserire o disinserire all'interno della ciambella in modo da intercettare o no il fascio di elettroni.

Il passante ed il sistema meccanico per trasmettere il movimento sono stati realizzati interamente in araldite in modo da non perturbare il campo magnetico.

Le bandierine reticolari hanno una larghezza di maglie di circa 1 mm e permettono una trasmissione del 90% del fascio intercettato.

In questa maniera è possibile, all'iniezione, controllare la posizione radiale di oltre 10÷15 giri successivi del fascio.

Altre bandierine di questo tipo furono sistemate nelle sezioni diritte durante la prima messa a punto della macchina.

B) *Elettrodi di raccolta.* - Alla fine di ogni quadrante, dentro ognuna delle scatole poste nelle sezioni diritte sono stati sistemati gli elettrodi di raccolta.

Tali elettrodi in alluminio dello spessore di 1 cm possono essere inseriti in modo da intercettare il fascio di elettroni iniettati, per mezzo di meccanismi diversi, a seconda della loro posizione e dello spazio a disposizione lungo la camera.

Inserendo questi elettrodi possono essere fatte misure sul fascio in modo da controllare la trasmissione degli elettroni in ogni quadrante del magnete.

Nella scatola del deflettore elettrostatico sono sistemati due elettrodi di raccolta: uno di questi serve a misurare la quantità di elettroni che dopo un giro completo vanno ad urtare contro la piastra interna del deflettore elettrostatico; l'altro, che può essere spostato radialmente, serve per la misura della quantità di elettroni che arrivano su di esso dopo aver spiralizzato all'interno della camera.

C) *Elettrodi ad induzione.* - La Fig. IV.9 rappresenta l'elettrodo ad induzione collocato nella scatola della sezione diritta compresa fra il quadrante Est e Nord.

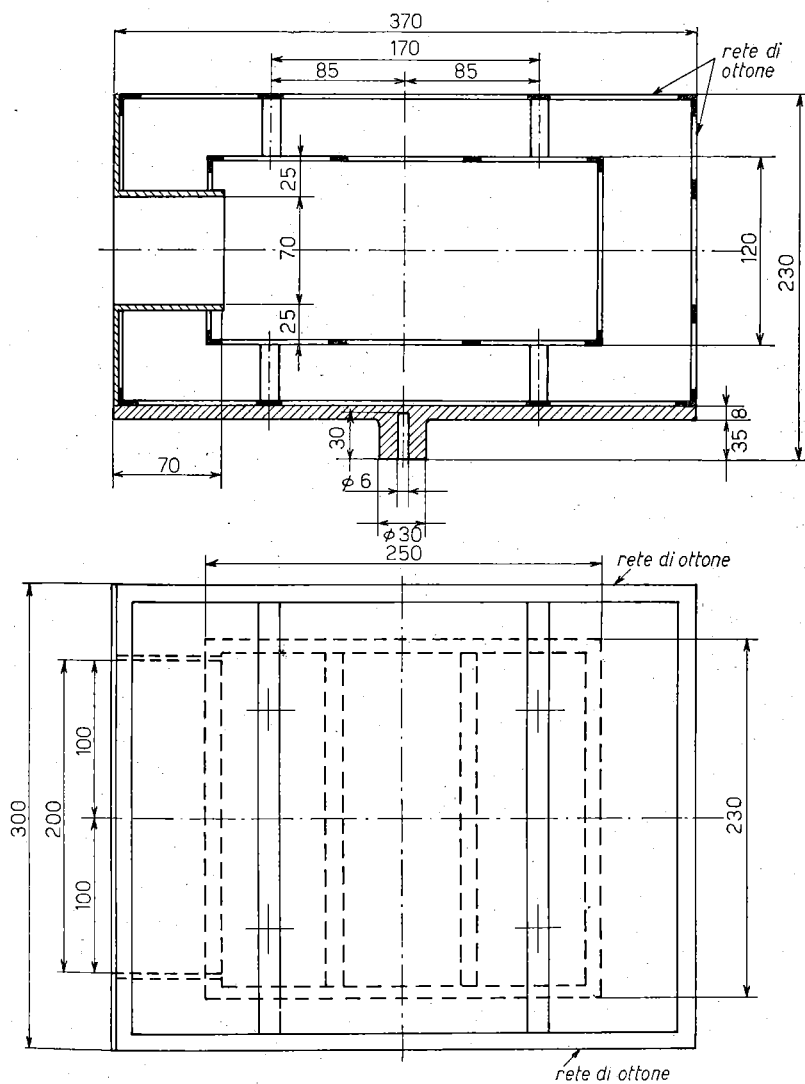


Fig. IV.9. - Elettrodo ad induzione della scatola esperienze.

Tale elettrodo risponde con un impulso di tensione ogni qual volta esso viene attraversato dal pacchetto di elettroni circolante nella macchina. Il segnale, opportunamente amplificato, dà una indicazione quantitativa sul

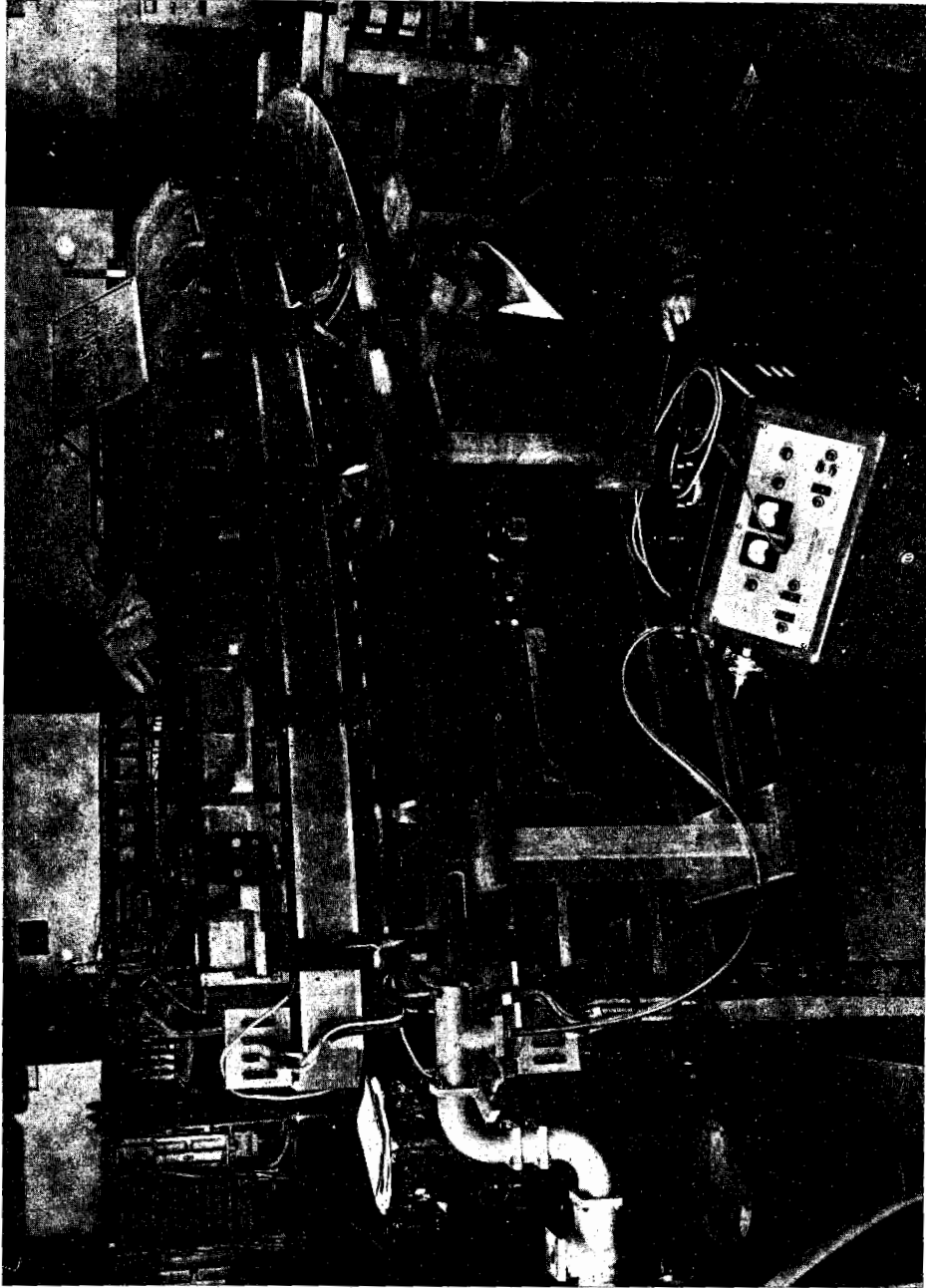


Fig. IV.10. - Quadrante della camera a vuoto durante il montaggio.

numero di elettroni circolante nella macchina durante tutto il periodo di accelerazione.

L'uso degli strumenti qui sopra illustrati è descritto nella Parte VIII.

4. - Prova del vuoto ed installazione.

Ciascun pezzo componente la camera da vuoto dell'e.s. è stato separatamente collaudato al fine di accertarne la perfetta tenuta.

Per queste prove è stato usato un cerca fughe ad elio del tipo a spettrometro di massa mod. 24/110 della C.E.C.

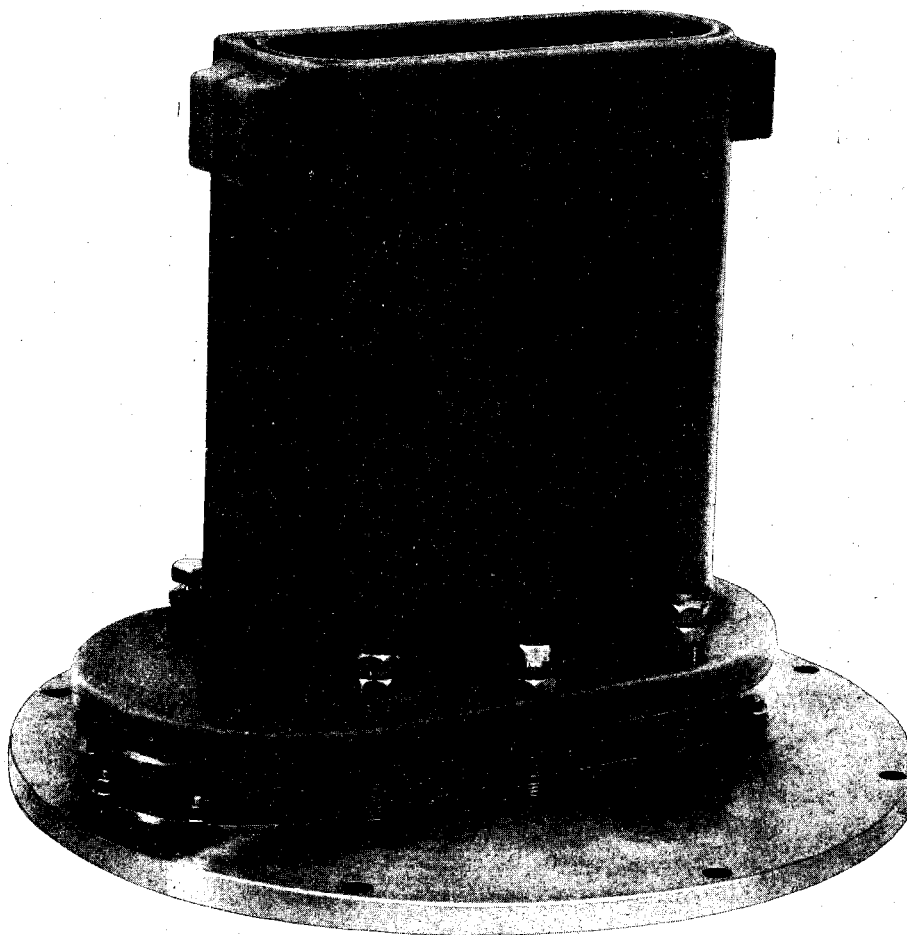


Fig. IV.11. - Giunto elastico a cannocchiale per il raccordo dei quadranti della camera a vuoto alle sezioni diritte.

Con particolare cura sono state ispezionate le tenute di tutte le saldature dei pezzi di ciambella sia al frontale che alla giunzione dei vari pezzi che componevano ciascun settore. I primi settori costruiti furono tenuti sotto vuoto per più di 1 mese. Alla fine della prova si poté constatare che le saldature non avevano minimamente sofferto e la tenuta era perfetta. Altre prove di tenuta con identici risultati furono fatte su un singolo pezzo della lunghezza di 377 mm dopo che era stato tenuto sotto vuoto alla temperatura di circa 50° per una settimana.

Fu accertato inoltre che il degassamento specifico delle pareti della ciambella non era molto superiore a quello dell'acciaio alla temperatura ambiente.

L'installazione della camera non è stato un grave problema.

I quadranti furono montati su una impalcatura di fronte al magnete (Fig. IV.10) e dopo un collaudo di tenuta dell'insieme furono fatti scivolare all'interno del traferro del magnete.

L'aggiustamento della posizione radiale ed azimutale dei quadranti di ciambella fu fatta con misure di riferimento rispetto alle espansioni polari del magnete.

Successivamente furono inserite nelle sezioni diritte la scatola contenente il deflettore elettrostatico, la scatola alla sezione Est-Nord e le due cavità a RF. Si provvide infine all'allacciamento di esse alle testate della ciambella tramite giunti elastici a canocchiale di cui alla Fig. IV.11.

La camera da vuoto fu completamente chiusa nel novembre 1958 e da quell'epoca è stata continuamente in opera senza presentare serie perdite o danneggiamenti.

5. - L'impianto di vuoto.

A) *Caratteristiche dell'impianto.* - Come già accennato, la pressione media che si voleva nella camera da vuoto, doveva essere inferiore a $5 \cdot 10^{-6}$ torr.

Volendo lasciare libera la parte esterna dell'anello e considerata la struttura del magnete, i soli punti che rimanevano a disposizione per l'inserzione delle pompe da vuoto erano le quattro sezioni diritte (Fig. IV.1).

Per avere la possibilità di vuotare rapidamente la camera ad una pressione inferiore a 10^{-5} torr, furono scelte delle pompe a diffusione con velocità di aspirazione di 3000 l/s.

L'impianto di vuoto, fornito dalle « Officine Galileo » di Firenze, risulta, pertanto, costituito da quattro stazioni di pompaggio situate nelle sezioni diritte del magnete.

Ciascuna stazione è completamente automatizzata e può essere comandata dalla sala controllo.

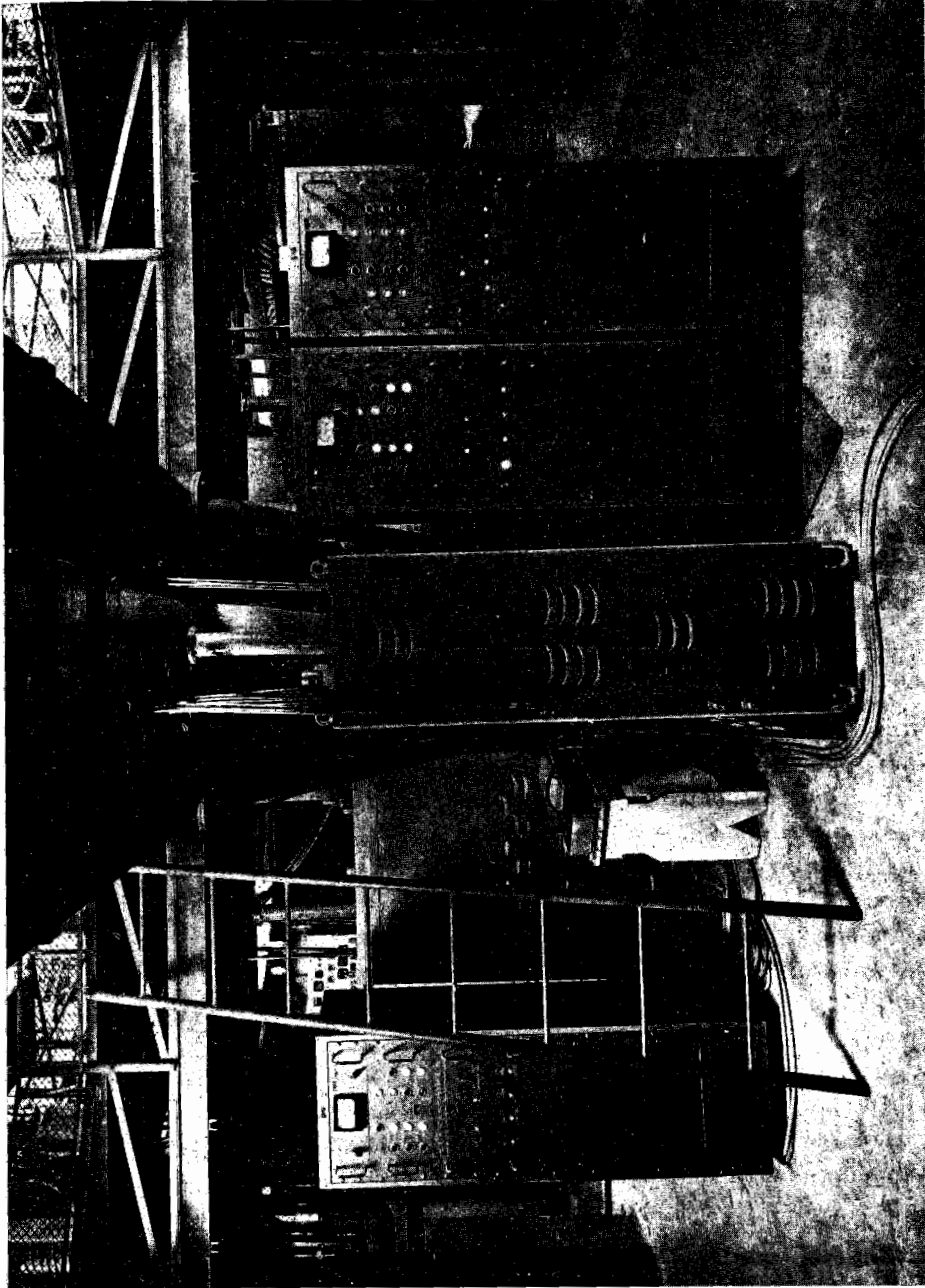


Fig. IV.12. - Gruppi di vuoto preliminare ed armadi di comando.

B) *Descrizione dell'impianto.* — Ciascuna delle quattro stazioni di pompaggio è composta sostanzialmente da:

- una pompa rotativa a due stadi della portata di 60 m³/h e vuoto finale migliore di $2 \cdot 10^{-4}$ torr;
- una pompa a diffusione di vapori di olio, autofrazionante, della portata di 3 000 l/s, sormontata da una trappola opaca refrigerata a -30 °C.

Una valvola a disco, posta al disopra della trappola, isola la stazione di pompaggio dalla ciambella.

Il collegamento tra la pompa e la camera da vuoto è effettuato mediante un gomito di raccordo in acciaio inox, nel quale è situata una seconda trappola refrigerata ad aria liquida.

La velocità di aspirazione, misurata alla bocca della pompa a diffusione subito dopo la valvola a disco, è dell'ordine di 1500 l/s alla pressione di 10^{-5} torr.

Il vuoto limite raggiunto dalla pompa dopo 24 ore di funzionamento è, senza la trappola ad aria liquida, migliore di $5 \cdot 10^{-7}$ torr.

Il raffreddamento della trappola opaca alla temperatura di -30 °C è assicurato da un gruppo frigorifero a Freon₁₂ con espansione del Freon direttamente nel serpentino di raffreddamento della trappola stessa.

Il comando di tutte le valvole di sezionamento dei vari rami del circuito a vuoto, è idrodinamico.

La pompa preliminare, il gruppo frigorifero ed il pressostato dell'olio per il comando delle valvole sono raccolti in quattro gruppi, uno per ciascuna stazione, sistemati nell'interno del pozzo a quota 0.00 (Fig. IV.12).

Sempre all'interno del pozzo sono situati i pannelli di comando delle stazioni di pompaggio (Fig. IV.12).

Nel dimensionamento delle pompe preliminari si è voluto tenere conto in particolar modo del tempo di vuotatura.

Infatti con le quattro pompe da 60 m³/h si è in grado di portare la camera dalla pressione atmosferica alla pressione di $5 \cdot 10^{-2}$ torr, pressione alla quale si inseriscono le pompe a diffusione, in soli 15 minuti.

Questa caratteristica dell'impianto consente, negli interventi sulla camera da vuoto e sulle apparecchiature in essa contenute, una notevole economia di tempo.

Si giunge infatti dalla pressione atmosferica alla pressione di esercizio, $(5 \div 7) \cdot 10^{-7}$ torr misurati nei gomiti di raccordo, in sole 4 ore.

Questo risultato si ottiene raffreddando le trappole ad aria liquida dopo che le pompe hanno raggiunto un vuoto dell'ordine di qualche 10^{-6} torr.

6. — Sistema di controllo.

Le quattro stazioni di pompaggio possono essere comandate sia dai pannelli nel pozzo sia dal quadro di comando generale posto in sala controllo.

Sono previsti due modi di funzionamento: marcia automatica e marcia individuale.

Nei caso della marcia automatica tutte le operazioni, dalla partenza fino al raggiungimento dell'alto vuoto in ciambella, vengono compiute nella successione corretta senza intervento esterno, con l'ausilio di segnalatori elettronici di vuoto le cui testate sensibili sono collocate in opportuni punti del sistema a vuoto (pompa preliminare, serbatoio di prevuoto, pompa a diffusione, ciambella).

Un sistema di sicurezze, che agisce sulle singole stazioni e sulle quattro stazioni in parallelo, elimina la possibilità di false manovre allorchè i gruppi si trovano in marcia individuale.

Un sistema di allarme luminoso indica, sui pannelli nel pozzo ed in sala controllo, la presenza di un difetto nell'impianto e ne localizza la posizione.

Dalla sala controllo è possibile eseguire la manovra di marcia automatica sulle singole stazioni di pompaggio, o di avviamento automatico delle quattro stazioni in parallelo.

Esiste anche la possibilità di mettere le singole stazioni in posizione di emergenza. In tal caso, in qualunque condizione si trovi la stazione di pompaggio, essa viene ad assumere il seguente assetto: pompa preliminare in marcia; valvola di prevuoto in pompa a diffusione aperta; tutti gli altri organi fermi; tutte le altre valvole chiuse; fornello della pompa a diffusione acceso. Quattro vacuometri a ionizzazione posti sui gomiti di raccordo permettono la lettura della pressione in ciambella, mentre 3 termo-croci per ciascuna stazione, posti rispettivamente sulla pompa preliminare, sulla pompa a diffusione ed in ciambella, danno una informazione sul corretto funzionamento delle stazioni stesse.

BIBLIOGRAFIA

- [1] P. BUCCI, M. MAESTRO e B. RONCONI: Relazioni nn. DO 10, DO 11, DO 12 dei Laboratori Nazionali di Frascati (1955-56).
- [2] G. CORAZZA: Relazione DO 15 dei Laboratori Nazionali di Frascati (1958).