

34. M. AGENO, M. CHIOZZOTTO, R. QUERZOLI. — Nuova sistemazione dell'impianto acceleratore a 1100 Kv. dell'Istituto Superiore di Sanità.

**Riassunto.** — Si descrivono i miglioramenti tecnici recentemente apportati all'impianto acceleratore per ioni positivi a 1100 KV dell'Istituto Superiore di Sanità, e ai relativi servizi.

**Résumé.** — Les A.A. illustrent les perfectionnements techniques apportés récemment à l'installation de l'accélérateur pour ions positifs à 1100 KV de l'Institut Supérieur de la Santé, ainsi qu'aux services y-relatifs.

**Summary.** — The technical improvements are described, which have been recently carried out on the 1100 KV accelerator for positive ions and it's accessories in the Istituto Superiore di Sanità.

**Zusammenfassung.** — Es werden die neuen technischen Verbesserungen beschrieben, die vor kurzem an der 1100 KV Beschleunigeranlage und an den Hilfsgeräten des Instituto Superiore di Sanità angebracht wurden.

---

L'acceleratore lineare per ioni positivi a 1100 KV, realizzato in questo Laboratorio nel 1939 <sup>(1)</sup>, ha continuato a funzionare per un periodo di oltre dieci anni, senza bisogno di revisioni o modifiche che andassero al di là dell'ordinario servizio di manutenzione.

Nel settembre del 1949, alla ripresa del lavoro dopo il periodo di ferie estive, risultò però chiaro, da tutta una serie di indizi, che tale impianto non avrebbe ormai più potuto funzionare a lungo senza una revisione totale e senza rinnovo di talune parti (essenzialmente cavi di distribuzione dell'energia e collegamenti degli organi di comando) che il lungo funzionamento e più ancora il tempo avevano oramai irrimediabilmente compromesso.

Indubbiamente, l'acceleratore, uno dei più moderni ed efficienti al tempo della sua entrata in funzione, appariva ora nelle sue caratteristiche completamente e di gran lunga superato. Pur tenendo conto che si trattava ancora dell'unico acceleratore funzionante in Italia, la grave mole di lavoro e la spesa tutt'altro che indifferente ch'era necessario affrontare per rimetterlo in efficienza non sarebbero certamente stati

compensati dai risultati ottenibili, se due circostanze fortunate non avessero contemporaneamente offerta l'occasione di modifiche tali da aprire alcune nuove possibilità di sfruttamento.

La prima e la più importante di tali circostanze è consistita nella disponibilità di nuovi e ampi locali, adiacenti all'angusto e basso ambiente (plancia) al centro del quale era sistemata la targhetta del tubo e che aveva fino allora dovuto contemporaneamente contenere tutti gli apparati sperimentali e tutti gli organi e dispositivi di controllo e di manovra. La seconda circostanza era che l'impianto di alta tensione, pur non essendo praticamente modificabile dal punto di vista della tensione di uscita, era però in grado di fornire una potenza circa cento volte maggiore di quella effettivamente utilizzata nel tubo acceleratore.

A questo proposito occorre notare esplicitamente che la ristrettezza dell'ambiente a disposizione per i dispositivi sperimentali e la conseguente impossibilità di proteggere adeguatamente i dispositivi stessi (nonchè gli operatori) dalle perturbazioni elettriche, dalle vibrazioni meccaniche e soprattutto dalle radiazioni diffuse, ha sempre costituito la più severa limitazione allo sfruttamento dell'impianto ai fini della ricerca. Qualunque tentativo di aumentare la potenza effettivamente utilizzata, non accompagnato da un radicale miglioramento delle condizioni geometriche dell'ambiente circostante la targhetta, si sarebbe tradotto in un intollerabile aumento della radiazione di fondo e sarebbe stato quindi a priori destinato all'insuccesso.

Tenuto dunque conto di queste circostanze fortunate, si decise di procedere ad una nuova sistemazione generale di tutto l'impianto, secondo i criteri seguenti:

1) utilizzare i nuovi locali per creare un allineamento di almeno dieci metri a partire dalla targhetta, lungo cui disporre eventualmente apparati sperimentali, in condizioni geometriche tali da potere in ogni caso ridurre ad un livello tollerabile la radiazione diffusa dal pavimento, dal soffitto e dalle pareti;

2) allargare la plancia preesistente fino al limite del muro anteriore dell'edificio e contemporaneamente togliere da essa tutti gli organi di manovra e di controllo, nonchè le pompe rotative e i serbatoi di gas, allo scopo di avere un ambiente libero, a disposizione per le esperienze da eseguire nelle immediate vicinanze della targhetta;

3) accentrare tutti gli organi di controllo e di manovra dell'impianto di AT e del tubo acceleratore, in modo da poter affidare nel corso del normale funzionamento ad una sola persona la sorveglianza di entrambi i dispositivi. Disporre tali organi in una zona lontana dalla

targhetta, opportunamente protetta dalle radiazioni dirette e diffuse e inoltre in ogni caso al di fuori dello spazio destinato agli apparati sperimentali;

4) portare l'intensità del fascetto ionico al massimo limite compatibile con la potenza disponibile e con l'ottica del tubo acceleratore, realizzando una sorgente di grande intensità. Dato che una forte intensità ionica significa anche in generale un forte consumo di gas, ciò si doveva naturalmente ottenere senza peggiorare il vuoto del tubo, in condizioni dinamiche di lavoro. Sarebbe stato anzi desiderabile migliorarlo sensibilmente allo scopo di diminuire la diffusione del fascetto ionico da parte del gas residuo. Occorreva dunque prevedere da un lato la sostituzione di tutto il sistema di pompe a vuoto con un altro di tiraggio complessivo assai maggiore e d'altro lato la costruzione di un gruppo di depuratori e gassometri per l'alimentazione della sorgente capaci di fornire quantitativi di gas notevolmente più grandi;

5) rendere possibile il passaggio diretto e rapido dalla piancia e dal nuovo posto comando al salone dell'impianto. Ciò si riteneva necessario sia per la normale sorveglianza durante il funzionamento, sia soprattutto per rendere possibile un immediato intervento, in caso di incidenti.

Oltre al progetto particolareggiato della nuova sistemazione, si fece un progetto di massima per un ulteriore perfezionamento tecnico dell'impianto, dopo la prima fase di trasformazione e si prevede con un certo dettaglio l'orientamento del contemporaneo lavoro di ricerca.

La prima fase del lavoro di trasformazione è consistita nell'adattamento e in parte nella costruzione dei nuovi locali. Contemporaneamente, si è provveduto a costruire nell'officina del laboratorio di fisica le parti meccaniche di maggior mole ed impegno, quali la nuova piastra di appoggio del tubo acceleratore ed il grande tubo di raccordo tra tale piastra, il grosso rubinetto al di sopra della targhetta e le pompe molecolari. Questi due pezzi da soli hanno un peso complessivo di un paio di quintali.

Durante tutta questa fase del lavoro, l'impianto fu mantenuto in funzione nel vecchio assetto, nel mentre che si ultimava una serie di misure sui raggi  $\gamma$  del litio.

La seconda fase del lavoro ebbe inizio il 20 dicembre 1949, giorno in cui s'interruppe il lavoro sul litio e si iniziò la trasformazione dei vecchi locali e quindi il montaggio delle parti essenziali della nuova sistemazione. A metà della settimana di Pasqua del 1950 si ridiede per la prima volta tensione al tubo acceleratore, nel nuovo assetto.

La terza fase del lavoro è consistita in una serie di prove su nuove

sorgenti di ioni, nel mentre che si realizzavano man mano tutti quei particolari della nuova sistemazione (sicurezze, telecomandi, impianti di saccorso, ecc.) che in un primo tempo si erano lasciati da parte, in quanto non strettamente necessari per le prime prove di funzionamento.

In quel che segue diamo una descrizione sommaria delle modifiche apportate all'impianto acceleratore e dei nuovi dispositivi introdotti, alcuni dei quali saranno per altro più dettagliatamente descritti in altri lavori. E' da tener conto che anche quelle parti dell'impianto che non hanno subito modifiche (come per esempio tutto l'impianto AT) hanno in realtà assorbito una notevolissima mole di lavoro, per la semplice revisione e sostituzione degli organi deteriorati. Ad esempio, un lavoro molto lungo e gravoso è consistito nella sostituzione della maggior parte dei cavi dell'impianto AT, il rinnovo e lo spostamento in punti più idonei delle morsettiere, ecc., ecc. Di tale lavoro, che tuttavia ha rappresentato una parte tutt'altro che trascurabile del lavoro complessivo, non si farà più cenno nel seguito.

Per la descrizione generale dell'impianto, relativamente alle parti che non hanno subito modifiche, rimandiamo al lavoro pubblicato nel 1939 <sup>(1)</sup> sulla Ricerca Scientifica.

*Locali.* — La figura 1 dimostra schematicamente l'attuale sistemazione dei locali a disposizione dell'impianto. Essa rappresenta una sezione verticale mediana di detti locali, passante per l'asse del tubo acceleratore: la dimensione degli ambienti che non appare in figura è di metri 6 circa.

Nella vecchia sistemazione, l'unico locale disponibile come cabina comando e posto di lavoro era la plancia, che conteneva inoltre i gruppi di pompe molecolari e rotative, i purificatori e gassometri per l'alimentazione della sorgente, gli strumenti misuratori del vuoto. Nel locale denominato sottoplancia si sistemavano di solito strumenti di misura ausiliari, come contatori di Geiger, camere di ionizzazione per la misura di radioattività indotte, ecc.

Come si vede, nella parete che separa la plancia dal nuovo salone esperienze è stata ricavata una finestra delle dimensioni di 1 metro per 1 metro, il cui centro si trova in corrispondenza della posizione  $T_1$  della targhetta. La plancia è stata prolungata in modo da sfruttare tutta la larghezza disponibile di circa 6 metri ed è stata sgombrata del gruppo pompe rotative e del gruppo depuratori-gassometri (trasferiti ambedue nel sottoplancia) e del tavolo di comando dell'impianto, trasferito nel nuovo posto comando in un angolo del salone esperienze.

Un'apertura praticata nel pavimento della plancia permette, mediante un opportuno prolungamento dell'ultima sezione del tubo acceleratore, di portare volendo la targhetta nella posizione  $T_2$ , in corrispondenza del cen-

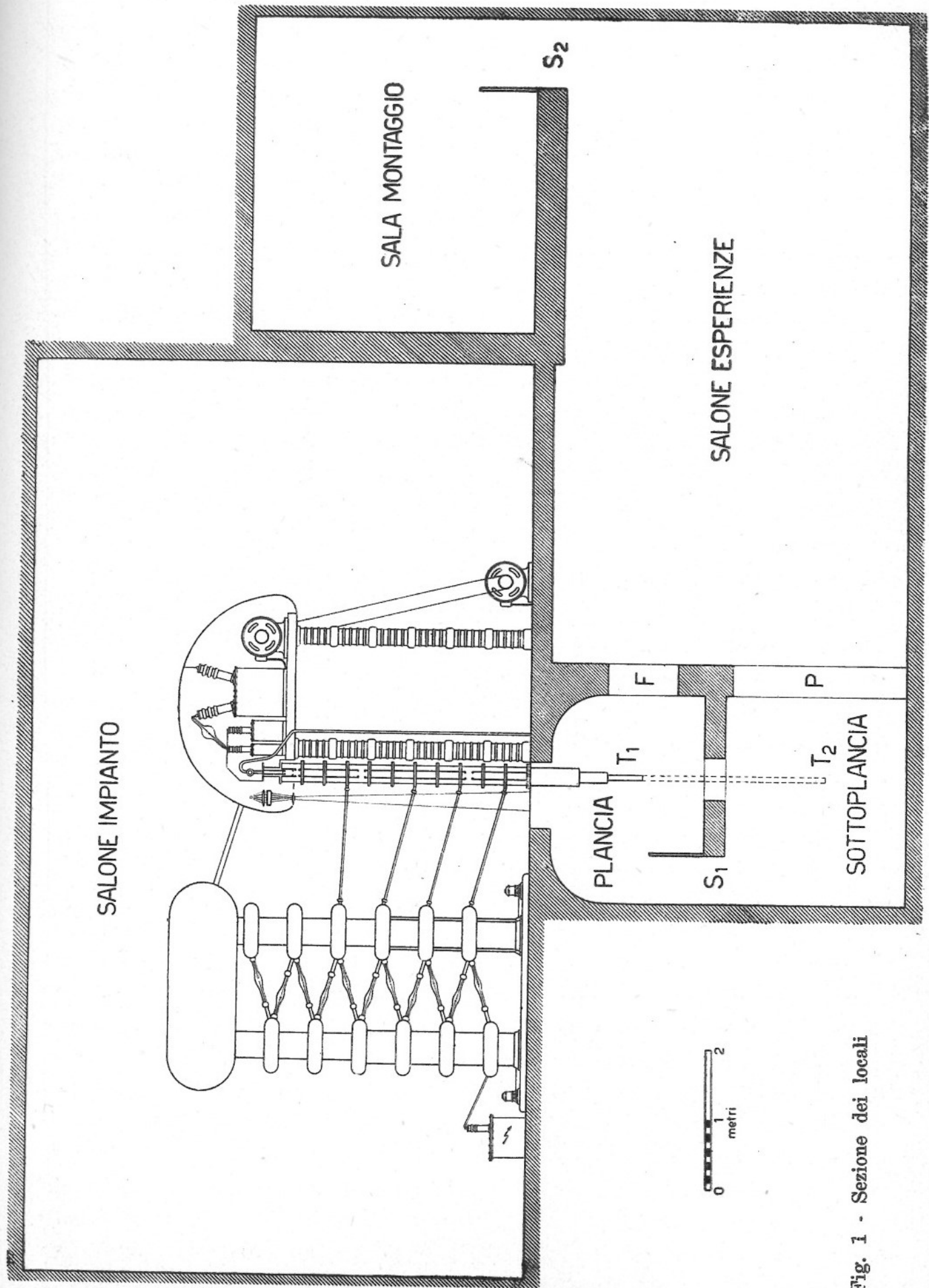


Fig. 1 - Sezione dei locali

tro della porta di comunicazione tra sottopancia e salone esperienze. Il passaggio tra la plancia e il sottopancia è come prima assicurato da una scaletta in ferro. Nel sottoscala di quest'ultima è stata ora sistemata una batteria di accumulatori al ferro-nickel (col suo dispositivo di carica) per l'impianto luce di soccorso e per l'alimentazione dei dispositivi automatici di sicurezza, nel caso che manchi la forza motrice durante il funzionamento dell'impianto.

Il salone esperienze permette di realizzare allineamenti fino ad un massimo di metri 11,50 circa o a livello del centro della finestra F (targhetta nella posizione  $T_1$ ) o a livello del centro della porta P (targhetta nella posizione  $T_2$ ). Nel primo caso è previsto che gli apparecchi utilizzatori vengano sopportati da una plancia mobile realizzata mediante strutture tipo Innocenti; nel secondo caso invece tali apparecchi possono essere appoggiati su normali tavoli o scaffaletti di tipo standard.

Nel salone esperienze sono sistemati, oltre al nuovo posto comando, tutta una serie di strumenti di misura ausiliari (contatori singoli e in coincidenza, camere di ionizzazione, ecc.) sempre pronti per l'uso.

Dal salone esperienze si passa, mediante una ampia scala in ferro, alla sala montaggi, situata al piano superiore, dotata di un lungo tavolo di lavoro per i tecnici dell'impianto e di alcune macchine (tornietto, trapano, bobinatrice) che permettono di eseguire sul posto tutti i piccoli lavori inerenti al montaggio di esperienze.

Il corridoio antistante il salone impianto è stato prolungato per tutta la lunghezza della sala montaggi, in modo da assicurare il passaggio diretto dal salone esperienze al salone impianto.

*Sorgente di ioni.* — La vecchia sorgente di ioni tipo Oliphant a raggi canale poteva funzionare ad un massimo di circa 25 KV e forniva un fascio ionico la cui intensità non superava normalmente i 50  $\mu$  A.

Allo scopo di evitare, almeno in un primo tempo, una radicale trasformazione di tutto l'apparato di alimentazione della sorgente, fu deciso di costruire una nuova sorgente ancora dello stesso tipo, ma tale da poter lavorare a tensioni assai più elevate, possibilmente non inferiori a 50 KV.

Com'è noto, nelle sorgenti alla Oliphant, al crescere della tensione di alimentazione non soltanto cresce l'intensità della corrente ionica, ma la composizione del fascetto migliora, nel senso che la percentuale di ioni atomici aumenta rapidamente con la tensione.

A questo scopo si tentò in un primo tempo di utilizzare alcuni pezzi esistenti, tra cui un cilindro di vetro del diametro di 120 mm saldato a due flange metalliche, fornito dalla Philips. Tali pezzi dovettero però essere ben presto sostituiti, perchè si dimostrarono non idonei al regime

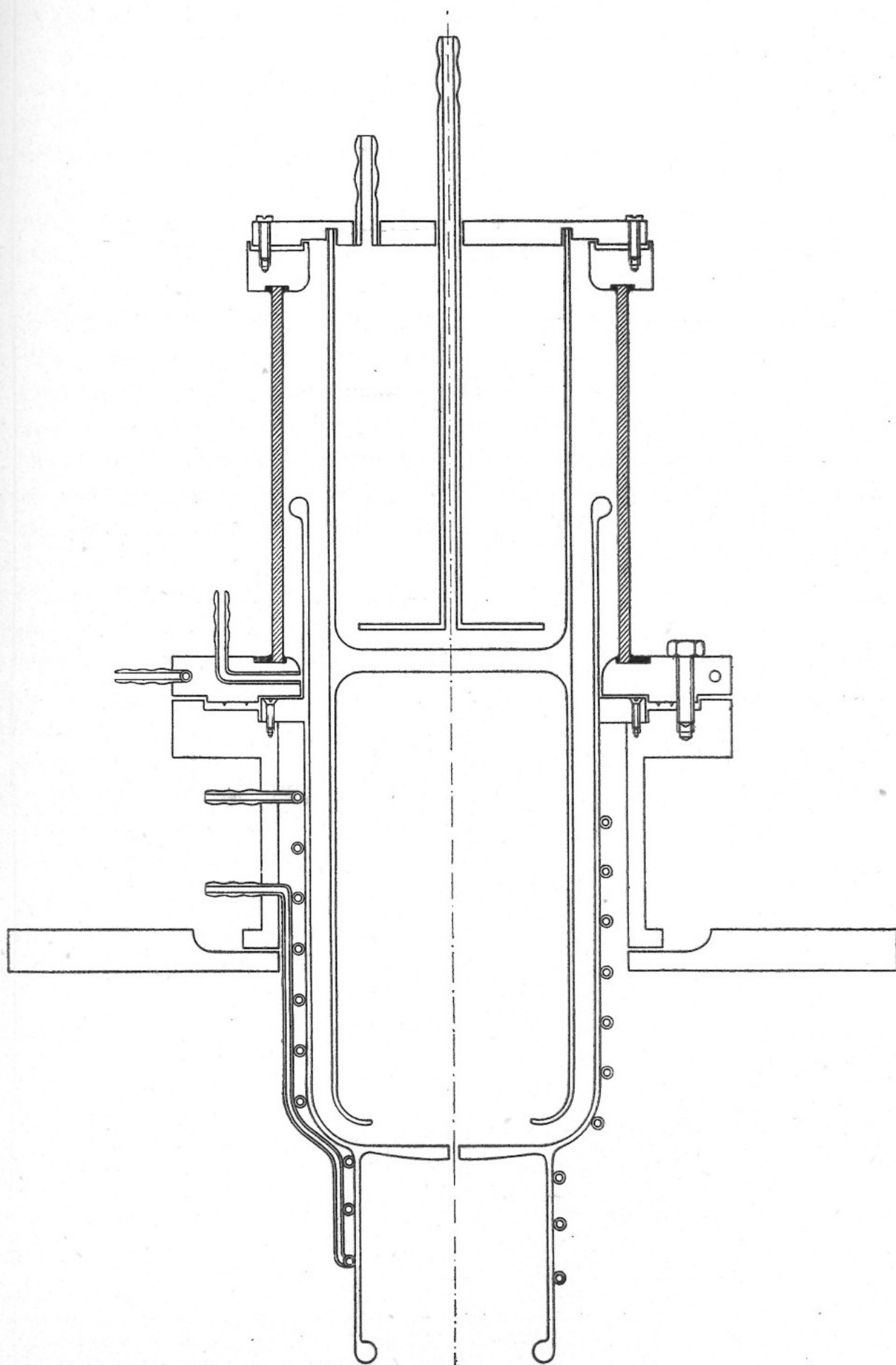


Fig. 2 - Sorgente di ioni

di alta intensità richiesto alla nuova sorgente, per lo più per insufficiente raffreddamento.

Per evitare l'eccessivo riscaldamento dell'elettrodo esterno, si è dovuto infatti da un lato raffreddare direttamente tale elettrodo con una circolazione di petrolio in serpentino di rame a vari giri, portata fino a contatto coll'elemento superiore della prima lente; d'altro lato si è dovuto ricorrere ad una serie di diaframmi disposti lungo il tubo acceleratore, onde ridurre al minimo la frazione di ioni dispersa e quindi gli elettroni secondari bombardanti dall'esterno tale elettrodo.

La sorgente oggi in funzione (fig. 2), ancora in fase sperimentale, può fornire oltre  $350 \mu A$  di ioni, lavorando con una tensione di 50 KV (\*). Con piccole modifiche suggerite dall'esperienza si spera tuttavia di poter ancora guadagnare in intensità per un fattore notevole.

E' inoltre allo studio una nuova sorgente di tipo completamente diverso, con cui si spera di ottenere intensità ioniche assai più elevate, composizione più favorevole del fascetto ionico e soprattutto maggiore economia di gas.

*Comandi e controlli sorgente.* — Nella vecchia sistemazione, la manovra della valvola a spillo per l'immissione del gas nella sorgente e quella dell'autotrasformatore per la regolazione della tensione di scarica di quest'ultima veniva fatta tramite due volantini a mano, posti a fianco del tubo acceleratore. I quadranti degli strumenti di controllo del funzionamento della sorgente (milliamperometro del Pirani, kilovoltmetro, milliamperometro della corrente di scarica) venivano proiettati mediante un opportuno sistema ottico su di un vetro smerigliato posto a fianco della piastra base di appoggio del tubo. Per la manovra dell'impianto, un operatore era quindi costretto a rimanere in permanenza a circa 30 centimetri dalla targhetta. Questa situazione assai spiacevole, e a lungo andare pericolosa data la difficoltà di realizzare una schermatura efficiente in così poco spazio, diveniva assolutamente inaccettabile nel caso di un sensibile aumento della intensità ionica.

Si sono quindi lasciati i vecchi comandi e la proiezione degli strumenti della sorgente sul vetro smerigliato, solo per il caso eccezionale di primo avviamento dell'impianto e si è realizzato un secondo comando e

---

(\*) Prove di intensità ultimamente eseguite con una serie di diaframmi tali da ridurre il diametro del fascetto ionico a meno di 1 cm hanno dimostrato che con la nuova sorgente si ottengono con una corrente ionica di  $180 \mu A$  sulla targhetta di Litio e una tensione acceleratrice di 850 KV circa 250 Curie equivalenti di neutroni. Senza diaframmi limitatori, con una corrente ionica di circa  $350 \mu A$ , si sono ottenuti a 900 KV 1300 Curie equivalenti di neutroni. La massima intensità precedentemente ottenuta e registrata sui quaderni di lavoro è di 112 Curie equivalenti.

controllo della sorgente dal posto di manovra sito nel salone esperienze, nel modo seguente.

I due volantini della valvola a spillo e della tensione sorgente possono ora essere regolati, oltrechè a mano, mediante due servomotori manovrati dal nuovo posto comando. Per ottenere ciò, si è naturalmente dovuto sostituire il vecchio autotrasformatore a scatti della tensione sorgente con un altro a variazione continua. In serie agli strumenti di controllo preesistenti sono stati posti degli altri strumenti identici dal punto di vista elettrico, i quali al posto dell'indice hanno un settore di alluminio che occulta più o meno (a seconda del valore della corrente nello strumento) un fascetto di luce proiettato da un proiettore posto a terra e riflettentesi su di uno specchietto piano situato dietro il quadrante dello strumento. Il fascetto riflesso viene localizzato su di una cella fotovoltaica posta a fianco del proiettore, inserita nel circuito di un microamperometro del quadro generale di controllo dell'impianto. In tal modo, una taratura fatta una volta tanto permette di controllare dal posto comando pressione, tensione e corrente della sorgente, mentre i telecomandi dei volantini permettono di regolare a piacimento pressione del gas e tensione applicata.

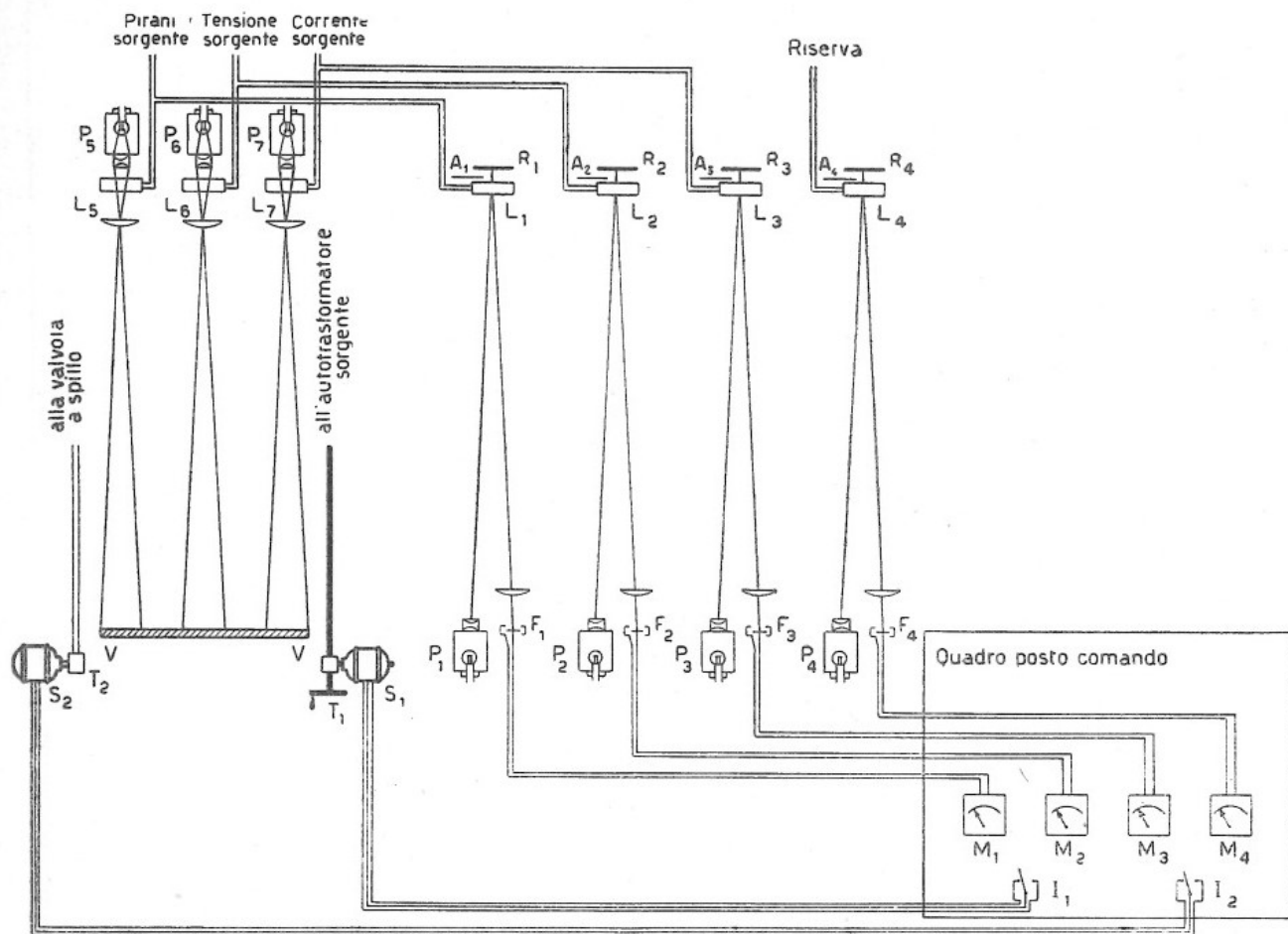


Fig. 3 - Schema comandi e controlli sorgente di ioni

La figura 3 mostra schematicamente la sistemazione attuale dei comandi e dei controlli sorgente. I quattro strumenti della riga inferiore del quadro generale di controllo (fig. 9) sono i microamperometri ripetitori degli strumenti della palla (uno dei quattro è di riserva, in previsione di sostituire alla sorgente alla Oliphant una sorgente di altro tipo, richie-

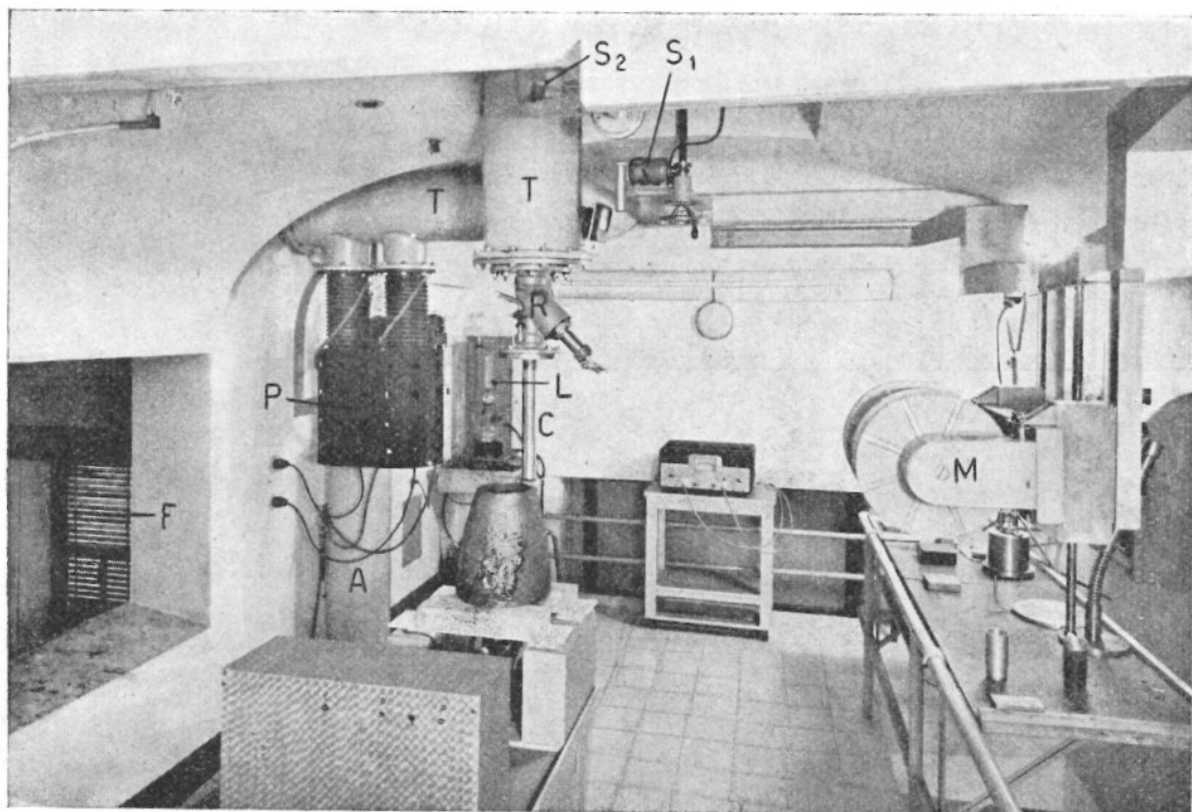


Fig. 4 - Cabina dell'impianto acceleratore (plancia) - C: coda portatarghetta - R: rubinetto - T: tubazione di raccordo - P: pompe a diffusione - A: riserva di vuoto - F: finestra sul salone esperienze - S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>: servomotoricomando sorgente - M: magneti analizzatore del fascetto ionico (tratto da parte) - L: MacLeod

dente quattro anzichè tre soli dati di controllo). Infine, nella figura 4 sono visibili i due servomotori che azionano i volantini di comando della sorgente.

*Tubo acceleratore.* — Nessuna modifica è stata apportata al tubo acceleratore, dal punto di vista ottico-elettronico. Come si è già detto, sono stati soltanto inseriti dei diaframmi opportuni in quei punti che la esperienza ha indicato come i più convenienti, al fine di ridurre gli ioni diffusi e gli elettroni secondari di ritorno. Tali diaframmi, riducendo il fascetto ionico alla sua parte centrale concentrata del diametro di poco più che un centimetro, riducono per altro l'intensità sulla targhetta di più che un

fattore due. E' da notare che per molti tipi di lavoro questa severa limitazione non è affatto necessaria.

Una modifica importante è stata introdotta nel sistema di attacco degli elementi di lente alle flange portanti del tubo (fig. 5). I tre bracci di sostegno di ogni elemento di lente sono stati avvitati in tre fresature a  $120^\circ$  l'una dall'altra praticate nella flangia superiore del cilindro di vetro immediatamente al di sotto dell'appoggio. Si è in tal modo ottenuto:

1) di poter montare l'elemento di lente prima di mettere in sito il cilindro di vetro superiore, il che semplifica grandemente l'operazione di montaggio, specialmente nel caso degli elementi di lente più pesanti;

2) di ottenere la centratura automatica del manicotto dell'elemento di lente, che risulta ora sempre coassiale alla flangia portante.

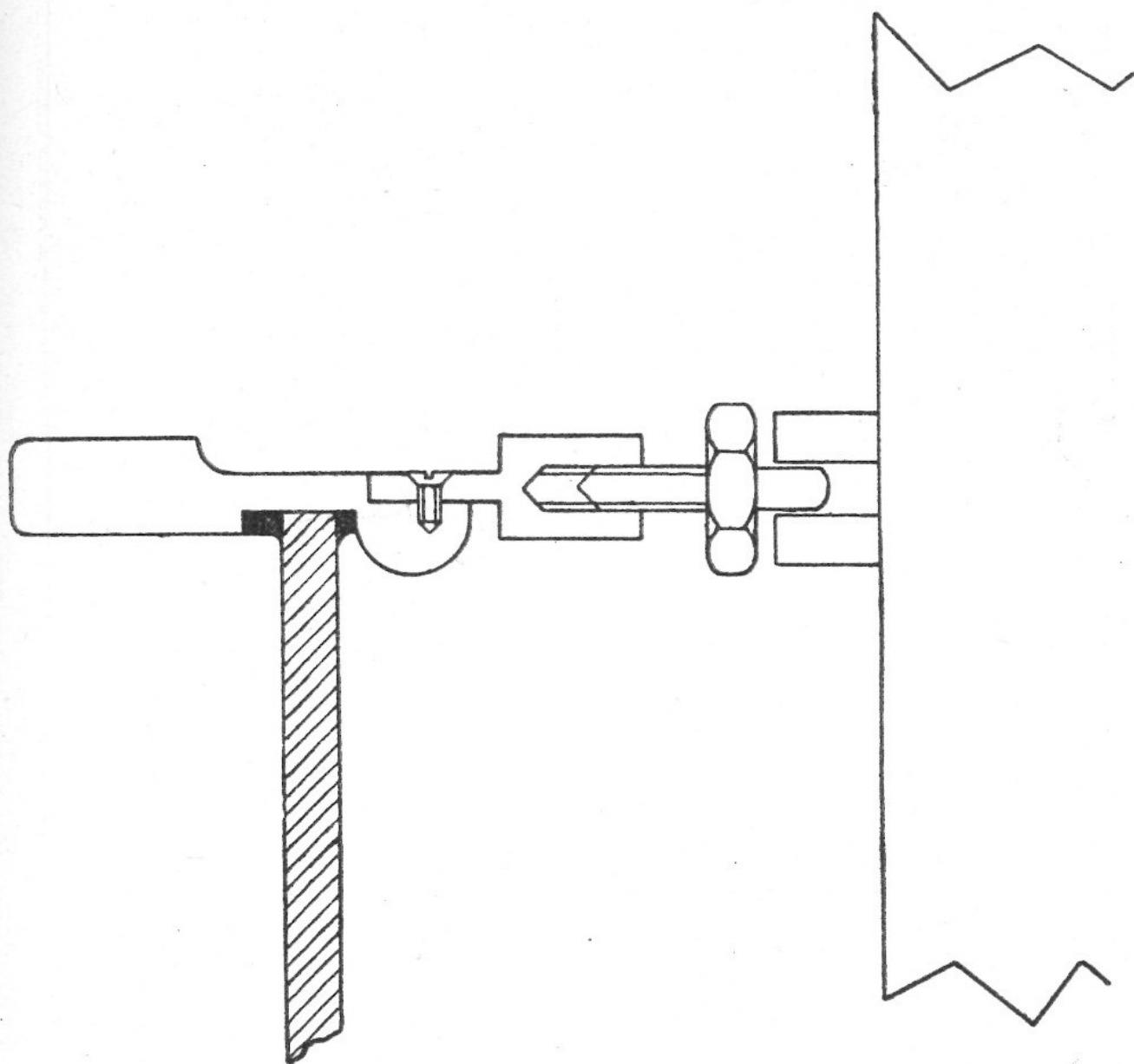


Fig. 5 - Attacco di un elemento di lente alla flangia portante

In tal modo, il montaggio del tubo si riduce a controllare con filo a piombo e livella l'orizzontalità e la centratura (sull'asse verticale ideale passante per il centro della nuova piastra di appoggio) delle tre flange portanti elementi di lente e a correggere l'eventuale inclinazione e difetto di centratura di ciascun elemento di lente rispetto al suo manicotto, con viti di pressione molto facilmente accessibili. La durata delle operazioni di montaggio si è così ridotta a circa tre ore.

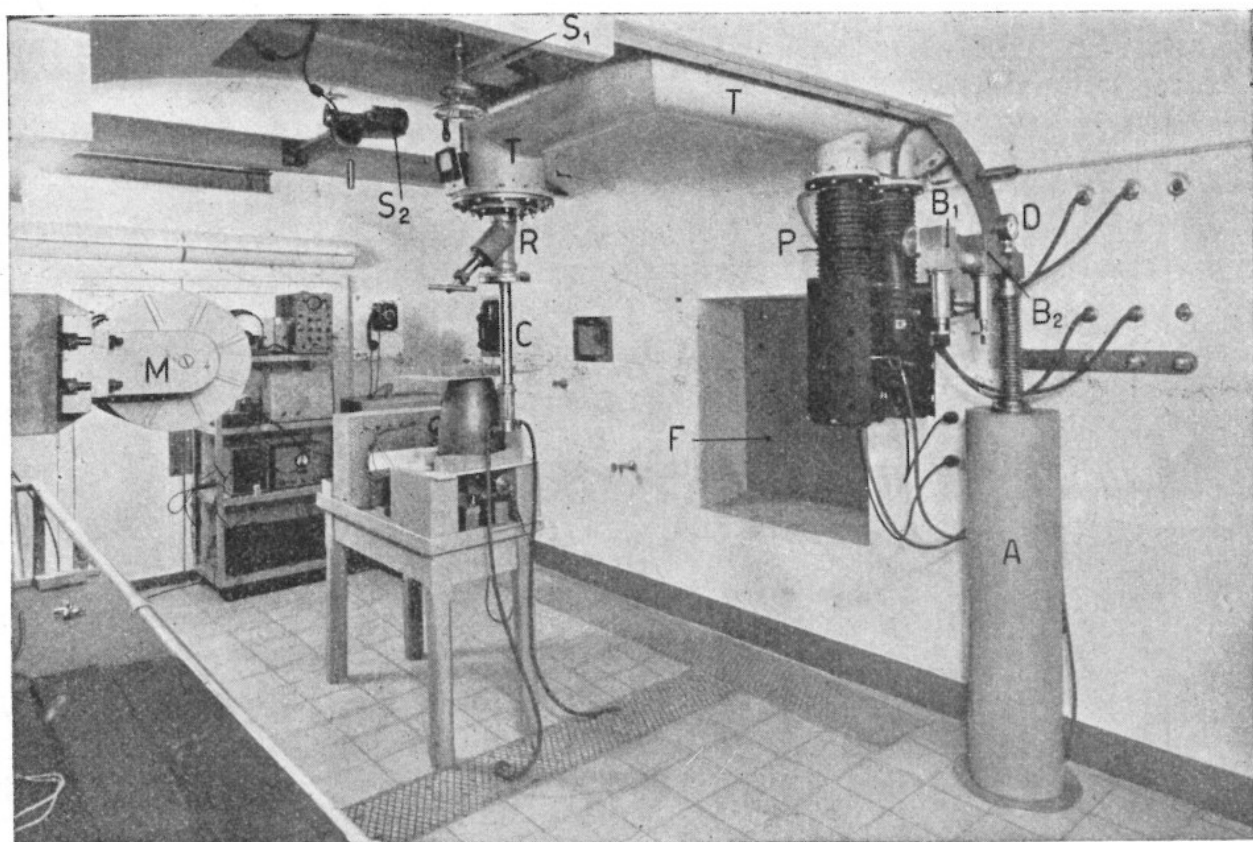


Fig. 6 - Cabina dell'impianto acceleratore (plancia) - B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>: rubinetto alto vuoto - D: vacuometro. (Per le altre lettere si veda la didascalia della fig. 4)

L'esperienza ha mostrato che l'accurata centratura meccanica che si ottiene con la nuova tecnica di montaggio garantisce sufficientemente la centratura del fascetto ionico sulla targhetta, tanto da rendere inutile una successiva centratura « elettrica », mediante piccoli spostamenti della sorgente durante il funzionamento.

*Raccordo pompe, rubinetto e coda.* — Tutta la parte del tubo acceleratore al di sotto della piastra di appoggio è stata completamente rinnovata.

Il gruppo pompe molecolari che nella vecchia posizione verrebbe ora a trovarsi in corrispondenza del centro della finestra tra plancia e salone

esperienze, è stato spostato lateralmente, al fine di lasciare il maggiore spazio libero possibile attorno alla targhetta. Di conseguenza, si è dovuta allungare notevolmente la tubazione di raccordo con le pompe (metri 1,40 circa). Allo scopo di non perdere sensibilmente in tiraggio, il diametro di tale tubazione è stato portato a 27 cm.

Nelle figure 4 e 6 si vede chiaramente la tubazione di raccordo, sistemata immediatamente a contatto col soffitto della plancia, in modo da non produrre sensibile ingombro, nonostante le sue veramente notevoli dimensioni. Il peso del pezzo di raccordo, tutto saldato autogeno, si aggira sul quintale.

Il nuovo rubinettone, collegato al pezzo di raccordo da una flangia intermedia, ha una luce di 8 cm di diametro. La chiusura è a battente, mobile attorno a un asse orizzontale, realizzata da un volantino a vite, che avanzando comanda una leva che fa ruotare di 90° il battente. La tenuta del vuoto è assicurata da un corpo molleggiante.

La flangia intermedia di collegamento si è resa necessaria per compensare una sensibile deformazione del massiccio pezzo di raccordo, prodottasi (oltre il previsto) nel corso della saldatura autogena del braccio laterale che porta alle pompe. Tale flangia, lavorata opportunamente fuori centro e fuori piano, riporta l'asse del rubinettone e quello della coda a coincidere esattamente con la verticale passante per il centro della piastra di appoggio del tubo acceleratore. L'abilità dei tecnici dell'officina del laboratorio di fisica ha così permesso di superare una molto grave difficoltà, prodottasi inaspettatamente nel corso della lavorazione.

Al rubinetto si possono collegare mediante bulloni e guarnizioni di gomma, « code » portanti all'estremità il bicchiere con la targhetta, di due lunghezze diverse, corrispondenti alle due possibili posizioni  $T_1$  e  $T_2$  (fig. 1) della targhetta stessa. L'esperienza ha confermato che un prolungamento di circa metri 2,50 della coda non determina una sensibile defocalizzazione del fascetto ionico.

*Gruppo pompe.* — Al braccio laterale del tubo di raccordo (fig. 6) è collegato il gruppo pompe a diffusione, costituito da una coppia di pompe ad olio tipo MC 500 della Distillation Products Co. Il tiraggio complessivo, che nella vecchia sistemazione era di circa 100 litri/sec, è stato così portato a 1000 litri/sec.

Due rubinetti della luce di 4 cm, posti a valle delle pompe a diffusione, sul tubo di collegamento di dette pompe con la riserva di vuoto, permettono di separare il vuoto preparatorio dall'alto vuoto e di escludere a volontà l'una o l'altra delle due pompe a diffusione. Questi rubi-

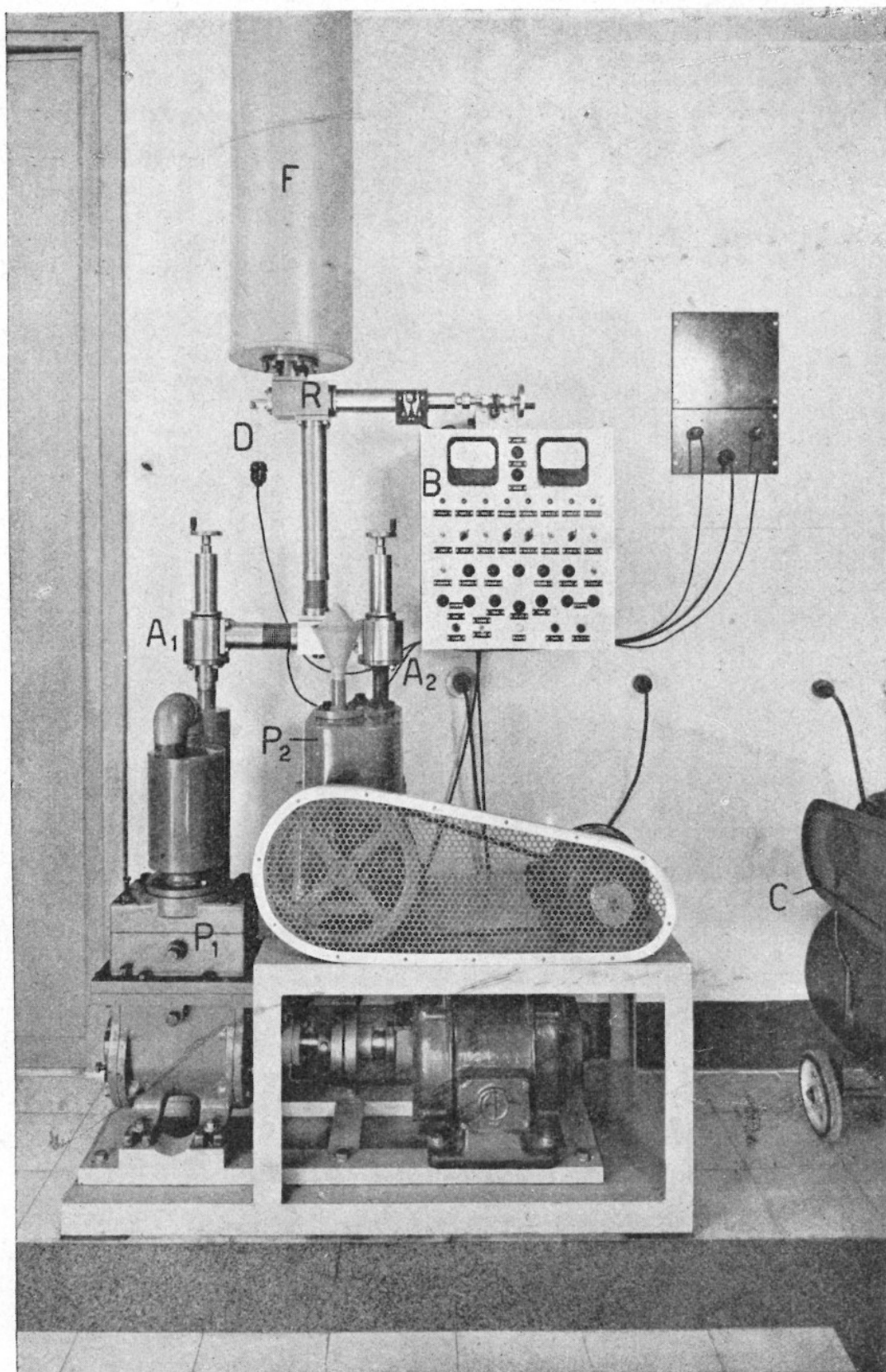


Fig. 7 - Gruppo pompe rotative - P<sub>1</sub>: pompa Leybold XIII - P<sub>2</sub>: pompa Leybold VII - A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>: rubinetti basso vuoto - R: rubinetto di sicurezza - D: pirani pilota - B: dispositivo di controllo automatico della pressione - F: riserva di vuoto - C: compressore dell'aria per il raffreddamento della targhetta

netti (come pure i rubinetti sulle pompe rotative di cui si parlerà in seguito) sono stati ricopiati da un prototipo ideato dal prof. G. C. Trabacchi per il microscopio elettronico dell'Istituto Superiore di Sanità. In essi la tenuta del vuoto è assicurata mediante un corpo molleggiante, saldato da una estremità alla parte fissa e dall'altra alla parte mobile del rubinetto.

La figura 6 rappresenta il gruppo pompe a diffusione, i rubinetti e la riserva di vuoto che funziona anche da tubo di collegamento col gruppo pompe rotative, sistemato nel sottoplancia.

Il gruppo rotative, rappresentato nella figura 7, è costituito da una pompa Leybold XIII del tiraggio di  $50 \text{ m}^3/\text{h}$  (già esistente nel vecchio impianto e destinata alla prima vuotatura) e da una pompa Leybold VII del tiraggio di  $10 \text{ m}^3/\text{h}$  per il funzionamento normale.

I due rubinetti inferiori, dei tipo Trabacchi già citato, permettono di escludere l'una o l'altra delle due rotative. Il terzo rubinetto, sistemato immediatamente al di sotto della riserva di vuoto, è comandato da un Pirani. Mediante un opportuno dispositivo elettronico ed un complesso di relais che sarà descritto altrove, se il vuoto peggiora oltre un certo limite il Pirani determina l'avviamento automatico della pompa VII e, dopo un certo tempo, l'apertura del rubinetto. Quando il vuoto preparatorio è migliorato ed ha raggiunto un certo altro limite opportunamente fissato, il Pirani determina la chiusura del rubinetto e, successivamente, ferma la pompa rotativa. Inoltre, se durante il funzionamento viene a mancare la forza motrice, un relais determina la messa in moto di un motorino in continua (azionato dalla batteria di soccorso sistemata nel sottoscala, di cui già si è parlato), che chiude il rubinetto in questione, impedendo così che l'aria attraverso le rotative ferme rientri nel tubo acceleratore.

A fianco del gruppo pompe rotative, si vede nella figura 7 il nuovo compressore della portata di 3 litri/sec, per il raffreddamento ad aria della targhetta.

*Strumenti di controllo e misura del vuoto.* — Oltre al Pirani e al MacLeod sull'alto vuoto, già esistenti nella vecchia sistemazione e collegati ora all'estremità della tubazione di raccordo con le pompe molecolari, sono stati aggiunti sul basso vuoto:

1) un vacuometro, per il controllo della prima vuotatura, in tutti quei casi in cui, per una qualsiasi ragione, si sia fatta rientrare l'aria nel tubo;

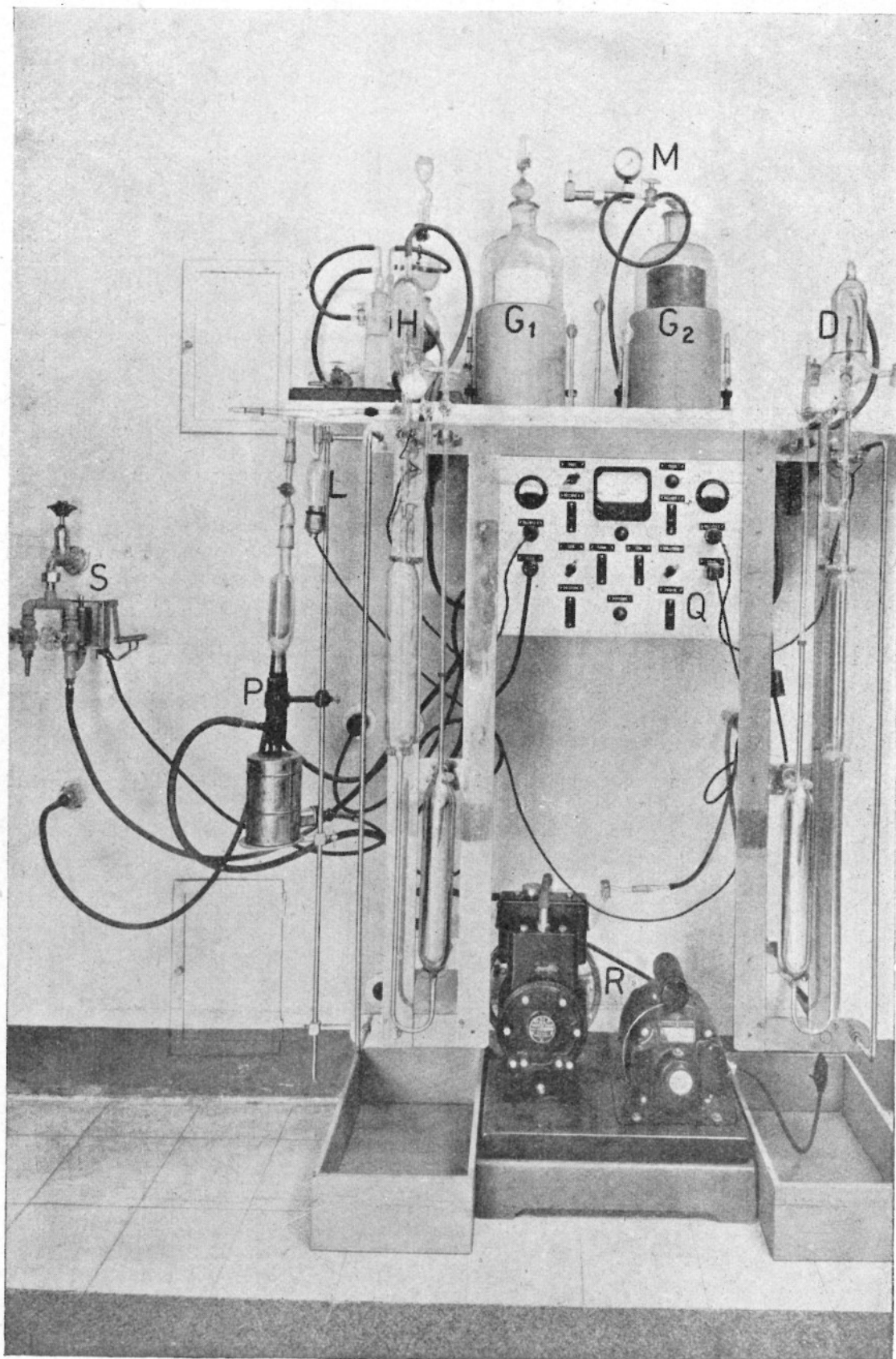


Fig. 8 - Gruppo depuratori e gassometri - H: depuratore per l'idrogeno - D: depuratore per deuterio - G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>: gassometri - M: vacuometro canalizzazione gas - L: pirani - P: pompa a diffusione - R: pompa rotativa - S: sicurezza acqua - Q: quadretto di manovra e controllo

2) un Pirani sulla riseva di vuoto, destinato al pilotaggio del rubinetto elettromagnetico di cui già si è parlato;

3) un secondo Pirani sulla canalizzazione di raccordo delle pompe rotative, per il controllo del tiraggio e del vuoto limite di dette pompe.

Tutti e tre i Pirani sono ora alimentati direttamente dalla rete (eliminando così ogni batteria di accumulatori) e inseriti in un dispositivo elettronico a ponte che ne esalta la sensibilità. Ognuno è dotato di due strumenti di lettura posti in serie, dei quali l'uno è sistemato in prossimità del Pirani, mentre l'altro si trova sul quadro generale di controllo, nel posto comando dell'impianto.

*Gruppo depuratori-gasometri.* — Il gruppo dei depuratori di gas coi relativi gasometri è stato, come si è già detto, portato nel sottoplancia e completamente rinnovato (fig. 8).

Esso è costituito da due separati impianti di depurazione, l'uno per l'idrogeno e l'altro per il deuterio. L'idrogeno prodotto in un apparecchio di Kipp (l'esperienza ha mostrato che l'idrogeno di bombola è troppo impuro) viene fatto passare attraverso un tubetto di palladio rovente e quindi immagazzinato in un gasometro a pressione costante (<sup>2</sup>). Un identico dispositivo serve alla purificazione e conservazione del deuterio, ottenuto per elettrolisi dell'acqua pesante. Un sistema di rubinetti in vetro mette l'uno o l'altro dei due gasometri in comunicazione con la canalizzazione che alimenta la sorgente di ioni. La pressione dei gas nella canalizzazione è controllata da un vacuometro.

Un gruppo di pompe, rotativa e a diffusione a mercurio, permette di vuotare la canalizzazione (ed eventualmente i gasometri), tutte le volte che si voglia passare dall'uno all'altro gas o che il gas in essa si sia per qualche motivo inquinato. Un Pirani alimentato dalla rete ed inserito in un dispositivo elettronico a ponte permette in questo caso il controllo dell'alto vuoto.

*Posto di manovra.* — Tutti gli organi di controllo e di manovra dell'impianto AT e del tubo acceleratore sono stati, come si è detto, accentrati in un angolo del salone esperienze, col risultato di poter ora affidare in condizioni di funzionamento normale la manovra di tutto l'impianto ad una sola persona (anzichè ad almeno due). La figura 9 mostra la sistemazione del nuovo posto comando.

Il tavolo di manovra che si vede sul davanti è quello dell'impianto AT che nella precedente sistemazione occupava buona parte dello spazio disponibile nella plancia. Il grande quadro alla parete comprende:

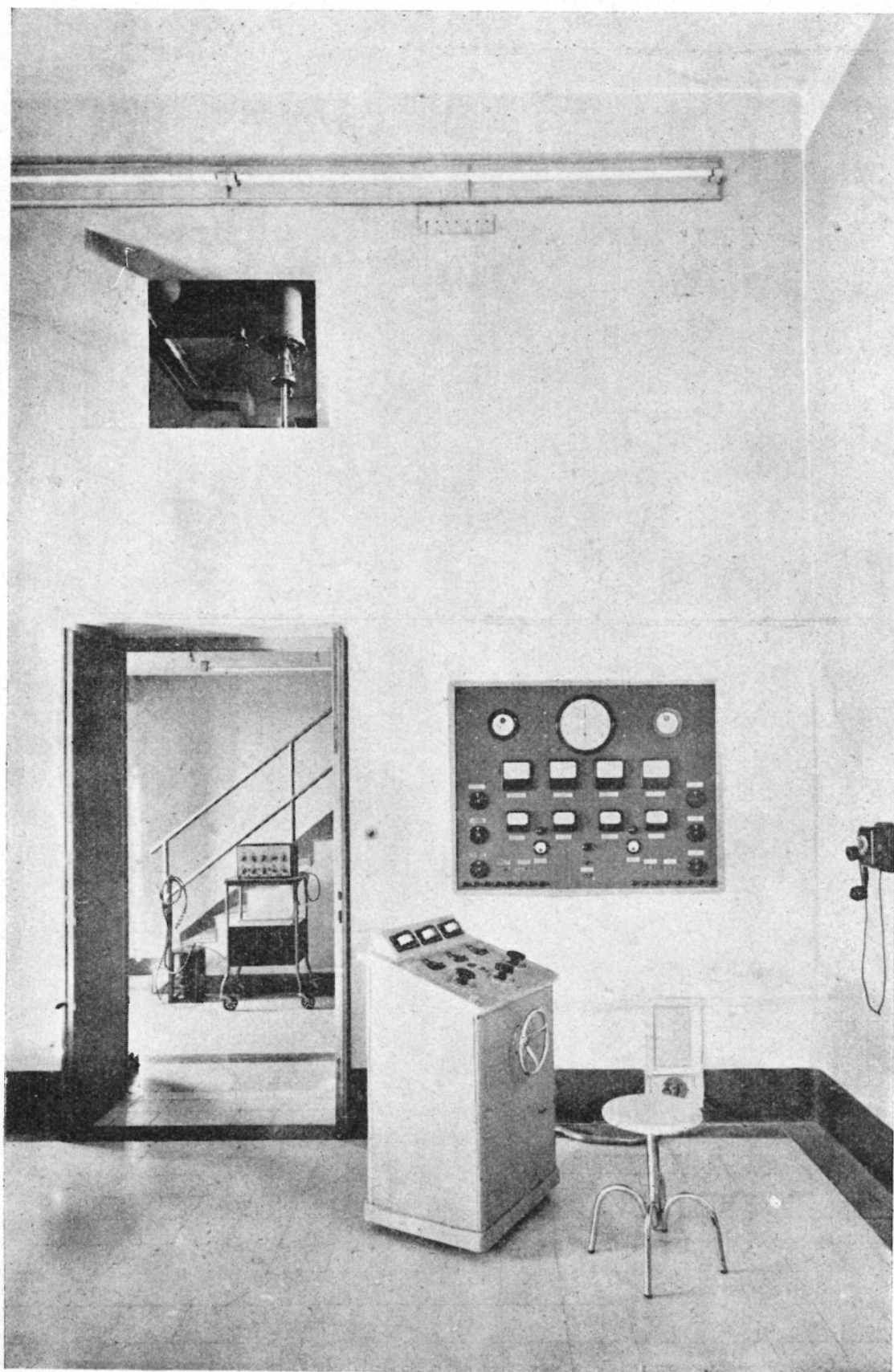


Fig. 9 - Posto di manovra

- a) voltmetro e frequenzimetro di rete;
- b) uno strumento ripetitore del Pirani alto vuoto;
- c) due strumenti ripetitori dei Pirani basso vuoto;
- d) uno strumento misuratore della corrente ionica del tubo;
- e) quattro microamperometri ripetitori dei dati di pressione, tensione e corrente nella sorgente (uno strumento è di riserva);



Fig. 10 - Salone esperienze

f) due amperometri della corrente di riscaldamento delle pompe a diffusione;

g) cinque interruttori di comando delle pompe aviatrici, delle pompe a diffusione e del compressore dell'aria;

h) due telecomandi della valvola a spillo e della tensione sorgente;

i) un cronometro al quinto di secondo, comandabile automaticamente, mediante relais dagli strumenti utilizzatori;

l) spie luminose e valvole di protezione dei diversi apparati.

Sono inoltre sistemati in prossimità del quadro i pulsanti delle tende di oscuramento e gli interruttori della luce del salone esperienze. Il posto

comando è infine collegato telefonicamente con la plancia e con il salone impianto.

Infine, l'unico operatore necessario per la manovra di tutto l'impianto risulta adesso soddisfacentemente protetto sia dalle radiazioni dirette della targhetta sia da quelle diffuse. Tanto che la targhetta si trovi nella posizione superiore  $T_1$ , quanto in quella inferiore  $T_2$ , un muro di mattoni pieni dello spessore di 50 cm elimina in ogni caso la maggior parte delle radiazioni. E' poi previsto che a protezione ulteriore del posto comando si facciano di volta in volta nelle posizioni consigliate dal tipo di lavoro in corso, secondo le indicazioni di appropriati dosimetri, dei muri costituiti da mattoni di paraffina e di acido borico opportunamente disposti. Dato lo spazio a disposizione, ciò è ora sempre possibile, senza intralciare il lavoro sperimentale.

Siamo lieti di poter cogliere l'occasione di questa descrizione sommaria della nuova sistemazione dell'impianto a 1100 KV, per esprimere pubblicamente il nostro ringraziamento a tutto il personale tecnico del Laboratorio di fisica, signori Berardo, Di Nunzio, Felici, Orlando, Radi-ciotti, Savi e Tulli, la cui appassionata e intelligente collaborazione ha reso possibile la esecuzione di una mole veramente notevole di lavoro; agli

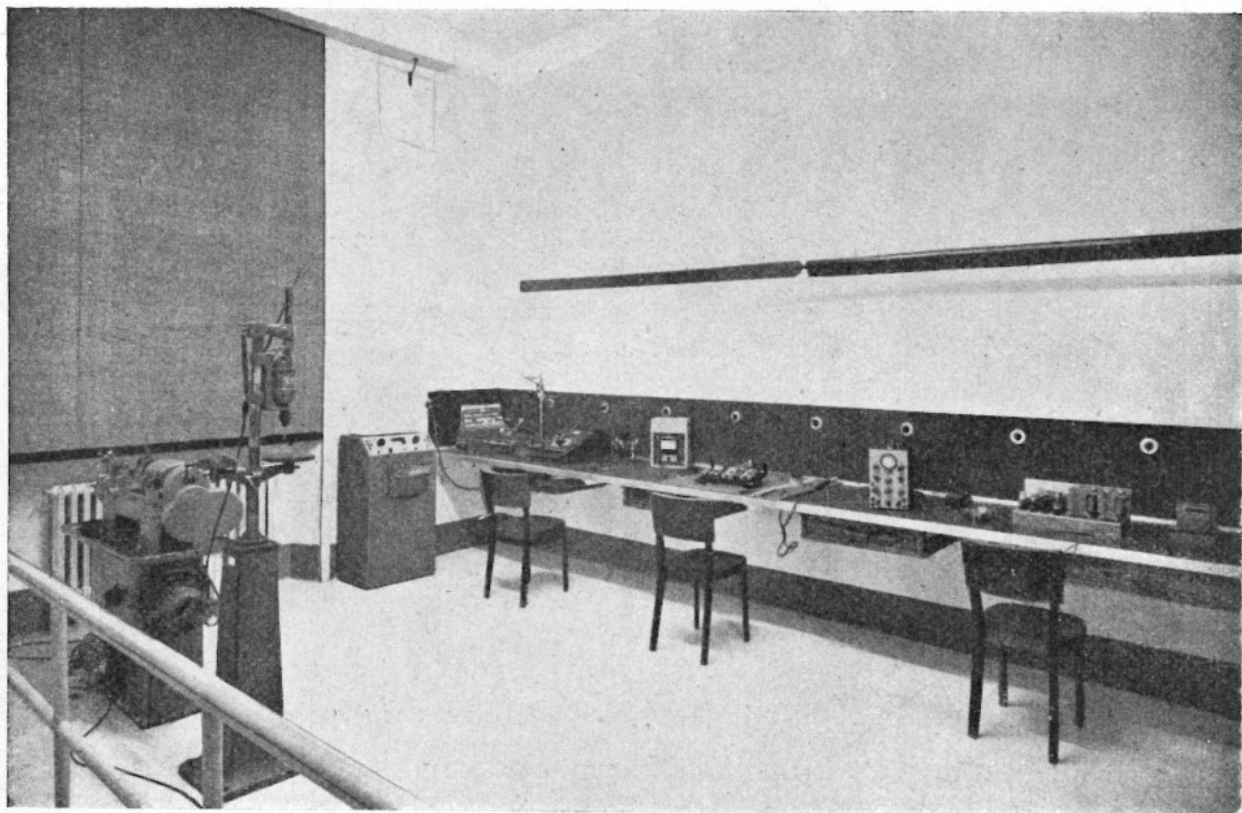


Fig. 11 - Sala montaggi

elettricisti dell'Istituto, signor Citterio e collaboratori, nonché al personale dirigente e alle maestranze dell'Impresa Romana Edilizia Costruzioni Appalti, che si sono prodigati per la rapida sistemazione di tutti i locali, venendo sempre incontro, con spirito veramente amichevole, ai nostri desideri.

Ringraziamo infine il Capo del laboratorio di fisica, prof. G. C. Trabacchi, per il suo interessamento al nostro lavoro.

Roma - Istituto Superiore di Sanità - Laboratorio di Fisica.

#### BIBLIOGRAFIA

- (<sup>1</sup>) E. AMALDI, D. BOCCIARELLI, F. RASETTI, G. C. TRABACCHI: Rend. Ist. Sup. Sanità III - 201 - 1940.
- (<sup>2</sup>) E. AMALDI, D. BOCCIARELLI, G. C. TRABACCHI: Rend. Ist. Sup. Sanità VI - 416 - 1943.
-