

45. **Daria BOCCIARELLI e Giulio Cesare TRABACCHI.** — Il microscopio elettronico dell'Istituto Superiore di Sanità.

L'Istituto Superiore di Sanità aveva acquistato dalla Società Siemens di Berlino un microscopio elettronico, che fu messo in funzione nella primavera del 1943. Con quell'apparecchio furono eseguite ricerche sulla morfologia delle Spironema e sulla Rickettsia ⁽¹⁾, sulla batteriolisi prodotta dal « Lysozym » ⁽²⁾, sul contributo al problema del nucleo batterico ⁽³⁾, sulla struttura del vitreo ⁽⁴⁾. Altri lavori rimasero sospesi perchè nell'ottobre del 1943 la Soc. Siemens a mezzo del Comando militare germanico ritirò il supermicroscopio, che era l'unico esemplare uscito dalla Germania (*).

Ritenendo per l'Istituto indispensabile tale strumento, fu presa in considerazione la possibilità di costruirne uno, con i mezzi a disposizione.

Incoraggiati e stimolati dal Direttore dell'Istituto ci mettemmo subito all'opera. Fu acquistato un piccolo apparecchio per raggi X, destinato, con opportune modifiche e aggiunte, a diventare l'alimentatore dell'alta tensione. Furono pure acquistati i materiali occorrenti per la costruzione dell'apparecchio ed il lavoro fu iniziato, malgrado le difficoltà derivanti dalla situazione generale di allora.

Il progetto da noi seguito ha preso come punto di partenza nelle sue linee generali il microscopio elettronico Siemens, con quelle modificazioni che abbiamo ritenuto opportune per facilitarne la costruzione

⁽¹⁾ B. BABUDIERI e D. BOCCIARELLI, Ricerche di microscopia elettronica: I. Studio morfologico di Rickettsia Prowazeki; II. Studio morfologico del genere Spironema, questi Rendiconti, 6, 298, 305 (1943).

⁽²⁾ B. BABUDIERI, G. BIETTI, D. BOCCIARELLI, La batteriolisi prodotta dal « Lysozym » lacrimale studiata al supermicroscopio elettronico, questi Rendiconti, 7, 604 (1944).

⁽³⁾ L. CAVALLI, Contributo al problema del nucleo batterico, questi Rendiconti (1946).

⁽⁴⁾ B. STRAMPELLI e A. POSARELLI, La struttura del vitreo, questi Rendiconti (1946).

(*) L'Istituto doveva, per contratto, pagare alla Soc. Siemens, per l'acquisto dello strumento, circa un milione di lire italiane. All'atto del ritiro erano state pagate soltanto L. 241.730,55. Dalla Siemens fu ritirato il microscopio, ma furono la-

con i mezzi a nostra disposizione e per renderne il funzionamento più comodo.

Abbiamo adottato l'uso delle lenti magnetiche, con le quali avevamo acquistato sufficiente esperienza per sapercene validamente servire. Lo schema dell'apparecchio è rappresentato dalla fig. 1.

Per il collegamento meccanico dei vari pezzi del microscopio è stato usato il sistema, già da noi impiegato con successo in altri tubi a vuoto ⁽⁵⁾; ogni pezzo, cioè, porta superiormente una flangia, con un alloggiamento per il pezzo sovrastante; un canale, che viene riempito di cera apiezon Q garantisce la tenuta del vuoto. Con questo sistema il montaggio e lo smontaggio dei pezzi sono rapidissimi; perchè, rientrata l'aria e tolto, con apposito stecco l'apiezon, i pezzi si separano facilmente e, quando vengono rimessi a posto, riprendono rigorosamente la stessa posizione coassiale (fig. 2). Con questo sistema non vi è pericolo che alcun grasso penetri nell'apparecchio come avviene inevitabilmente quando i giunti sono fatti con con ingrassati.

La sorgente di elettroni è stata realizzata con un filamento di tungsteno, alimentato da una batteria di accumulatori, collocata nella cassetta sostenuta da colonne isolate, nella quale trova posto anche la batteria di pile per l'elettrodo di Wehnelt. La regolazione della corrente nel filamento e della tensione per l'elettrodo di Wehnelt vengono fatte dal basso, mediante convenienti trasmissioni di materiale isolante, che comandano gli apparecchi che sono collocati su di un pannello posto nella cassetta stessa. Gli strumenti di misura relativi alla sorgente, illuminati con lampade poste internamente alla cassetta, possono esser letti comodamente. In tal modo chi comanda l'apparecchio non

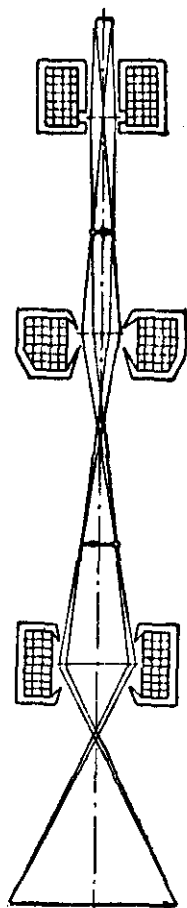


FIG. 1.

sciati una batteria di accumulatori, il complesso per caricarla, il gruppo convertitore che produce la corrente stabilizzata per l'impianto di alta tensione, per un valore complessivo corrispondente all'incirca alla somma pagata.

⁽⁵⁾ G. C. TRABACCHI, questi Rendiconti, 4, 1135 (1941).

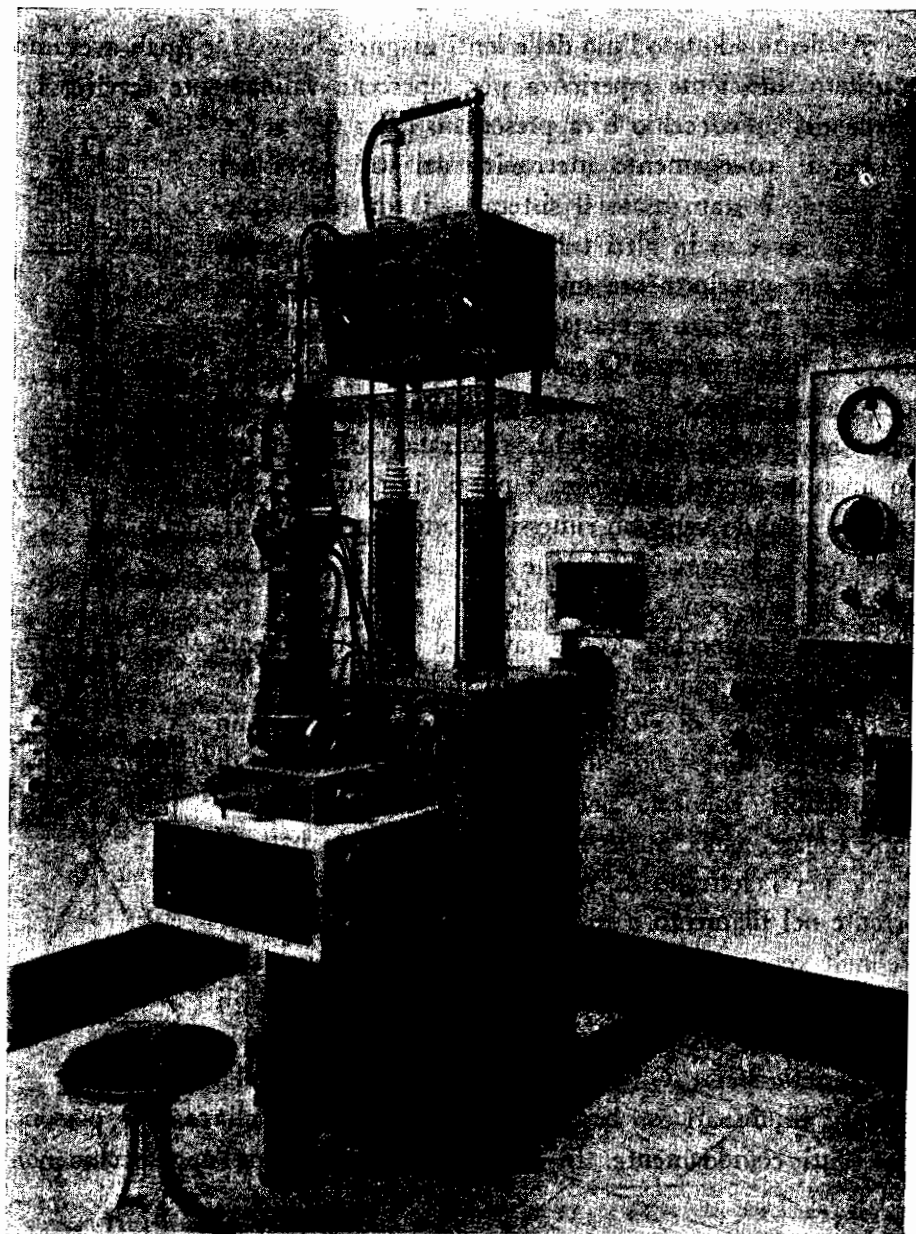


FIG. 2.

ha bisogno di alzarsi e sedersi per chiudere ed aprire o regolare i circuiti posti nella cassetta, alla quale è collegata l'alta tensione.

La sorgente, collocata nella parte superiore di un tubo di vetro, può essere facilmente centrata, essendo tale tubo collegato al primo elemento dell'apparecchio, che è il condensatore, mediante un tubo molleggiante, che permette, per mezzo di apposite viti, di spostare la sorgente trasversalmente rispetto all'anodo, od anche inclinarla da qualunque parte. Poichè anche il condensatore può fare analoghi movimenti, si ha una notevole libertà, in modo che il fascio elettronico può essere facilmente diretto lungo l'asse dell'apparecchio.

Il sistema d'introduzione ed estrazione del preparato da osservare come pure il sistema di spostamento del preparato stesso, è stato fatto in modo assai simile a quello del microscopio Siemens; analogamente si è fatto per il dispositivo fotografico.

L'osservazione dell'immagine in esame viene fatta attraverso tre vetri circolari sufficientemente grandi perchè gli osservatori possano vederla interamente con tutti e due gli occhi.

Per la preparazione delle espansioni polari delle lenti, si è curata in modo particolare la scelta del materiale, usando una lega da noi espressamente preparata, affinchè avesse le più opportune proprietà magnetiche.

Dopo un certo numero di tentativi abbiamo realizzato delle lenti che, all'uso, non ci sembrano per nulla inferiori a quelle del microscopio da noi precedentemente usato. Presentiamo alcuni fotogrammi ottenuti (vedi tavole); sotto ciascuno è indicato l'ingrandimento.

Le espansioni polari sono state costruite in modo da poter essere facilmente cambiate e poter così portare l'ingrandimento da 5.000 a 40.000 diametri. Una notevole libertà di variazione dell'ingrandimento è ottenuta anche modificando la distanza fra l'oggetto e l'obiettivo. Le resistenze di regolazione della corrente nelle lenti e la tensione usata sono state dimensionate in modo da permettere in ogni caso la messa a fuoco delle immagini.

I buoni risultati ottenuti nella costruzione di questo apparecchio sono essenzialmente dovuti alla cura con cui è stata sorvegliata la esecuzione delle varie parti. E' necessario infatti che, malgrado le numerose

finestre di osservazione ed i vari fori occorrenti per la introduzione dei preparati e delle lastre, come pure per lo spostamento del preparato in esame, la tenuta per il vuoto sia tale che in pochi secondi, la pompa porti tutto l'interno ad una pressione inferiore a 10^{-5} tor; vi sono poi alcune parti meccaniche che debbono esser lavorate con grande precisione. Così le espansioni polari e i diaframmi relativi non consentono difetti di centratura superiori a qualche micron. Abbiamo pertanto dovuto usare sul tornio strumenti di misura adeguati per realizzare tale precisione e costruire un apposito apparecchio di controllo.

Per l'alimentazione dell'alta tensione abbiamo usato un convertitore con motore a corrente continua, accoppiato ad un alternatore che alimenta (fig. 3), attraverso un tavolo di manovra, un trasformatore con un polo a terra e l'altro isolato; quest'ultimo attraverso un diodo, fa capo ad un filtro a capacità e resistenza dal quale parte il cavo che porta l'alta tensione alla « cassetta » superiore del microscopio. Uno di quei dispositivi automatici usati negli apparecchi a raggi X mette a terra il cavo quando si toglie tensione al trasformatore.

Sotto alla « cassetta » ed a conveniente distanza è disposta, per sicurezza una lastra di vetro che impedisce di venire in contatto con l'alta tensione. La stabilità della tensione (da 40 a 100 KW), ottenuta nel modo descritto, data la debole erogazione di corrente, è più che sufficiente per garantire il buon funzionamento dell'apparecchio.

Particolari cure sono state rivolte alle rubinetterie dell'impianto del vuoto. Questo è realizzato mediante una pompa a mercurio a tre stadi, collocata nella stanza dell'alimentatore dell'alta tensione, insieme con la pompa e con un grosso serbatoio del vuoto preparatorio. Tutti i rubinetti occorrenti per connettere la pompa preparatrice, sia col serbatoio del vuoto, sia con la cassetta fotografica, quando questa (isolata dal corpo del microscopio) è stata riempita d'aria per cambiare la lastra e deve poi essere riuotata, come pure il grosso rubinetto che connette od isola la pompa dell'alto vuoto dal microscopio sono stati eseguiti con chiusure a guarnizioni di gomma, comandabili o con vite (come quello a largo lume di connessione tra pompa ad alto vuoto e corpo del microscopio), o mediante eccentrici che permettono rapide aperture o chiusure. Al posto

dei premistoppa sono stati collocati corpi molleggianti saldati. Con rubinetti di questo genere viene eliminata qualunque manutenzione.

Il grosso tubo che collega la pompa dell'alto vuoto col corpo del microscopio è interrotto da un vaso contenente una tasca che viene riempita di ghiaccio secco per bloccare i vapori. L'aria che si fa entrare nel microscopio nelle varie manovre passa anch'essa attraverso un condensatore a ghiaccio secco che blocca il vapor d'acqua ed è provvisto di un opportuno filtro per eliminare la polvere.

Per la manovra delle lenti magnetiche ed il comando dell'alta tensione è disposto sul lato anteriore della cassetta che sostiene l'apparecchio un pannello che reca gli interruttori ed i comandi dei necessari reostati.

Gli strumenti di controllo della tensione e della corrente nel tubo si trovano sul lato sinistro del piano verticale di fronte all'operatore. Due strumenti posti sul lato destro servono invece a misurare il vuoto preparatorio e l'alto vuoto.

Da principio abbiamo usato lo stesso formato di immagini dato dal microscopio Siemens (tavole 1 a 5) ma in seguito, essendo riusciti a coprire completamente con l'immagine finale il formato 65x90 della lastra impiegata abbiamo potuto estendere il campo di registrazione (tavole 6 a 9).

Avere a disposizione un apparecchio di questo genere, di nostra completa costruzione, ci mette in grado di apportarvi tutte le modifiche ed i perfezionamenti che ci vengono suggeriti dall'uso quotidiano. In particolare lo si può disporre facilmente in modo da usarlo per ricerche strutturali per diffrazione di elettroni.

Ci è stata di valido aiuto la intelligente collaborazione dei meccanici Giuseppe Berardo, che ha eseguito il corpo principale dello strumento ed Ermenegildo Savi, che ha costruito e montato tutto l'impianto del vuoto ed i quadri di comando a bassa e ad alta tensione.

Roma. — Istituto Superiore di Sanità - Laboratorio di fisica. Novembre 1946.

RIASSUNTO

Si descrive il microscopio elettronico costruito nell'Istituto Superiore di Sanità.

RÉSUMÉ

Description du microscope électronique construit dans l'« Istituto Superiore di Sanità ».

SUMMARY

Description of the electronic microscope built in the « Istituto Superiore di Sanità ».

ZUSAMMENFASSUNG

Das Elektronenmikroskop das in dem « Istituto Superiore di Sanità » gebaut worden ist wird beschreiben.
