

4. M. AGENO - G. CORTELLESA - R. QUERZOLI — Su alcuni impianti e dispositivi ausiliari, per ricerche di fisica nucleare.

Riassunto. — Si descrivono alcune attrezzature ausiliarie dell'impianto acceleratore a 1100 KV dell'Istituto Superiore di Sanità, recentemente realizzate. Esse comprendono: un nuovo impianto per la fabbricazione dei contatori di Geiger, dispositivi vari per alto vuoto e un dispositivo elettronico di sicurezza contro le improvvise variazioni di carico dell'impianto acceleratore.

Résumé. — On décrit quelques dispositifs d'équipement auxiliaire de l'installation d'accélération à 1100 KV de l'Istitut Supérieur de Santé, de réalisation récente. Ils comprennent: une nouvelle installation pour la fabrication de compteurs de Geiger, différents dispositifs pour vides et un dispositif électronique de sureté contre les variations brusques de courant de l'installation d'accélération.

Summary. — Some recently installed auxilliary equipment for the 1100 KV accelerating plant in the Istituto Superiore di Sanità is described. This consists of a new intallation for making Geiger counters, various devêces for high vacuum and an electronic safety device to guard against unforseen variations in the boad of the accelerating plant.

Zusammenfassung. — Es werden einige vor kurzem angebrachte Hilfsvorrichtungen der Beschleunigungsanlage (1100 KV) des Istituto Superiore di Sanità (Höheres Institut für Gesundheitswesen) beschrieben. Sie umfassen: eine neue Anlage zur Herstellung der Geigerrohre, verschiedene Vorrichtungen für Hochvakuum und eine Sicherheits-elektro-nenvorrichtung genen plötzliche Belastungsschwankungen der Beschleunigungs-lage.

Nella presente nota ci proponiamo di descrivere molto brevemente un certo numero di impianti ausiliari e di dispositivi tecnici particolari, realizzati nel Laboratorio di Fisica dell'Istituto Superiore di Sanità nell'ultimo biennio e non ancora descritti in nessuna pubblicazione. Gli apparati di cui parleremo rispondono in generale ad esigenze comuni a molti laboratori di ricerca e siccome le soluzioni da noi adottate hanno

alcuni caratteri di originalità, riteniamo non inutile darne un resoconto sommario.

1. - IMPIANTO PER LA FABBRICAZIONE DEI CONTATORI DI GEIGER.

Nonostante che alcuni tipi di contatori di Geiger vengano oggi fabbricati da varie Ditte su scala industriale, è pur sempre necessaria per un laboratorio che si dedichi a ricerche di fisica nucleare pura od applicata una completa e flessibile attrezzatura per la costruzione di tali contatori. E' infatti da un lato assai difficile che i tipi reperibili sul mercato si adattino alle esigenze di un lavoro molto specializzato e da altro lato è necessario poter eseguire con facilità e rapidità prove ed esperienze aventi lo scopo di spingere ai limiti delle sue possibilità questo ormai non nuovo e molto sfruttato strumento di ricerca.

L'attrezzatura realizzata nel nostro laboratorio consta delle seguenti parti essenziali:

a) Un piccolo laboratorio per le operazioni chimiche inerenti alla costruzione dei contatori (preparazione chimica dei catodi e dei fili, metallizzazione chimica di vetri ed altri materiali isolanti, ecc.) ed un tavolo attrezzato per il montaggio;

b) Un apparato per la evaporazione di metalli sotto vuoto, per la metallizzazione di catodi non metallici;

c) Un apparecchio per la purificazione dell'argon, mediante calcio metallico ad elevata temperatura;

d) Una macchina per la vuotatura in istufa e per il riempimento dei contatori con opportune miscele gassose;

e) Un complesso di apparati elettronici, per il controllo del funzionamento, la determinazione del tempo morto e il rilevamento delle caratteristiche.

L'apparato per l'evaporazione sotto vuoto fa parte dell'attrezzatura del banco da vuoto universale che sarà descritto nel paragrafo 2 di questo lavoro. Lo schema dell'apparecchio per la purificazione dell'argon è rappresentato nella figura 1. La bombola A della capacità di circa 4 litri è connessa mediante tubi di rame del diametro di 6 mm ad un recipiente B in ferro contenente il calcio metallico in forma di trucioli portati da tre cestini di ferro sovrapposti. Tale recipiente può essere

riscaldato elettricamente fino ad una temperatura di oltre 400° C. L'argon circola in tutto l'apparecchio a termosifone, sotto la pressione di tre atmosfere. Un sistema di rubinetti, a tenuta assicurata mediante

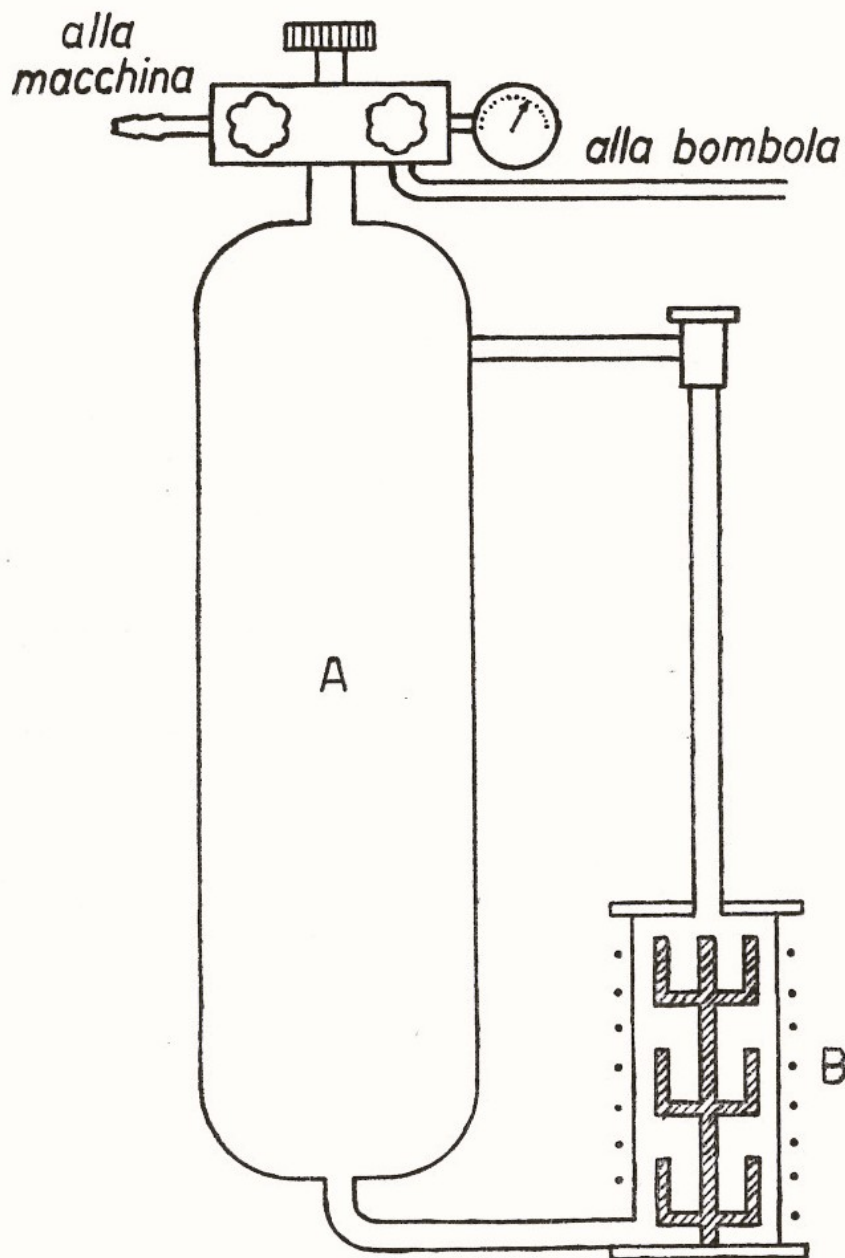


FIG. 1.

Apparato per la purificazione dell'argon

corpi molleggianti metallici saldati, permette la vuotatura preventiva dell'apparecchio, la carica con l'argon tecnico di bombola e l'estrazione dell'argon purificato. Il dispositivo, montato su di un portabombole a ruote, può essere connesso direttamente alla macchina dei contatori, oppure usato indipendentemente per il riempimento con argon purificato di camere di ionizzazione, contatori proporzionali, ecc.

La macchina per il riempimento dei contatori è mostrata nel suo insieme nella figura 2, sulla destra della quale si vede anche l'apparato per la purificazione dell'argon collegato ad essa mediante snodo in vetro. La macchina, che ha una capacità massima di 10 contatori, è costituita da un banco delle dimensioni di 80×70 cm., portante sul

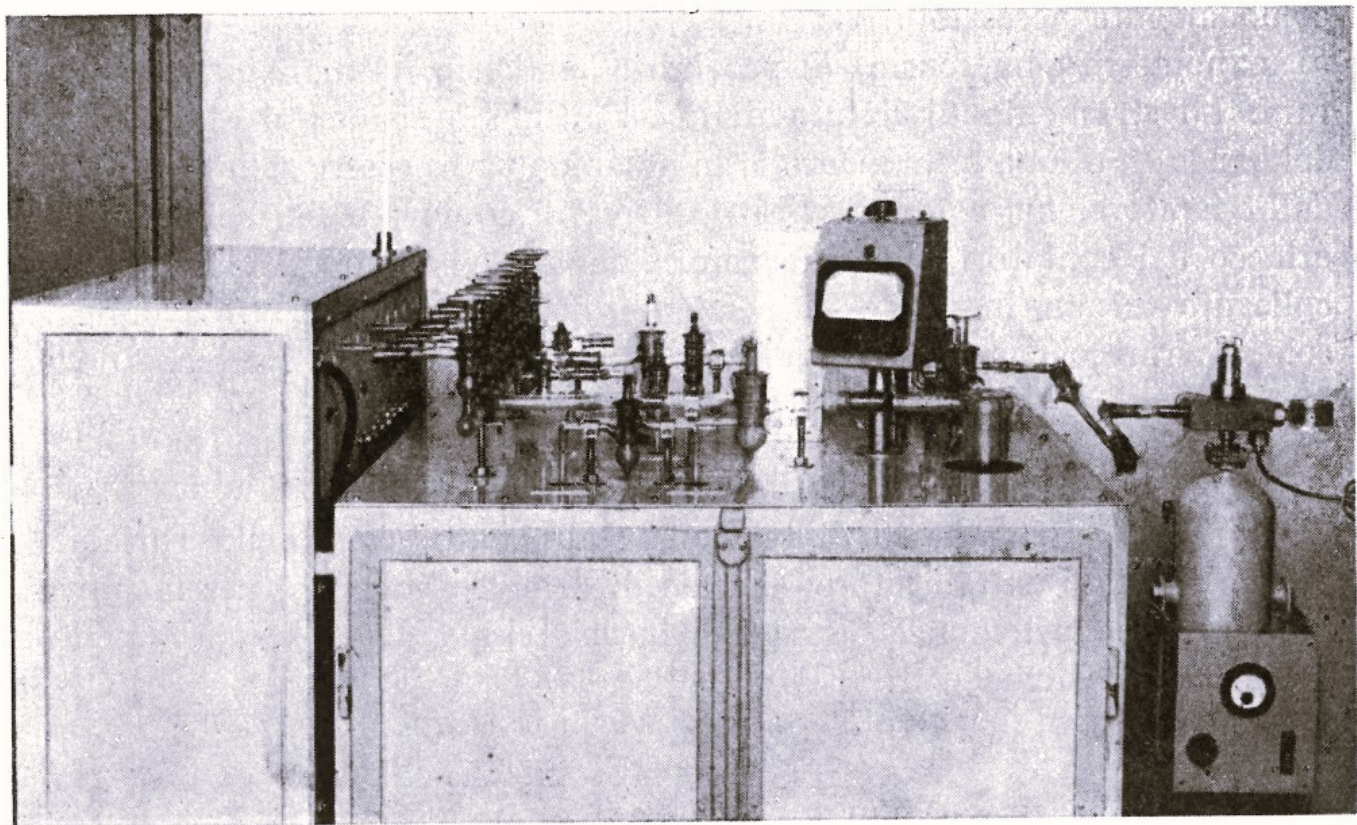


FIG. 2.

Macchine per il riempimento dei contatori di Geiger

fianco la stufa per il riscaldamento dei contatori sotto vuoto, ad andamento verticale (per ridurre l'ingombro) e delle dimensioni di $125 \times 30 \times 70$ cm. La lunghezza massima dei contatori fabbricabili col nostro impianto è quindi di circa 110 cm. Sul piano del banco sono fissate tutte le tubazioni in vetro che collegano tra loro le varie parti della macchina. L'ossatura fondamentale di questa è costituita da un rettangolo di tubo di vetro del diametro di 8 mm., da cui partono le tubazioni per l'attacco dei contatori, quelle dei misuratori di vuoto, delle riserve di gas e vapori, ecc., e a cui danno comunicazione tutti i rubinetti per la manovra (fig. 2).

Il gruppo pompe a vuoto (avviatrice, recipiente per la riserva di vuoto, pompa a diffusione a mercurio a tre stadi) sistemato sotto il banco, è collegato ad un vertice del rettangolo tramite una tasca a ghiaccio secco. Dai due lati del rettangolo opposti a questo vertice partono: dall'uno dieci rubinetti ad L cui sono attaccati i dieci contatori sistemati nella stufa; dall'altro, tre recipienti in vetro per riserva di gas, altri per i vapori organici, per gli essiccanti, ecc., sistemati tutti sotto il piano del banco, ma coi relativi rubinetti sistemati al di sopra comodamente accessibili. La misura delle pressioni è fatta mediante: a) manometro a mercurio, b) provino a mercurio, c) manometro di Pirani. Lo strumento di lettura di quest'ultimo è sistemato al di sopra del banco su di una testa girevole, in modo da poter essere sempre seguito dall'operatore, nel corso di ogni manovra di rubinetti. Dei dieci coni di attacco dei contatori, uno è separato dagli altri da un rubinetto ed è collegato ad un ingresso indipendente, per il riempimento eventuale con gas rari o comunque non contenuti nei recipienti di riserva della macchina.

Gli apparati elettronici di prova comprendono:

a) un alimentatore di tensione stabilizzato, con uscita variabile e un complesso amplificatore — scala di demoltiplicazione, per la prova del contatore prima del distacco dalla macchina e per il rilevamento delle caratteristiche;

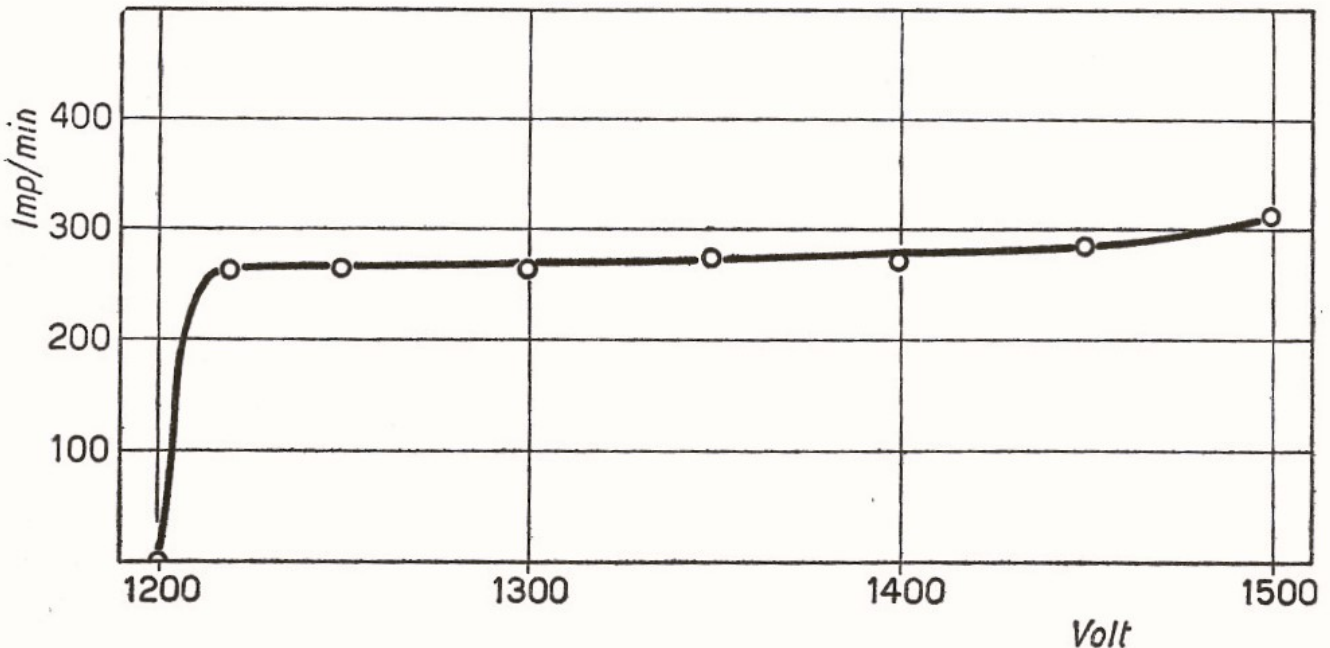


FIG. 3.

Caratteristica di un contatore a catodo in vetro metallizzato

b) un sincroscopio e un oscillografo catodico per l'esame della forma degli impulsi;

c) un sincroscopio per la misura dei tempi morti.

Gli apparati a) e b) sono stati fabbricati in laboratorio, secondo schemi convenzionali, mentre il sincroscopio per la misura dei tempi morti è della ditta Italelettronica.

Con l'impianto descritto sono stati realizzati fino ad oggi i seguenti tipi di contatori, ormai in uso corrente da più di un anno:

a) Contatori in vetro a parete sottile (circa 30 micron) con catodo metallizzato per via chimica o per evaporazione sotto vuoto; diametro cm. 2, lunghezza utile cm. 5, filo di tungsteno di 0,2 mm. di diametro; riempimento standard con miscela di Trost. La caratteristica di uno di questi contatori è mostrata nella figura 3.

b) Contatori a parete frontale di mica sottile (fino a 0,85 mgr. cm²) diametro della finestra circolare cm. 3; catodo in acciaio inossidabile o in ottone; filo di tungsteno di 0,2 mm. di diametro, riempimento

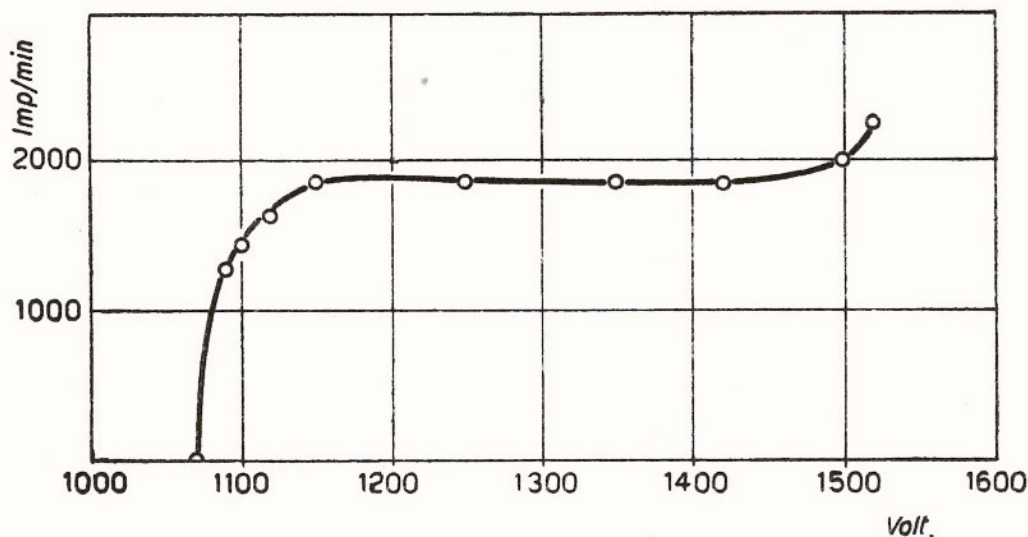


FIG. 4.

Caratteristica di un contatore a parete frontale sottile.

come i precedenti. La figura 4 rappresenta la caratteristica di uno di questi contatori.

Nelle figura 5 si vedono esemplari dell'uno e dell'altro tipo davanti ad un apparato per il conteggio degli impulsi.

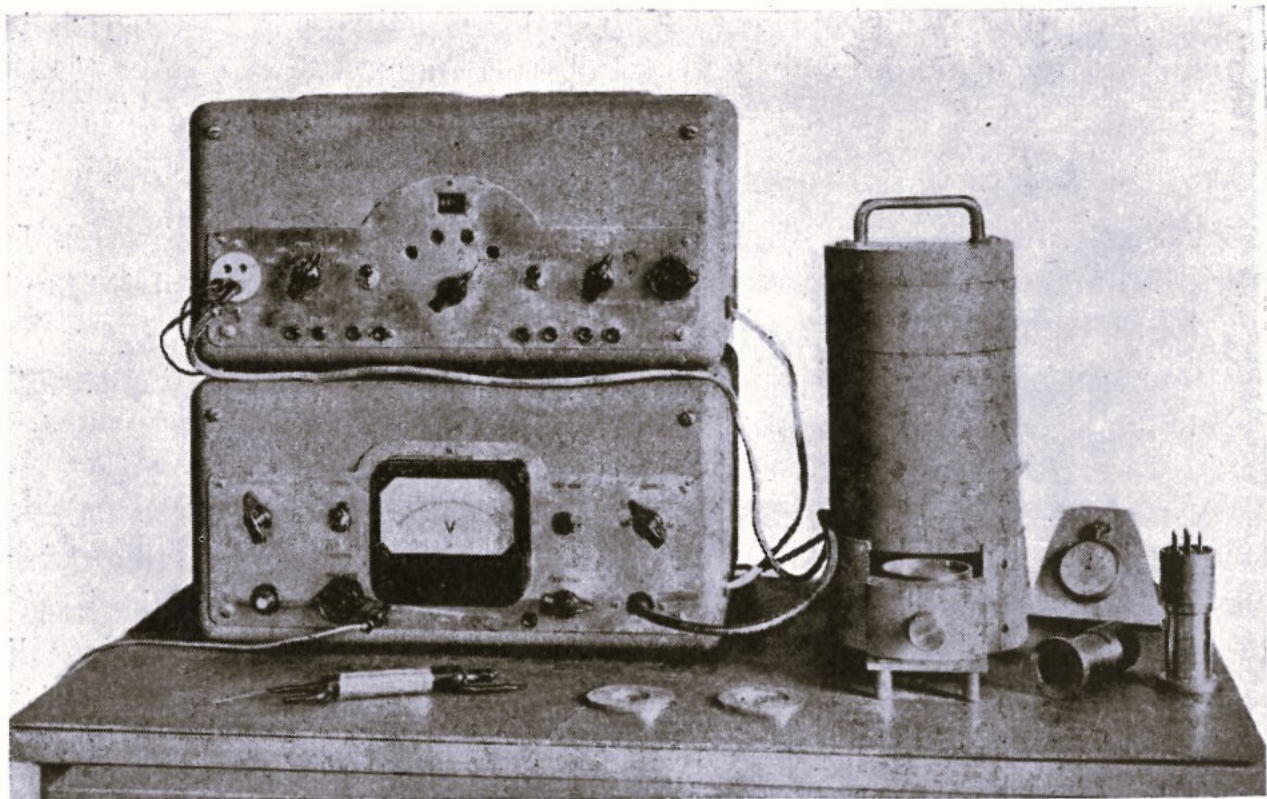


FIG. 5.

Contatore di Geiger, davanti a un apparato per il conteggio degli impulsi

2. - DISPOSITIVI PER ALTO VUOTO.

L'attrezzatura ausiliaria dell'impianto acceleratore a 1100 KV è stata arricchita di un apparato mobile per alto vuoto, destinato alle prove di tenuta, metallizzazioni sotto vuoto, prova di sorgenti di ioni, ecc.

Tale banco da vuoto universale, portato da un carrello a ruote gommate, delle dimensioni di 100×60 cm, è dotato di una pompa rotativa Welch a due stadi e di una pompa a diffusione MC 275 della Distillation Products, ad olio al silicone. Le prese di vuoto sono sistemate su un piano metallico delle dimensioni di 100×40 cm., all'altezza di circa 85 cm. da terra. Gli strumenti per la misura del vuoto sono: a) un vacuometro metallico sul basso vuoto; b) due manometri di Pirani, montati a ponte con alimentazioni stabilizzate, uno sul basso e uno sull'alto vuoto; c) un manometro ad ionizzazione sull'alto vuoto, che può facilmente essere sostituito, ove occorra, con un McLeod o con un manometro tipo Philips.

Le prese di vuoto sono tre, rese indipendenti da un opportuno sistema di rubinetti (tutti a tenuta assicurata da corpi metallici molleggianti saldati) che le mette in comunicazione, a volontà, col basso o con l'alto vuoto. Le prime due, a piatto (cm. 30) e a cono rispettivamente, sono destinate principalmente alle prove di tenuta dei pezzi. La terza è situata immediatamente al di sopra della bocca della pompa

a diffusione ed è separata da questa da un grosso rubinetto a piatto di 8 cm. di diametro, che funziona anche da condensa per i residui vapori d'olio. Il piatto viene alzato e abbassato dall'esterno meccanicamente, con manovra di una leva: la tenuta è assicurata da un corpo metallico molleggiante che lavora a flessione. Tale presa di vuoto si apre al centro di una flangia metallica di 30 cm. di diametro, identica alle flange superiori dei cilindri di vetro del tubo acceleratore dell'impianto a 1100 KV di questo Istituto. Al di sopra di essa si possono quindi edificare quante si vogliono sezioni identiche a quelle di detto tubo, con pozzi di Faraday, lenti acceleratrici, sorgenti di ioni, ecc., da provare in condizioni simili a quelle di lavoro effettivo. Al posto di questa ricostruzione parziale del tubo acceleratore, si può invece porre al di sopra della flangia base un unico cilindro di vetro del diametro di circa 30 cm. chiuso superiormente da una piastra metallica munita di elettrodi isolati e dotata di una completa attrezzatura per l'esecuzione di depositi metallici per evaporazione sotto vuoto.

Tra le altre numerose attrezzature per alto vuoto realizzate nel nostro laboratorio in questi ultimi mesi, citiamo soltanto un grande rubinetto a battente della luce di 12 cm. destinato a separare il tubo acceleratore dell'impianto a 1100 KV dal bicchiere portante la targhetta. La soluzione meccanica adottata per tale rubinetto è la seguente. Un volantino a vite determina la compressione di un corpo molleggiante metallico saldato, che assicura la tenuta. Il movimento di questo determina l'avanzamento di un braccio che a sua volta agendo sul lato corto di una leva a squadra imperniata nel vertice nell'angolo retto, fa ruotare questa di 90°. Con tale movimento, il piatto di chiusura, inizialmente parallelo all'asse del tubo acceleratore ed eccentrico, viene a disporsi perpendicolarmente a detto asse, adattandosi a tenuta ad una guarnizione di gomma opportunamente disposta. Un lieve gioco tra il piatto e la leva di supporto e di guida, regolato da una robusta molla ad elica interposta tra i due, fa sì che il piatto in ogni caso si adatti perfettamente alla relativa guarnizione. Il sistema di leve è inoltre dimensionato in modo tale che la forza trasmessa sia massima al momento della chiusura. Riteniamo che tale soluzione sia migliore di quella a cremagliera generalmente adottata.

3. - DISPOSITIVI DI SICUREZZA PER L'IMPIANTO ACCELERATORE A 1100 KV.

Siccome la tensione fornita da un Cockroft e Walton dipende, come è noto, in modo sensibile dal carico, quando si lavori a tensioni prossime alla massima ottenibile da un impianto di questo tipo e con una

erogazione notevole, un improvviso annullarsi del carico può determinare delle sovratensioni pericolose. Un fatto del genere può talora verificarsi nel nostro impianto acceleratore, per l'improvviso innescarsi nella zona esterna della sorgente di ioni alla Oliphant da noi usata della scarica a bagliore. Per quanto tale inconveniente si sia verificato solo assai di rado e sempre per funzionamento irregolare della sorgente in dipendenza di guasti o difetti precedentemente segnalati, tuttavia, lavorando a tensioni dell'ordine del milione di volt e con una corrente ionica sulla targhetta di poco inferiore al milliampère, esso rappresenta un reale pericolo per l'impianto, in cui la tensione verrebbe improvvisamente a salire a valori non compatibili con le dimensioni dell'ambiente, distanze di sicurezza, ecc., ecc.

Per tale motivo è stato necessario studiare e realizzare un dispositivo automatico di sicurezza, che permettesse di lavorare con correnti ioniche di grande intensità, senza correre il rischio di danneggiare, in seguito ad un qualsiasi banale incidente, in modo assai serio l'impianto acceleratore.

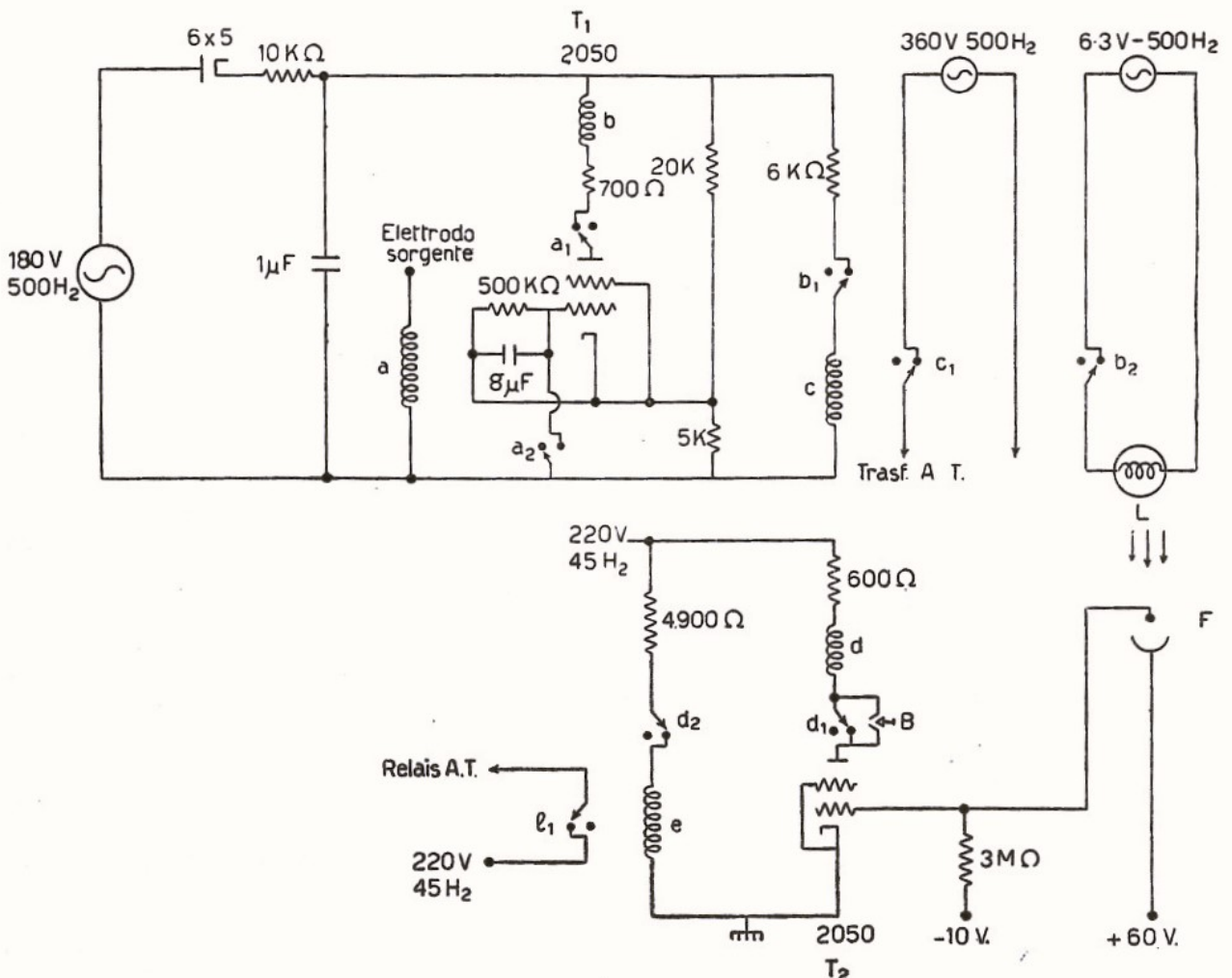


FIG. 6.

Dispositivo di sicurezza dell'impianto acceleratore a 1100 KV.

Tale dispositivo di sicurezza è costituito di due parti distinte. La prima rappresenta un dispositivo di protezione della sorgente (che provvede a spegnere la glimm appena innescata, togliendo tensione) e del suo circuito di alimentazione, contro l'eccessiva erogazione. La seconda è invece un dispositivo di protezione dell'impianto ad A. T. contro le improvvise sopraelevazioni di tensione dovute all'annullarsi del carico (quando s'innesci la glimm nella sorgente, la corrente ionica evidentemente si annulla). I due circuiti, accoppiati tramite un fascetto di luce di una lampadina inserita nel primo, che viene raccolto da una cella fotoelettrica che fa parte del secondo, sono entrambi rappresentati schematicamente nella figura 6. Il blocco superiore è il circuito antiglimm, inserito nel circuito di alimentazione della sorgente di ioni e che si trova all'interno dell'elettrodo ad alta tensione del tubo acceleratore, mentre il blocco inferiore rappresenta il circuito di sicurezza dell'A. T., inserito, tramite opportuni relais, nel circuito primario del trasformatore di alimentazione dell'impianto.

La corrente che alimenta la scarica nella sorgente di ioni passa attraverso il relais a : se la sorgente non è in glimm, questa corrente di alcuni milliampère non è però sufficiente a mettere in tiro detto relais. Nelle condizioni di lavoro normale i suoi contatti sono perciò: a_1 chiuso e a_2 aperto. Griglia e catodo del thyatron T_1 sono allora allo stesso potenziale e detto thyatron conduce. La bobina del relais b è percorsa da corrente e i relativi contatti b_1 e b_2 sono chiusi. Il contatto b_1 chiude il circuito del relais c e permette che in esso passi corrente: con ciò il contatto c_1 è chiuso e il primario del trasformatore di alta tensione della sorgente è sotto tensione e la sorgente è regolarmente alimentata. Il contatto b_2 invece chiude il circuito della lampadina L , la cui luce, tramite un opportuno sistema ottico è raccolta dalla cella fotoelettrica F , inserita nei circuiti a bassa tensione di alimentazione dell'impianto.

In condizioni normali di lavoro della sorgente, nella cella fotoelettrica F passa dunque corrente: il potenziale di griglia del thyatron T_2 è uguale al potenziale del catodo; tuttavia il thyatron inizialmente non conduce, perchè il contatto d_1 del relais d è aperto. Premendo il bottone B , che si trova sul tavolo di manovra dell'impianto A. T., il circuito di placca del thyatron viene chiuso, il thyatron conduce, il relais d entra in tiro, il contatto d_1 si chiude e mantiene chiuso il circuito di placca anche quando il bottone B non è più premuto. Contemporaneamente il contatto d_2 chiude il circuito del relais e inserito nel circuito primario del trasformatore di alimentazione dell'impianto. Con ciò, dal tavolo di manovra si può, regolando l'apposito autotrasformatore, far salire l'A. T.

Se ora, improvvisamente la sorgente va in glimm (o per un qualsiasi incidente in essa passano più di 25 mA) il relais a va in tiro, apre il contatto a_1 e chiude il contatto a_2 , interdicendo il thyatron T_1 . In b non passa più corrente e quindi i contatti b_1 e b_2 si aprono: di conseguenza (aprendosi anche c_1) viene tolta l'alta tensione alla sorgente di ioni e la lampadina L si spegne.

Spegendosi L , la cella fotoelettrica F non conduce più, il potenziale di griglia di T_2 va a -10 e il thyatron (alimentato in alternata) si interdice. I contatti d_1 e d_2 si aprono, con che (tramite e) viene tolta l'A. T. all'impianto.

Nel circuito antiglimm, l'interdizione del thyatron T_1 interrompe la corrente in a : quindi non appena è stata tolta tensione alla sorgente di ioni, nuovamente il contatto a_1 si chiude (chiudendo il circuito di placca T_1) e a_2 si apre. Il condensatore tra griglia e catodo di T_1 che si era caricato attraverso la resistenza di 5 K nel periodo di chiusura di a_2 , incomincia a scaricarsi attraverso la resistenza da 500 K e dopo 8-10 secondi T_1 ricomincia a condurre. Con ciò si ristabiliscono le condizioni di lavoro normale già descritte.

Questo dispositivo di sicurezza è in funzione ormai da oltre un anno e non ha mai dato luogo ad alcun inconveniente.

Desideriamo infine ringraziare in modo particolare, in occasione di questa sommaria descrizione di dispositivi di carattere tecnico i nostri valenti collaboratori signori Corindo Felici e Rocco Orlando, per la parte di laboratorio, Ermenegildo Savi e Giuseppe di Nunzio per la parte meccanica, ai quali va non poco del merito del successo del nostro lavoro.