

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-57/2 (12. 3. 57)

A. Alberigi, M. Puglisi, I. F. Quercia, B. Rispoli: RELAZIONE SUL
VIAGGIO A SACLAY, CERN E L'UNIVERSITA' DI BONN.

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione Acceleratore

Relazione n° VS 36

12 marzo 1957

A. Alberigi, M. Puglisi, B. Rispoli, I.F. Quercia:

RELAZIONE SUL VIAGGIO A SACLAY, CERN E UNIVERSITA' DI BONN. -

Generalità:

Hanno visitato i laboratori di Saclay nei giorni 25 e 26 Febbraio 1957, e i laboratori del CERN nei giorni 27 e 28 Febbraio 1957, i signori:

Dott. A. Alberigi)
Ing. M. Puglisi) della Sezione Acceleratore
Prof. I. F. Quercia)

Prof. B. Rispoli del CELE

Nei giorni 1 e 2 Marzo il Prof. I.F. Quercia ha visitato i laboratori dell'Istituto di Fisica dell'Università di Bonn.

- Durante questa visita sono state raccolte informazioni secondo il seguente schema generale:

- Dr. A. Alberigi : Problemi connessi con la ricerca del fascio di particelle accelerate nelle macchine, elettrodi di pic - up, strumentazione elettronica relativa alla ricerca del fascio.

- Ing. M. Puglisi : Problemi relativi all'impianto di radio frequenza e cavità risonanti.

- Prof. I.F. Quercia ; Problemi relativi alla posa in opera del magnete; connecting-coils e loro eccitazione; ciambele (particolarmente in araldite); servizi generali nei laboratori delle macchine; struttura dei laboratori di ricerca; controlli delle macchine e deschi di controllo centrale; varie.

- Prof. B. Rispoli : organizzazione dei laboratori di elettronica, strumentazione elettronica per la ricerca con le macchine.

Naturalmente tale schema è stato seguito solo parzialmente, nel senso che ciascuno ha raccolto informazioni anche non direttamente pertinenti al suo campo specifico di interesse.

La presente relazione è compilata dalle quattro persone su menzionate ed è pertanto divisa in 4 parti. Ciascuna di tali parti è a sua volta divisa in sezioni riguardanti le informazioni raccolte in ciascuno dei laboratori visitati.

Parte 1° (Italo Federico Quercia).

Sezione 1 - Notizie provenienti dalla visita a Saclay:

1 - 1 Edificio schermature - Basamento ed allineamento del magnete del Protosincrotrone - Avvolgimenti di eccitazione e di correzione.

- La macchina è alloggiata in un edificio tipo capannone industriale di 40 x 50 m² di area, servito da un carro ponte di 40 metri di luce e della portata di 20 ton.

L'edificio ha montanti metallici che sorreggono pareti costituite da lamiera zincata di ferro, ondulata. Esso è rapidamente estensibile su almeno due lati. La macchina si trova al centro circa della costruzione. Le schermature sono fatte con blocchi di cemento appesantito con barite (densità 3,5 g/cm³) del peso di 5 ton. ciascuno. Tale peso corrisponde alla portata di un autocarro medio.

- Il basamento del magnete è una complicata struttura a colonne, la quale poggia su 48 basi deformabili, la cui altezza è controllata da pressione di olio (circa 60 kg/cm²). Sono richieste deformazioni del basamento inferiori a 2/10 di mm. per anno.

La sistemazione del basamento è stata fatta sostituendo il peso del magnete con carico fittizio in sabbia. Il carico è stato variato ciclicamente per accertarsi delle elasticità delle deformazioni.

Ciascun quadrante del magnete è poggiato su due travi a sezione doppio T, formanti due archi di cerchio concentrici ed alle distanze approssimative di circa 40 cm. tra di loro. Tali travi poggiano a loro volta su di una piastra di acciaio di 70 mm. di spessore la quale è agganciata al cemento di base mediante bulloni. Tale piastra è livellata mediante spessori con una tolleranza di $\pm 0,5$ mm. rispetto a un piano ideale.

Il magnete si compone di blocchi a forma di C (tipo Brookheaven) dello spessore di circa 10 cm. I riferimenti primari di ciascun blocco sono dati dal piano di appoggio del polo inferiore, e dall'angolo a coda di rondine in cui incastra il polo inferiore.

Vedi fig. 1

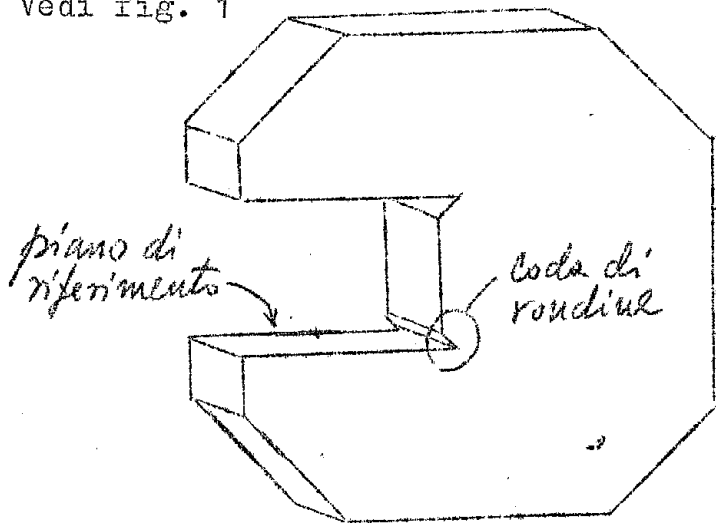


Fig. 1

Il riferimento nella coda di rondine è costituito dall'asse di un cilindretto calibro che vi viene appoggiato per la misura. Vedi fig. 2

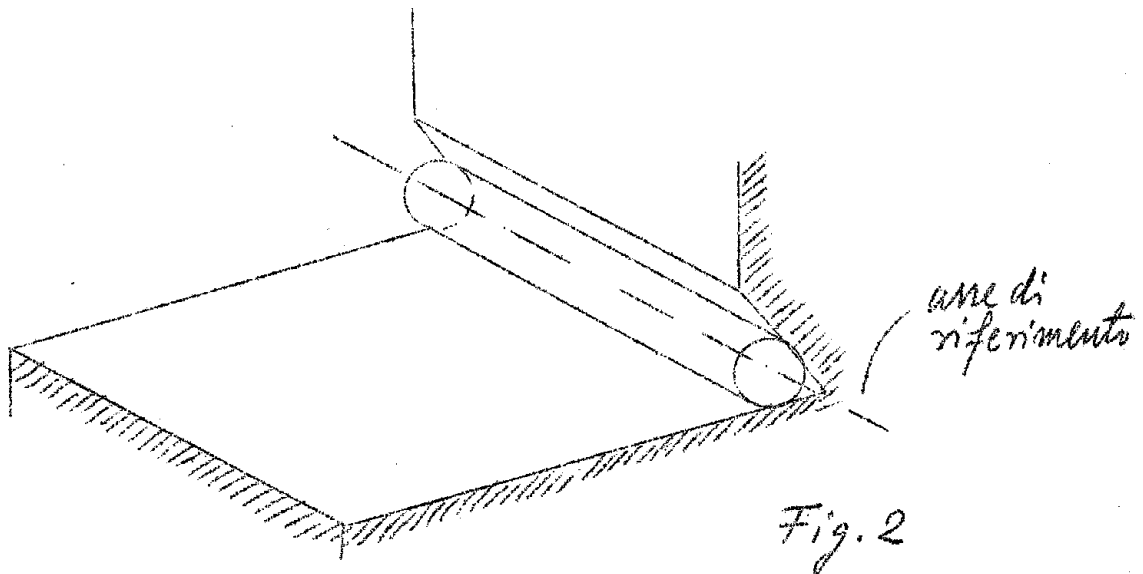


Fig. 2

Ogni blocco è definito da un piano verticale magnetico, individuato come piano di simmetria verticale della massa di materiale ferromagnetico. Tale piano è materializzato da 4 punti calibrati che si trovano su una delle due facce del blocco. Vedi fig. 3

I piani di appoggio delle facce polari sono lavorati al $1/10$ di mm. con riferimento a tale piano verticale magnetico nominale.

Inoltre ciascun blocco porta sulla parte posteriore, che affaccia verso il centro della macchina, due piastre lavorate, delle quali è calibrata la distanza radiale dell'asse riferimento coda di rondine.

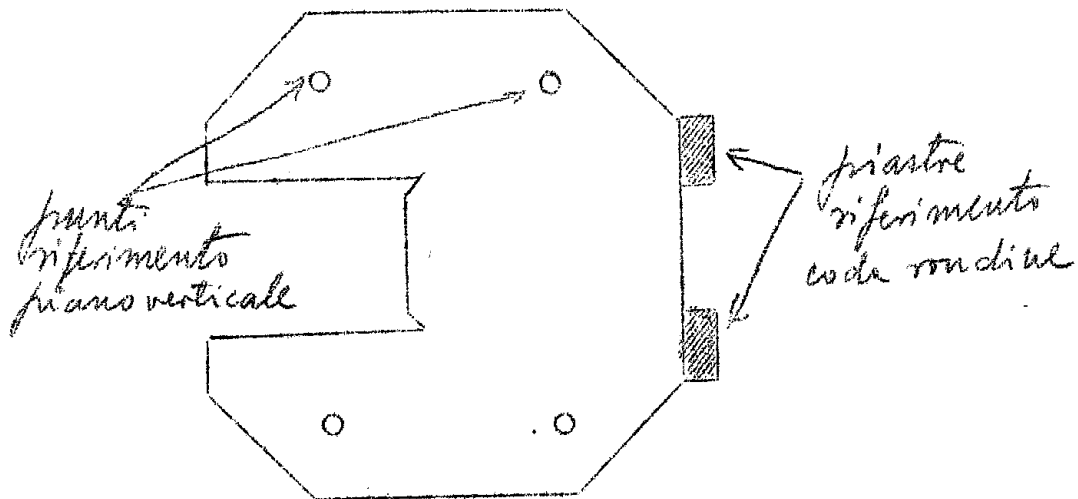


Fig. 3

Rimane dunque definito per ciascun blocco un triedro costituito da i tre seguenti piani, tra di loro nominalmente perpendicolari:

Piano orizzontale = faccia inferiore appoggio del polo

Piano verticale (magnetico): 4 punti calibrati

Piano verticale (azimutale): Riferimenti coda di rondine materializzati da piastre posteriori.

La posizione nello spazio è definita da 6 gradi di libertà:

3 spostamenti lineari: verticale, radiale, orizzontale.

3 rotazioni : attorno ad un asse verticale, attorno ad un asse radiale, attorno ad un asse tangente dall'orbita principale.

L'allineamento del magnete è fatto costruendo quattro punti centro dell'orbita di equilibrio nei 4 quadranti.

Per questo si è proceduto come segue:

A partire da grossolani riferimenti sulle pareti dell'Edificio è stato stabilito un centro di simmetria della macchina. Questo è materializzato da una boccia calibra di riferimento affogata nel cemento.

A partire da tale centro, a mezzo di barre di invar sono state stabilite le posizioni dei 4 centri di quadrante. Questi sono materializzati da un piano calibrato orizzontale sul quale poggia un secondo piano calibrato che può essere mosso in due direzioni ortogonali mediante viti bloccabili. L'orizzontalità dei piani è assicurata mediante misure con livella. Sul secondo piano è riportato un perno verticale calibrato che materializza un'asse passante per il

centro quadrante.

Le posizioni dei 4 centri sono riferite tra di loro e rispetto al centro di simmetria con misure multiple.

Attendiamo disegni del meccanismo dei 4 centri.

La precisione nelle distanze reciproche di questi è richiesta di $1/10$ di mm.

La posizione dei 4 centri viene verificata quotidianamente. Si trovano deformazioni dovute a variazioni di temperatura. A giudizio dei misuratori sarebbe preferibile stabilire le distanze anzichè con invar con materiale avente un coefficiente di dilatazione termico opportuno (cemento + ferro).

I perni dei quattro centri quadrante servono sia per innestare un teodolite, sia come riferimento distanze radiali.

Hanno usato un teodolite della Ditta WILD (Heerbrugg-Svizzera) del tipo T², e un livello ottico tipo N3 della stessa ditta. Per quest'ultimo avente precisione nominale di $2/100$ di mm. a 10 metri hanno trovato in realtà una precisione di solo $1/10$ di mm. Non sono soddisfatti degli strumenti svizzeri, e suggeriscono l'uso di strumenti italiani.

L'allineamento radiale dei blocchi è fatto usando le piastra posteriori di riferimento sulle quali fanno poggiare un lungo regolo calibrato di invar. L'altra estremità del regolo si viene a trovare dal perno centro quadrante a distanze comode per misure con comparatore. Il lungo regolo di invar è sorretto su pulegge da un ponte tubolare come fig. 4

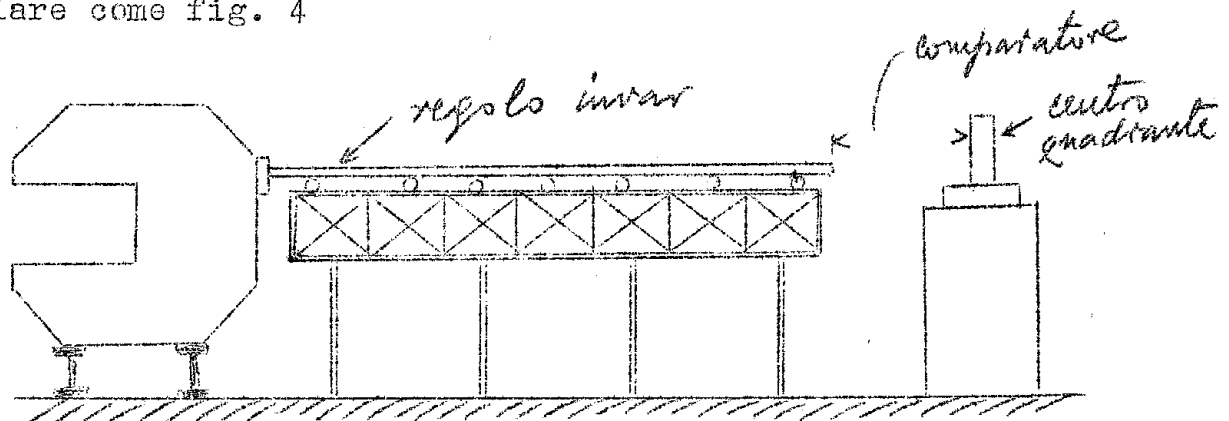


Fig. 4

L'allineamento orizzontale dei blocchi è fatto individuando in ciascun quadrante 10 blocchi di riferimento il cui piano orizzontale viene allineato sia con teodolite, dal centro del quadrante, sia con regolo piano calibrato che può appoggiare su tre blocchi successivi di riferimento. Per l'allineamento con teodolite fanno uso dello spazio che nella loro macchina è libero tra due blocchi successivi (2 ± 4 cm).

Le precisioni che possono raggiungere sono dell'ordine di $1/10$ di mm. per le lunghezze, e $1/1000$ di radiante per gli angoli. Salvo che per l'angolo attorno a un asse verticale che non interessa molto per il funzionamento della macchina. Tutte queste precisioni sono per loro molto superiori a quelle richieste dalla fisica della macchina. Ci invieranno:

- Tabella tolleranze gradi di libertà.
- Schema supporti e martinetti magnete.
- Disegni correcting-coils.
- Compassi di misura.
- Centri quadrante.
- Passe-partout, blocchi e poli.
- Isolamento avvolgimenti principali.

Di ciascun blocco hanno compilato durante la costruzione e le misure un accurato "processo verbale" nel quale sono definiti i valori di tutti i parametri, meccanici, geometrici e magnetici, interessanti.

I poli sono lavorati con una precisione generale di $1/10$ di mm. Uno strato isolante di tela bachelizzata è posto tra poli e piani del C, ed ha una tolleranza in spessore di $\pm 5/100$ di mm.

Le bobine di eccitazione sono di barra di rame forato. Sono isolate con tre strati di profilati in cartone bachelizzato da circa $5/10$ ciascuno, e poi sono nastrate con tessuto di vetro impregnato con poliestere polimerizzante a freddo, in 4 strati.

L'isolamento è previsto per 30 KV. circa

Le bobine di correzione sono costituite da due tappeti di fili alterni grossi e fini che riposano sulle facce polari. Tali fili sono isolati con plastica a circa 1000 Volt.

Non hanno ancora troppo pensato alla eccitazione di queste bobine poichè il loro problema è abbastanza semplice. Hanno un valore di $\dot{B} = 2 \times 10^4$ gauss/s, e le precisioni in tempo per il pulsaggio degli avvolgimenti è certamente superiore a $100 \mu s$.

1 - 2 Ciambella e vuoto (Mr. Prévot)

Hanno notevoli difficoltà con la loro ciambella che è di dimensioni lineari circa doppia della nostra. Si tratta di una struttura portante di acciaio inossidabile costituita da una piastra anteriore massiccia alla quale sono saldate delle centine ad U. Il tutto è affogato in araldite con diverse proporzioni di quarzo. Hanno osservato che dopo alcune settimane tali pezzi di ciambella presentavano delle gravissime fenditure radiali di 10×20 cm. di lun-

ghezza.

Non hanno, con le prove eseguite sino ad ora, trovato una soluzione di tale inconveniente. Ritengono pressochè per certo che esso sia dovuto ai diversi coefficienti di dilatazione tecnica tra acciaio e araldite (fattore circa 5).

Per quanto riguarda il vuoto hanno in prova i sei banchi da vuoto della Galileo da 3000 lt. ciascuno. Sono particolarmente soddisfatti della parte meccanica. La parte elettrica di controllo è di loro progetto. L'esecuzione degli aramadi di controllo mi è sembrata più curata che quella dell'armadio fornito a noi.

Per i leak detectors hanno avuto delle difficoltà ad usare quello da loro progettato ed ora costruito commercialmente dalla Thomas Huston Francaise. Consigliano il leak detectors della Consolidated.

Per quanto riguarda l'effetto di irraggiamento sulla araldite della ciambella non ne sono molto preoccupati. Ricordano che una ciambella in MIKAVER (sinterizzato di mica) è impiegata da anni nel sincrotrone da 300 MeV di Berkeley.

Il Sig. LEVE'QUE è un esperto di Saclay sugli effetti dell'irraggiamento sulle materie plastiche in generale.

1 - 3 Allestimento generale del laboratorio - Servizi.
(Mr. Levy Mandel).

Distribuzione energia elettrica.

Nella sala della macchina, a parte l'alimentazione del magnete che corre in cunicoli sotterranei, la distribuzione all'area esperienze è fatta con cavi e tubi che corrono lungo le pareti. Anche nei laboratori la distribuzione dei servizi è fatta a giorno. L'uso di canalette è ridotto al minimo.

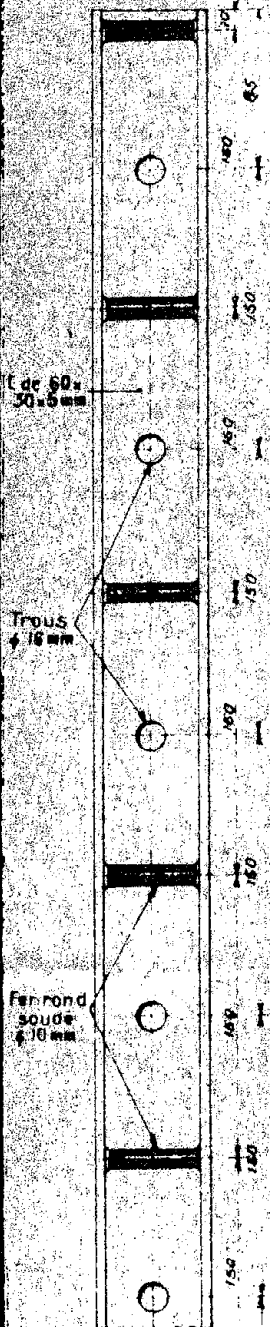
Nei cunicoli i pacchi di cavi corrono su supporti a mensola come dai disegni originali allegati 1° e 2°.

In ciascun laboratorio arrivano due diverse distribuzioni di energia trifase alternata. Una normale, l'altra detta di "misura". Quest'ultima, di potenza 15 KVA per un'area di circa 40 m², è distribuita a ciascun laboratorio per tramite di un trasformatore trifase con schermo a massa tra primario e secondario. Tale trasformatore è disegnato in modo da avere un minimo (< 100 pF) di capacità globale tra avvolgimenti primari e secondari. Ciò allo scopo di isolare ciascun laboratorio da disturbi provenienti lungo la linea dagli altri.

Per la continua hanno centralizzato solo due piccole batterie da 200 Ah ciascuna. L'una a 48 Volt (controlli) l'altra a 127 V (controlli macchine di eccitazione ma-

PIÈCE A
Vue de face

Poids au metre 5 kg 420



Fe de 60x30x5 mm

Trous ϕ 16 mm

Fer rond soudé ϕ 10 mm

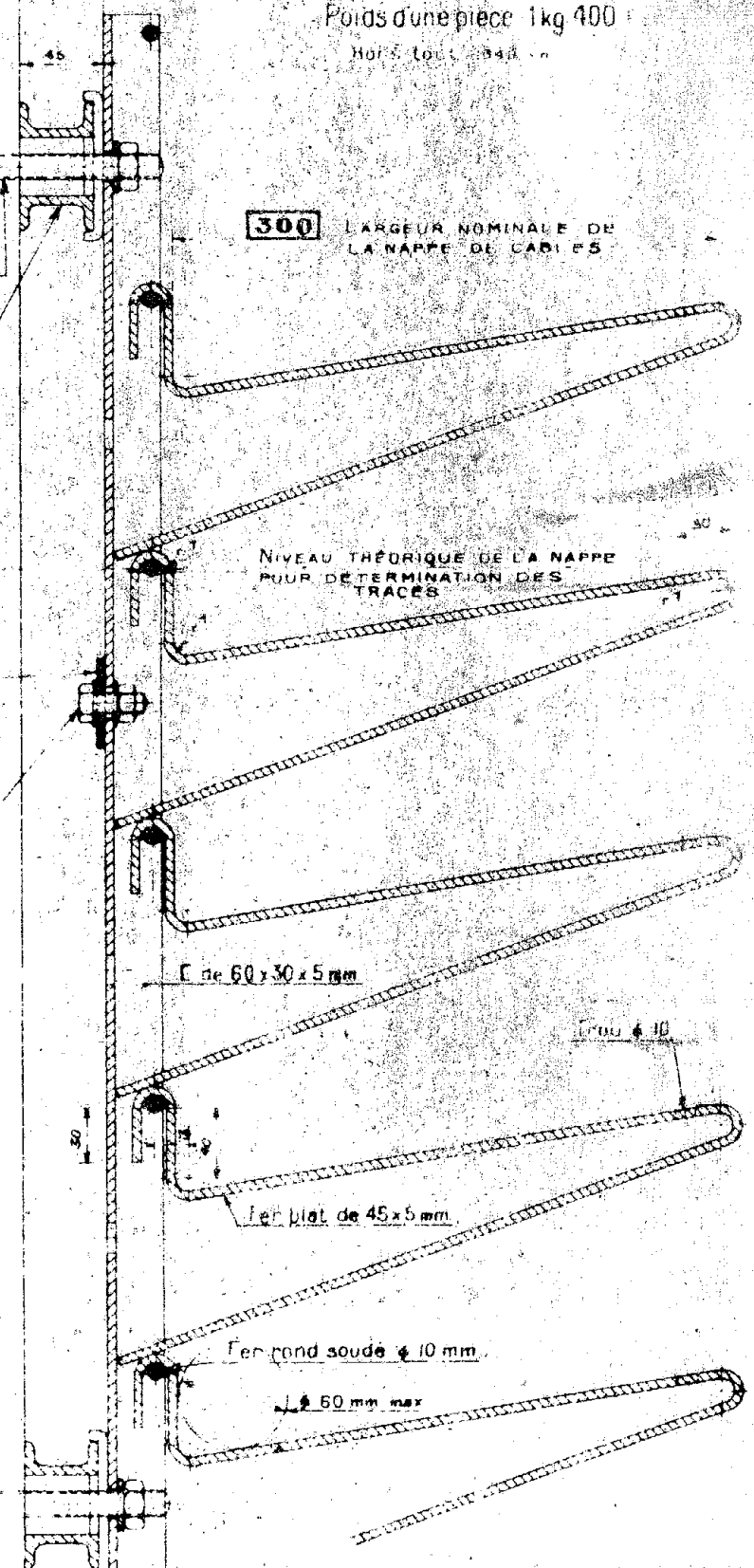
Allegato 1

PIÈCE B
Type 300

P2

Poids d'une pièce 1 kg 400

MOTS. LOU. 340.00



ATTENTION !
Au façonnage de la pièce A, les échelons en fer rond soudés ϕ 10 mm doivent être langués aux arêtes extérieures des ailes du fer E de 60x30 ou même se présenter en saillie sur ces deux dernières jusqu'au maximum de 1 mm. Ceci afin d'éviter tout ennuï au moment de l'agencement des supports en fer plat de 45x5 mm.

VIRAS	DATE S	MODIFICATIONS	DATE S	ELECTRICITE DE FRANCE
Etudié par M.V.	194			RÉGION EQUIPEMENT THERMIQUE III
Dessiné par				Service Électrique
Ver. par				2, Rue de Meaux - Paris (5 ^e)
INSTALLATION DE CABLES ÉLECTRIQUES				E 43
DE PUISSANCE ET CONTRÔLE				DE 2210

Allegato 2°

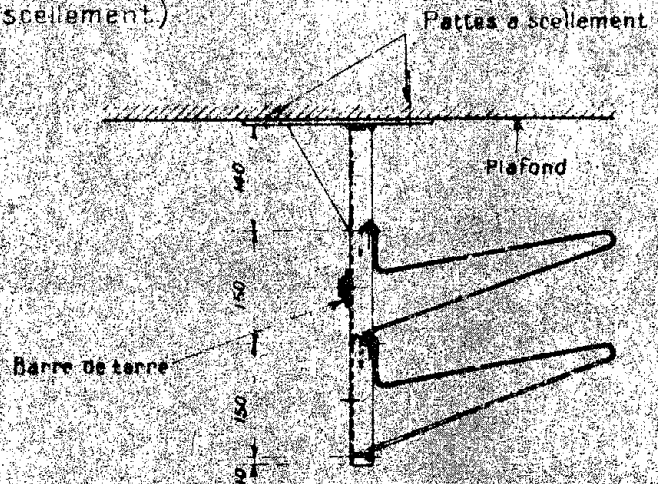
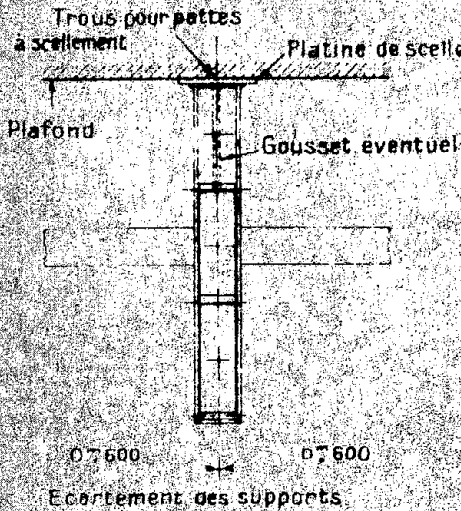
P28

- Nota: L'echelle en U de 60x30 supportant les 2 tablettes peut être:
- 1° Soudée sur une centre plaque de 200x100 pour scellement ou fixation au plafond par 2 boulons (exemple 1)
 - 2° Scellée directement dans un plafond (ex. 2)
 - 3° Soudée directement sur une poutre de charpente métallique (exemple 3)

Pour détail des supports utilisés, consulter documents n° II, 1, 2 et 4

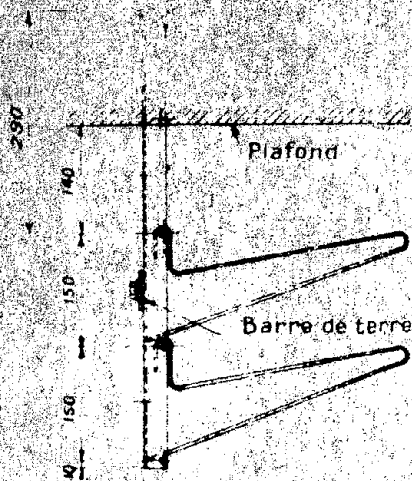
Exemple 1

(avec platine de scellement)



Exemple 2

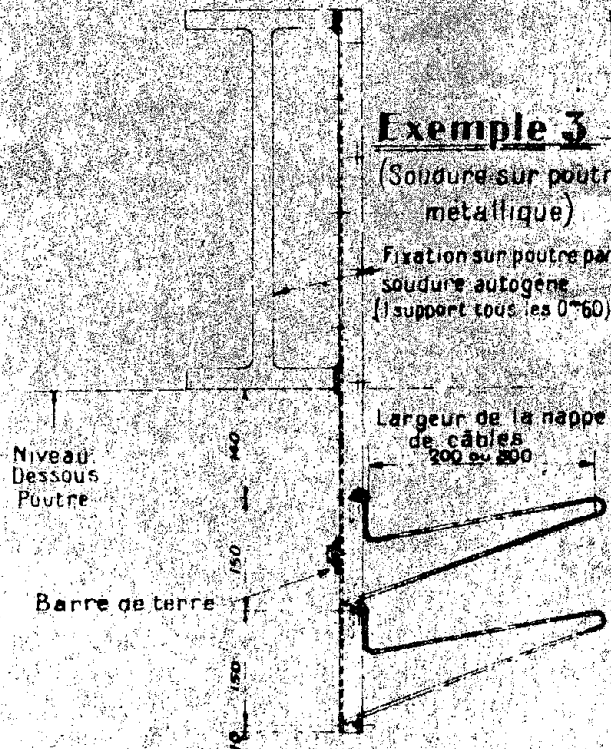
(Scellement direct au plafond)



Exemple 3

(Soudure sur poutre métallique)

Fixation sur poutre par soudure autogène (1 support tous les 0°60)



	VIBAS	DATES	MODIFICATIONS	DATES	ELECTRICITE DE FRANCE
Etudié par	S.M.	1953			RÉGION EQUIPEMENT THERMIQUE III
Dessiné par	L. Haurand				Service Electrique
Vérifié par	<i>[Signature]</i>				3, Rue de Messine PARIS (8 ^e)

INSTALLATION DE CABLES ELECTRIQUES

DE PUISSANCE 1000000 W

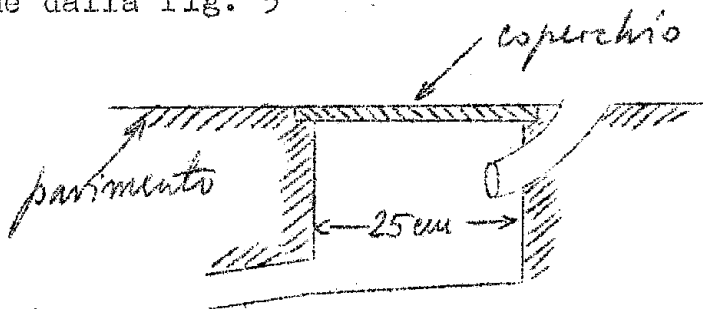
gnete e luci emergenza). Entrambe sono al cadmio e lavorano in tampone su due raddrizzatori Westinghouse stabilizzati al $\pm 3\%$ della tensione nominale:

Per i 48 Volt Stab. West Type 38 F - 40 TV B		
		per carica e fondo
"	"	Type 38 F T 200 V
		per tampone
Per i 127 V	"	Type C 136 T 30 VB
		per carica e fondo
"	"	Type C 136 T 30 VC
		per tampone.

La distribuzione dell'aria compressa è a 7 atmosfere.

La distribuzione dell'acqua nei laboratori è fatta con tubi che corrono su due lati del soffitto ed hanno frequenti prese per innestare a vite eventuali derivazioni.

Lo scarico è fatto per mezzo di pozzetti (3 per lab.) come dalla fig. 5



Nei laboratori il livello di illuminazione è ≥ 150 lux. Nella sala della macchina si hanno 45 kW a incandescenza (40 x 50 m²).

1 - 4 Controlli (Mr. Debreine)

Il controllo delle macchine avviene da una sala remota e non in vista nè dalla macchina nè dall'area esperienze. (X)

Accanto alla sala centrale di controllo si trova la sala con gli armadi contenenti l'elettronica di comando.

Il controllo delle macchine di eccitazione è fatto da una sala che si trova al di sopra delle macchine stesse. Le informazioni e comandi principali vengono ripetuti nella sala centrale.

In generale tutte le varie parti posseggono un controllo locale, ripetuto in tutto o in parte nella sala centrale. Quest'ultima contiene una serie di armadi formanti

(X) Si propongono l'uso di un sistema televisivo industriale per le sorveglianze eventuali di aree inaccessibili per radiazione.

circa una U, al cui centro si trova il desco centrale di controllo. Vedi allegato n° 3

Gli armadi hanno pannelli anteriori di dimensioni standard 19". Le imballonature dei pannelli sui montanti degli armadi sono coperte da calandre verticali in lamiera a sezioni di U, le quali sporgono abbastanza dal piano dei pannelli da proteggere le manopole e bottoni che vi si trovino contro inavvertiti urti. Colore dei pannelli verde pisello chiaro. Vernice liscia opaca.

Sul terzo superiore dei pannelli sono riportati schemi sinottici delle macchine controllate. Tali schemi sono realizzati con materiale della ditta "Mors" il cui catalogo è stato consegnato all'Ing. Amman. Per es. lo schema sinottico del vuoto in ciambella è realizzato con tre colori di luci che indicano il grado di vuoto nelle diverse parti.

I rimanenti due terzi dei pannelli sono riservati ai relais e servomeccanismi di controllo.

Un terzo circa dell'area dei pannelli, estremità destra, è riservata a informazioni relative al fascio e sua utilizzazione sperimentale.

In più punti dell'edificio sono locati arresti di emergenza costituiti da grossi pulsanti che dopo premuti devono venire ricaricati con chiave per le rimesse in operazione (costruzione Telemecanique Electrique).

Per controllare le radiazioni pensano di impiegare sei stazioni standard di misura, delle quali tre fisse e tre mobili. Ciascuna stazione comporta un misuratore di intensità gamma, uno di neutroni lenti, uno di neutroni veloci.

1 - 5 Irraggiamento campioni nostra ciambella. (Mr. Fisher).

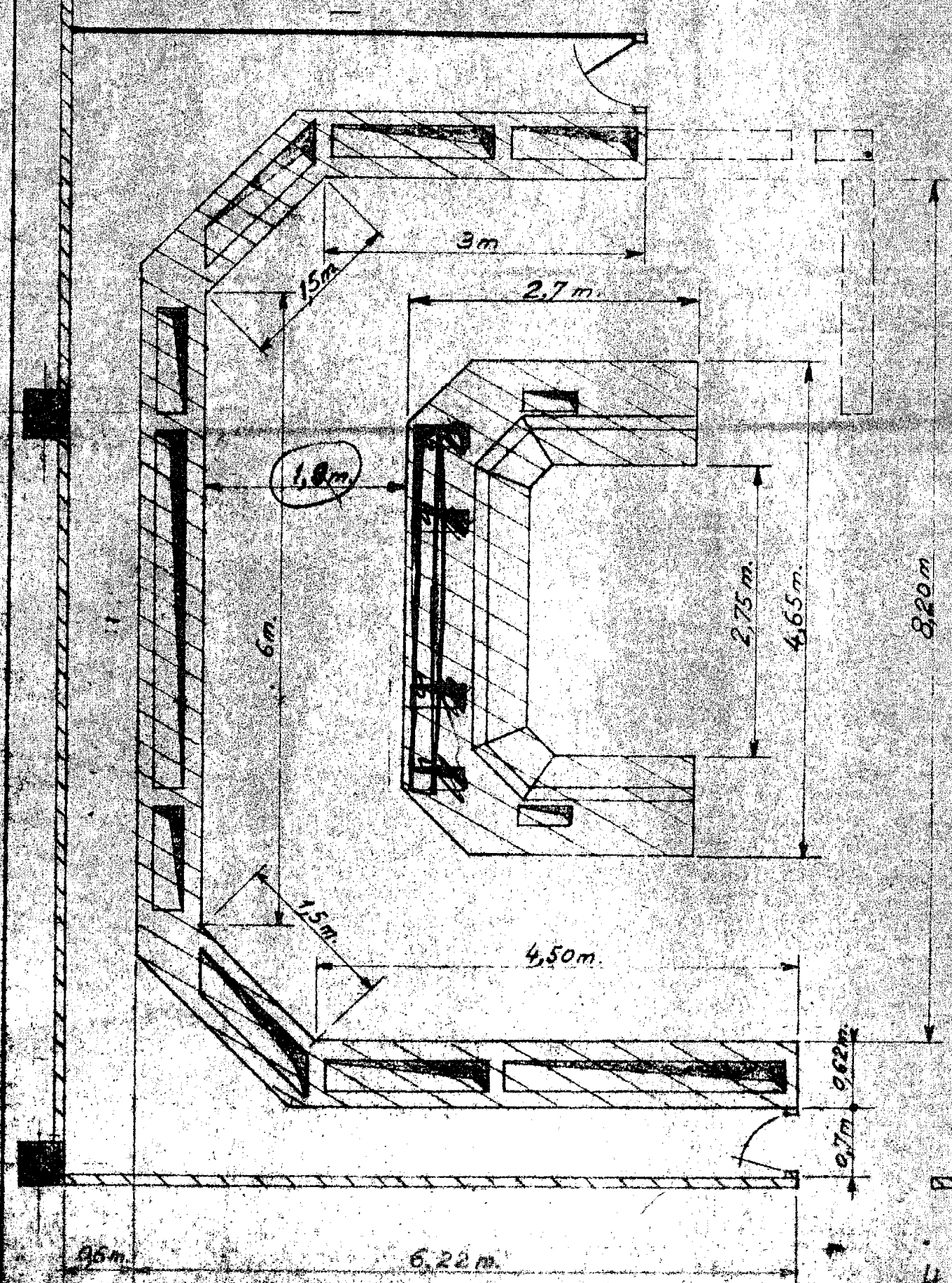
Non sembra possibile irraggiare con neutroni i campioni di ciambella entro le pile poichè la temperatura è di $60 \pm 70^\circ \text{C}$ quindi superiore a quelle tollerate dalla araldite.

Hanno una sorgente di cobalto che emette gamma intorno a 1,2 MeV della forza di 80.000 Roentgen/h.

L'acceleratore lineare da 2 MeV non è ancora disponibile per l'irraggiamento.

Attendono da noi comunicazioni su ciò che debbono fare dei 4 campioni che sono stati lasciati presso di loro.

Allegato 3°



9.6m.

6.22m.

INCUMBENTINT DU TABLEAU ET DU PUPITRE DE L'ANCHER

Sezione 2 - Notizie provenienti dalla visita ai laboratori del CERN.

2 - 1 Allestimento edificio e servizi (Mr. Resegotti).

Una parte della sala esperienze del Proto Sincrotrone (PS) è allestita, con distribuzione dei servizi.

I servizi sono distribuiti attraverso una grossa canaletta che corre lungo i lati della sala. Questa canaletta contiene tra l'altro i cavi per l'alimentazione di 10 quadri secondari disposti nella sala.

Ciascun quadro è costituito da un armadio metallico chiuso da due portelli con chiave. E' dotato di un interruttore generale a leva, e da diversi interruttori a pulsante. Porta tre strumenti, probabilmente amperometri sulle tre fasi. Ogni quadro distribuisce la 3-fase e la monofase a un sistema di cavi che corrono entro canalette le quali attraversano la sala. A distanza di circa 4 metri lungo tali cavi sono predisposte scatole per le derivazioni di potenza mediante gruppo di prese a spina. Da tali prese si derivano, per l'alimentazione minuta di strumenti, quadretti secondari volanti con prese multiple in parallelo.

E' distribuita la trifase a 380 Volt e la monofase a 220 Volt. Non è prevista una distribuzione centrale della continua.

Prevedono di usare alimentatori da 400 mA in tampone su batterie.

Tutte le canalette sono coperte con masselli di cemento armato fatti per resistere alla stessa pressione degli altri punti del pavimento.

Il pavimento, di colore verde, è di DURATEX e presenta notevoli graffiature sotto una pesante porta in legno.

Una parte della sala è attualmente occupata da una costruzione provvisoria che alloggia macchine rotanti per l'alimentazione di un primo pezzo del magnete.

Tale costruzione, studiata per diminuire al minimo il rumore verso l'esterno, è costituita da montanti metallici a doppio T tra i quali sono incastrati blocchi di gesso di 8 cm di spessore e dimensioni circa 50 x 30 cm². Nella parte interna una serie di tapparelle di materiale legnoso rivestita con vernice ignifuga evita la riverberazione del suono.

2 - 2 Problemi radio frequenza, e cavità. Ottica della particelle. (Prof. Schmelzer)

Il sistema Radio Frequenza per il Proto Sincrotrone è sostanzialmente come descritto nel Meeting del Giugno 1956. Hanno trovato che il sistema di controllo delle

frequenze, mediante l'uso dell'effetto Hall per avere il valore di B, è riproducibile meglio che a 1/1000. Hanno un complicato sistema di controllo di fase (vedi più avanti relazione PEGlist o Alberigi).

Schmelzer ha studiato e realizzato una macchina elettronica analitica per lo studio delle oscillazioni di fase. Ci è stato consegnato un report su tale argomento che attualmente è in istudio presso il nostro gruppo teorico (C. Bernardini).

Si sono discussi con Schmelzer i diversi metodi per evitare il multipacting, problema al quale loro per ora non sembrano pensare. Oltre alla soluzione convenzionale mediante l'uso di una polarizzazione continua, sono stati considerati altri metodi. Per es. polarizzazione continua attenuata mediante raddrizzatore inserito nella cavità (autopolarizzazione); distorsione delle orbite degli elettroni responsabili del multipacting mediante campo magnetico continuo; uso di materiali a diverso potenziale di estrazione per gli elettrodi affacciati tra i quali si manifesta l'effetto.

Si sono discussi metodi per la misura del valore di cresta della tensione a RF alla gap della cavità. Suggestivo un metodo indiretto costituito da un tubo di attenuazione (esponenziale) connesso alla cavità, nel quale si misura la distribuzione del campo elettrico con il metodo del glow balls.

2 - 3 Informazioni varie.

Abbiamo avuto un report sulle componenti standard impiegate nel gruppo del P.S.- Sarà oggetto di studio da parte del RAFELE e del CELE.

Ho fatto una breve visita al laboratorio del Sincro Ciclotrone (Ing. Bonaudi, Dr. Fidecaro). Tale macchina è prevista entrare in funzione entro questo anno.

La schermatura sono in cemento appesantito con barite (densità circa 3,5), e dello spessore di 4 metri, con 2 porte mobili costituite da blocchi montati su carrelli telecomandati.

L'edificio delle macchine è collegato da un cunicolo a due piani lungo 100 mt., con l'edificio che contiene le sale di controllo, il controllo esperienze, e i laboratori esperienze. Di tale cunicolo la parte superiore, a giorno, è un corridoio per passo persone, la parte inferiore contiene sui lati due serie di mensole che sostengono vassoi nei quali corrono i cavi di collegamento. Tutti i cavi sono terminanti su una morsettiera di 2 x 10 m circa in un locale sottostante la sala di controllo macchine, e la sala di controllo esperienze.

La sala di controllo macchine e la sala di controllo esperienze sono separate da una doppia vetrata.

La sala di controllo contiene armadi e desco di controllo simili, come struttura, a quelli descritti per Saclay.

Sul desco di controllo gli strumenti sono ridotti a poche unità e così i comandi. Nessun oscillografo in vista.

- I laboratori per l'allestimento esperienze (Fidecaro) si trovano al piano inferiore delle sale di controllo. Un corridoio di circa 2 metri di lunghezza divide due serie di laboratori. Questi sono fatti da una struttura cellulare che si ripete per tutta la lunghezza dell'edificio. Ciascuna cellula di circa $5 \times 5 \text{ m}^2$ può essere divisa dalla vicina mediante pareti di facile montaggio. Queste sono costituite da montanti in ferro a doppio T imbullonate in alto e in basso. Tra questi vengono incastrati blocchi di gesso di circa 10 cm di spessore e dimensioni circa $50 \times 30 \text{ cm}^2$. Tra un blocco e il successivo superiore è inserito un regolo di legno chiaro di circa 4 cm. di altezza. Mediante scatole di distribuzione che corrono sotto il soffitto (meno di 3 metri) ciascuna cellula può essere elettricamente alimentata. Analogamente per gli altri servizi.

- Ho preso contatto con il Sig. Munday che lavora nel laboratorio del Linac, ed è responsabile della ciambella e vuoto. Mi ha consegnato una lettera di risposta alle questioni poste da Corazza circa il leak detector.

Mi ha parlato della difficoltà che hanno per la ciambella del PS, in acciaio inossidabile.

Per passanti metallo - ceramica mi ha consigliato la Ditta "ADVANCED VACUUM PRODUCTS - 430 FAIRFIELD AVE. STAMFORD - CONN. - U.S.A." -

§ 2 - Informazioni raccolte presso il Physikalisches Institut der Universität di Bonn.

La macchina, un elettrosincrotrone da 500 MeV a strong focusing, sarà alloggiata in un edificio, parzialmente sotterraneo adiacente all'Istituto di Fisica. Il basamento circolare di calcestruzzo, di circa 3 metri di diametro è già in opera entro una sala di circa $10 \times 20 \text{ m}^2$. Questa è servita da un piccolo carro ponte da 5 tonnellate. La schermatura è fatta con blocchi di cemento e barite (densità circa 3,5) di dimensioni circa $40 \times 50 \times 60 \text{ cm}^3$. Spigoli rinforzati con angolare di ferro.

- Del magnete, di costruzione Brown Boveri, hanno montato un primo pezzo pari a $1/9$ del totale. La macchina avrà

9 sezioni diritte, di cui 6 occupate da cavità risonanti.

In questo primo pezzo hanno fatto misure magnetiche con bobine rotanti e flussometri. Attendono da noi notizie sull'impiego delle peaking strips (inviare Dr. Althoff).

- L'iniezione a tre MeV sarà fatta mediante Van der Graaf costruita dalla High Voltage Engineering Corporation.

Hanno una Van der Graaf casalinga che lavora stabilmente a 1,5 MeV, con 1 μ A intensità continua, 1 mA intensità per 10 μ s. Il tubo acceleratore è in anelli di vetro incollati a flange di metallo mediante araldite. Non hanno osservato perdite né danni all'araldite negli ultimi 6 mesi di lavoro, benché il vetro sia ingiallito per radiazione nella parte di uscita degli elettroni.

Prevedono una iniezione per un giro usando un inflettore convenzionale seguito da un secondo inflettore a circa 45° entro la ciambella. Quest'ultimo inflettore è previsto per essere pulsato.

Per la Van der Graaf la Ditta costruttrice impiega una pompa a mercurio da 300 litri (vuoto $\sim 10^{-5}$ mm. di Hg). Il catodo della sorgente lo stanno studiando (Dr. Hubert Winkler), ritengono che sia difficile ottenere catodi al boruro di lantanio che siano stabili in emissione. Attendono dal nostro gruppo iniettore la maggiore quantità possibile di informazioni su iniettore, deflettore e catodi sorgente.

Per controllare la tensione di iniezione pensano di inviare un breve impulso di controllo 20 μ s prima dell'impulso principale di iniezione. In tale breve tempo la tensione dell'iniettore non può apprezzabilmente cambiare data la capacità di circa 100 pF dell'elettrodo ad A.T.

- Hanno una ciambella in porcellana costruita dalla:

STAATLICHE PORZELLAN MANIFAKTUR - SELB.

ha dimensioni interne ellittiche di circa 3,5 x 8 cm², spessore 5 mm. Rivestimento interno vetrificato, e metallizzato con Sn Cl a 400° C.

Hanno anche una ciambella di Pyrex fabbricata dalla SCHOTT di JENA, spessore 3 mm., dimensioni circa quelle dell'altra.

Usano per il vuoto 6 pompe da 100 litri della Leybolds, e due pompe rotative.

I fornelli delle pompe possono venire bruscamente raffreddati da circolazione di acque in caso di emergenza.

Usano leak detector a freon.

- La radio frequenza a cavità risonanti è descritta nelle tesi del Signor Otto Gildemeister di cui ho una copia.

Debbono raggiungere 2500 Volt di picco a Radio Frequenza in ogni cavità. Ciò è ottenuto alimentando con accoppiamento diretto ciascuna cavità con un push-pull di due valvole tetrodi Eimac 4 x 150⁰ A da 150 Watt ciascuno, alimentati con 1,25 kV di anodica. Frequenza circa 170 Mc/s.

Modulazione di frequenza 1%, con oscillatore centrale modulato con tubo a reattanza. Questo oscillatore alimenta gli amplificatori delle varie cavità in parallelo. Quanto alle fasi nulla è previsto per la loro regolazione dinamica.

- E' forse possibile fare prove di irraggiamento di campioni di araldite della nostra ciambella usando la piccola Van der Graaf. Questo può dare 1,5 MeV con intensità tra 10 μ A a 0,1 μ A continua.

Parte 2° (Alessandro Alberigi)

Sezione 1 - Notizie provenienti dalla visita a Saclay :

Il programma per la ricerca e il controllo del fascio del Proto Sincrotrone di Saclay si basa su due soli tipi di strumenti:

- 1) Elettrodi raccoglitori (pozzi di Faraday) che nel seguito indicheremo con E.R.
- 2) Elettrodi a induzioni (o elettrodi pick-up) che nel seguito indicheremo con E.I.

Gli elettrodi di cui a 1) e 2) sono stati soltanto progettati e di alcuni sono già stati eseguiti i disegni costruttivi definitivi. Sono state altresì compiute alcune prove preliminari su modelli di E.I. - Sono in costruzione le apparecchiature elettroniche relative. Per uno studio più completo degli E.I. è stato ordinato a una ditta privata un dispositivo capace di fornire un fascio ben collimato di elettroni di energia cinetica pari a 50 KeV equivalenti, per quanto riguarda gli effetti su gli E.I. a protoni di energia cinetica pari a 100 MeV.

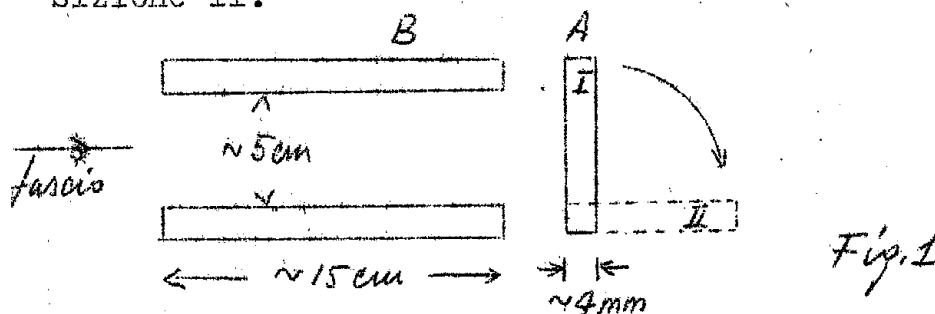
E' stato altresì ordinato ad una ditta privata un dispositivo elettrostatico per pulsare il fascio (chopper) da interporre fra l'iniettore e il deflettore.

Del programma di ricerca e controllo del fascio si sono occupati principalmente i signori Tajeb e Rommel con l'aiuto di alcuni tecnici.

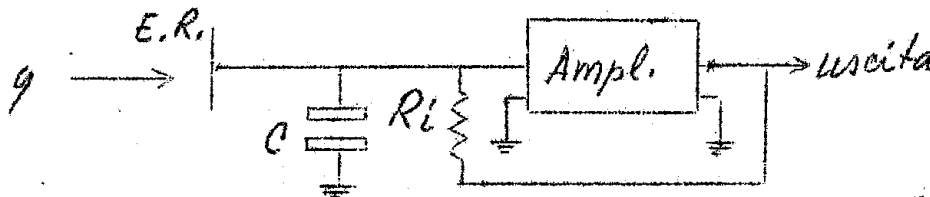
1 - 1 Informazioni du E.R.

Per quanto riguarda gli E.R. sono stati progettati i seguenti tipi:

a) La sezione dell'elettrodo è mostrata in fig. 1. Si tratta di un cilindro di tantalio le cui dimensioni approssimative sono mostrate in fig. e il cui fondo A è ruotabile come è indicato in fig. dalla posizione I alla posizione II.



In condizioni normali di funzionamento il fondo del cilindro è in posizione I e raccoglie il fascio di protoni che entrano nel cilindretto secondo l'indicazione in figura. - La parte A di questo elettrodo è collegata direttamente per mezzo di m. 2 di cavo Transradio ad un amplificatore il cui ingresso è posto a terra per mezzo di una resistenza R_i . L'impulso di tensione in uscita dell'amplificatore è proporzionale alla corrente passante in R_i . Lo schema di principio del dispositivo elettronico è mostrato in fig. 2: C è dell'ordine di 200 - 300 pf. (cavo compreso).



Gli amplificatori sono stati progettati in due versioni:
ni : $R_i = 10 \text{ K}$ (tempo di salita $T_s \approx 0,2 \text{ s}$)
 $R_i = 1 \text{ M}$ (" " " $T_s \approx 0,5 \text{ s}$)

La resistenza equivalente attraverso cui si scarica E.R. è notevolmente ridotta dalla reazione ed è quindi possibile ottenere in impulsi il cui tempo di salita non è molto superiore al tempo proprio dell'amplificatore. Le due versioni dell'amplificatore sono state previste perchè

in taluni casi (come vedremo) è previsto di lavorare con un fascio poco intenso ($1 \mu\text{A}$) (e allora si impiegano gli amplificatori con $R_i = 1 \text{ M}$) e in altri casi con il fascio di normale intensità (1mA) (e allora si impiegano amplificatori con $R_i = 10 \text{ K}$).

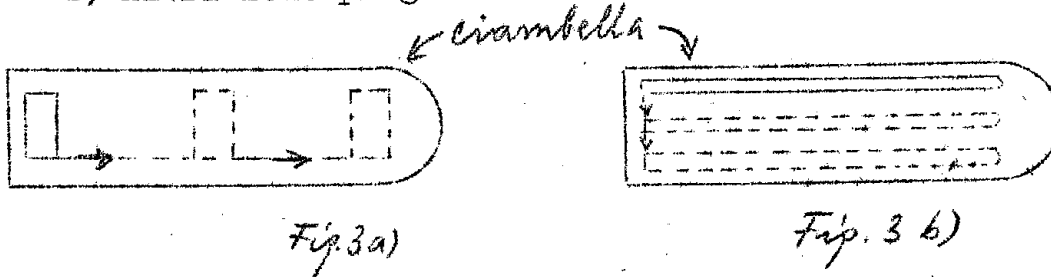
Per questi amplificatori conviene quindi parlare più propriamente di trasconduttanza G , piuttosto che di guadagno. Riassumendo essi hanno le seguenti caratteristiche:

$$\begin{array}{lll} R_i = 10 \text{ K} & T_s \simeq 0,2 \mu\text{s} & G = 20 \text{ Volt}/1\text{mA} \\ R_i = 1 \text{ M} & T_s \simeq 0,5 \mu\text{s} & G = 20 \text{ Volt}/1\mu\text{A} \end{array}$$

La parte B di questo tipo di E.R. viene mantenuta ad una tensione negativa rispetto alla parte A per impedire la fuga da quest'ultimo di elettroni estratti dai protoni incidenti.

La parte A è progettata mobile per consentire la possibilità di usare questo dispositivo anche come E.I. Quando infatti A si trova nella posizione II la parte B può essere impiegata per raccogliere l'impulso di tensione prodotto da protoni che attraversino il cilindretto in senso assiale.

b) Altri E.R. progettati sono mostrati in fig. 3 a) e b):



La direzione del fascio è normale al piano del disegno. Gli elettrodi spostabili nei sensi indicati in figura permettono un sondaggio di quasi tutta la sezione della ciambella e sono manovrabili dall'esterno sotto vuoto. Dalla intersezioni delle posizioni per cui tali elettrodi raccolgono cariche è possibile determinare la posizione del fascio.

Con queste coppie di elettrodi (due coppie per quadrante) si pensa di fare la prima parte di ricerca del fascio e messa a punto del magnete e delle bobine di correzione.

Questo lavoro è stato in genere compiuto in altre macchine con l'impiego di bandierine fluorescenti, che non verranno impiegate a Saclay per il timore che sostanze fluorescenti possano staccarsi dalle bandierine e spargersi nella ciambella.

Gli elettrodi E.R. del tipo a) sono posti in numero di circa 8 lungo la parete esterna della ciambella e sul retro del deflettore. Vi è inoltre un E.R. a) spostabile dall'esterno della ciambella in modo da poter raccogliere

tutto il beam all'uscita del deflettore. Gli impieghi previsti per tali elettrodi sono i seguenti:

- I) Studio delle oscillazioni di betatrone.
- II) Controllo del rendimento del deflettore.
- III) Comando iniettore.
- IV) Comando radiofrequenza.

Mentre gli impieghi I e II riguardano la messa a punto della macchina, gli impieghi III e IV pilotano la macchina in condizioni normali di funzionamento.

Vi è da notare l'interessante metodo di messa a punto del deflettore. Tra l'iniettore e il deflettore è posto un E.I. cilindrico, attraversato dal fascio lungo l'asse, e che, opportunamente tarato, fornisce un'informazione sul numero totale di protoni emessi dall'iniettore. Tale informazione viene confrontata con quella fornita dall'E.R. a) posto alla uscita del deflettore e si agguinzano i parametri del deflettore in modo che la frazione di protoni trasmessi attraverso il deflettore sia massima.

Per quanto riguarda gli impieghi III) e IV) le cose procedono nel seguente modo.

All'inizio di un ciclo di funzionamento della macchina la corrente dell'iniettore viene mantenuta ad un livello molto basso (1 mA). Il fascio viene iniettato e quando è prossimo a circolare sull'orbita stabile esso va ad incidere su un E.R. a) posto sulla parete esterna della ciambella nel IV quadrante. Il segnale fornito da tale E.R. a), amplificato da un amplificatore ($R_i = 1M; T_s \approx 0,5 \mu s; G = \frac{20 \text{ Volt}}{1 \mu a}$)

comanda l'iniettore e ne porta la corrente a 1 mA. Quando il fascio, ora assai più intenso, incide su un E.R. a) posto accanto al precedente ma in posizione più interna nella ciambella, il segnale prodotto da questo secondo E.R. a) comanda l'accensione della R.F.

Questo procedimento è stato adottato perchè presenta il vantaggio che il comando della R.F. risulta assai preciso nel tempo data la maggiore rapidità del secondo elettrodo E.R. a) il quale essendo investito dal fascio quando questo ha una intensità più elevata, può essere collegato ad un amplificatore ($R_i = 10 K, T_s \approx 0,2 \mu a, G = \frac{20 \text{ volt}}{1 \mu a}$) con breve tempo di salita.

Questo secondo E.R. a) viene anche impiegato quando si voglia usare il fascio pulsato (durata impulso 1 μs). Corrispondente al segnale in questo elettrodo viene allora comandato il chopper che interrompe il flusso del fascio e dopo un tempo regolabile a piacere lo lascia passare per 1 μs .

Per quanto riguarda gli E.I., oltre agli impieghi già precedentemente menzionati è previsto di porre in una sezione diritta 2 coppie di E.I. per misurare rispettivamente gli spostamenti radiali e verticali del fascio e inoltre

un elettrodo per valutare l'intensità totale del fascio. Tali E.I. verranno costruiti in ottone e la loro forma è praticamente uguale agli E.I. già noti nella letteratura. Gli elettrodi a induzione saranno circondati da uno schermo e verranno collegati ad un cathode-follower come mostrato in figura 4 per ridurre l'effetto della capacità verso massa. L'uscita del cathode-follower verrà poi connessa ad un amplificatore con reazione di guadagno $G = 10^3$ e tempo di salita $T_s \leq 0,5 \mu s$.

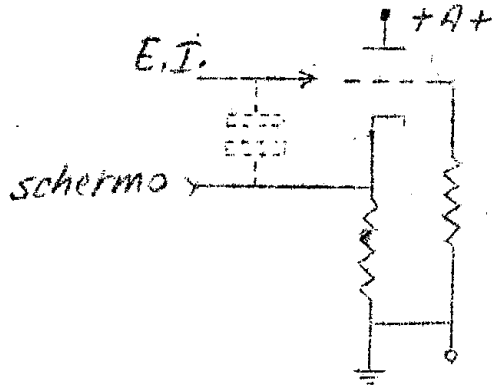


Fig. 4

1 - 2 Informazioni sul controllo.

Per quanto riguarda lo schema generale del controllo per la modulazione di frequenza esso è mostrato in schema di principio in fig. 5

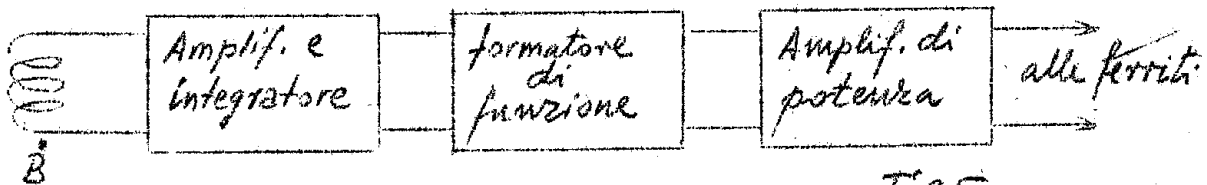


Fig. 5

Il suo principio di funzionamento non è quindi diverso, a parte le particolarità dovute al differente tipo di macchina, dal nostro controllo di frequenza. Per lo sgancio dell'integratore e il confronto tra i valori della frequenza e i valori del campo non vengono usate peaker ma risonanze elettroniche. L'andamento della frequenza durante il ciclo di accelerazione viene osservato mediante un misuratore di frequenza Hewlett & Packard costituito essenzialmente da un circuito demoltiplicatore rapido (10 Mc).

Per quanto riguarda la tensione acceleratrice dell'iniettore essa viene corretta per lente variazioni nel seguente modo. Nel deflettore, in un punto in cui il fascio ha una sezione assai piccola esso viene fatto passare in una fenditura tra due E.R. Quando varia la tensione dell'iniettore

il fascio tende a spostarsi verso uno o l'altro di tali elettrodi. I segnali che così si ottengono su gli E.R. quando questi cominciano a raccogliere protoni del fascio, vengono utilizzati, attraverso una opportuna catena di reazione, a correggere la tensione acceleratrice dell'iniettore riportando il fascio al centro della fenditura.

E' inoltre previsto di compensare la diminuzione pressochè lineare della tensione acceleratrice dell'iniettore durante l'iniezione, aggiungendo in uscita all'iniettore un ulteriore stadio di accelerazione la cui tensione cresce durante l'iniezione fino a qualche decina di Kwolt.

Parte 3° (Mario Puglisi)

Sezione 1 - Notizie provenienti dalla visita a Saclay.

Descrizione dell'impianto acceleratore di particelle a Saclay (Realizzato Dr. Pottier).

Il problema posto e risolto è quello di ottenere particelle accelerate con un ddp di qualche KeV. A questo scopo hanno costruito una cavità risonante abbastanza simile a quella dell'impianto di accelerazione finale del Sincrotrone Italiano.

Trattandosi di un acceleratore che accelera le particelle con un solo passaggio non ci sono problemi di frequenza e di stabilità di frequenza se non quelli imposti dal tempo di transito delle particelle nella gap acceleratrice.

Pertanto la cavità risonante è alimentata da un unico auto oscillatore a 50 MHz.

Cominciamo col descrivere la cavità risonante.

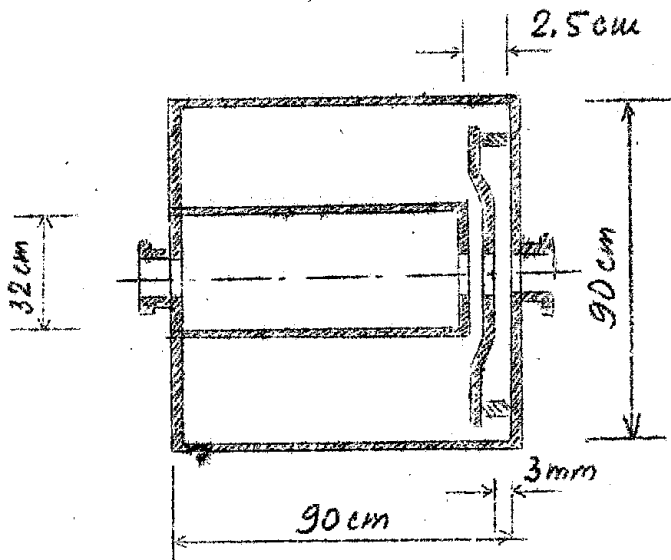


FIG. 1

Tutto il risuonatore è costruito per funzionare sotto vuoto, e pertanto è formato di spessa lastra di ferro rullato. La cavità è divisa in due parti: la parte centrale e il coperchio come in figura 2. Tutti i giunti sono saldati con saldatura forte; e successivamente tutte le parti interne della cavità sono ramate con ramatura profonda ottenuta per via elettrolitica.

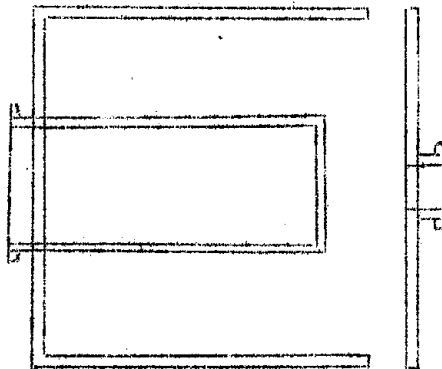


FIG. 2

La ramatura dei punti saldati, poichè poco accessibile con la ramatura convenzionale è stata ottenuta con un elettrodo a pennello portato direttamente a contatto con le parti da ramare.

Lo spessore di ramatura non è uniforme ma comunque dell'ordine di 10^{-5} metri, cioè paragonabile con lo spessore di penetrazione del campo.

Il coperchio della cavità risonante deve fare bene contatto con il rimanente della cavità.

Questo è stato uno dei problemi più gravi per la cavità risonante; è stato provato il contatto con dita di rame e con risalti di materiale conduttore e si è trovato che questi sistemi non andavano bene. Il sistema che ha risolto il problema è quello indicato nella figura 3.

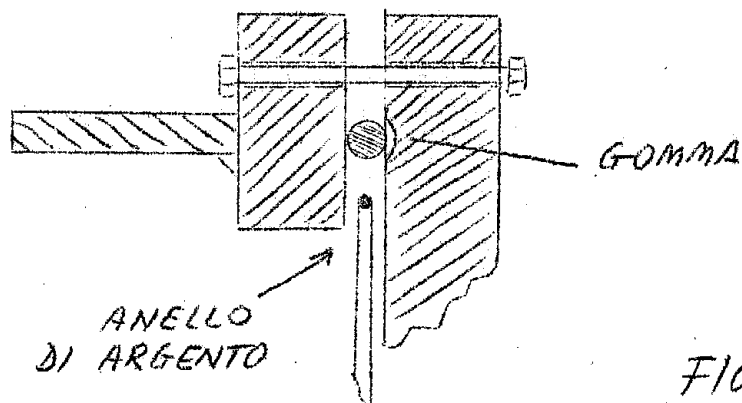


FIG. 3

Il coperchio fa la tenuta a mezzo di una guarnizione di gomma posta in una scanalatura adatta mentre il contatto è assicurato da un filo di argento di un millimetro di diametro serrato fino a deformarlo tra il coperchio e lo scatolo: la posizione del filo non è critica. Aprendo e chiudendo la cavità il filo può essere riadoperato.

Con questo sistema il contatto è buono e il fattore di merito misurato è circa 18000 mentre 20000 è quello calcolato.

Si spiegano questi alti fattori di merito con il fatto che in cavità non è introdotto alcun dielettrico e che non vi sono soluzioni di continuità per le correnti.

Hanno dato grande importanza al problema del multipacting che per loro insorge verso i 2000 - 3000 Volt. (2,5 cm di gap e 50 MHz).

Per evitarlo hanno posto un piatto attraverso il gap, notevolmente spostato verso il coperchio, e sorretto da quattro puntelli in steatite.

Questo piatto è ramato e sagomato in modo da perturbare il campo elettrico il meno possibile, vale a dire in modo da tagliare le linee di forza il più ortogonalmente possibile rispetto alle condizioni senza piatto. Ciò non ostante il Q misurato della cavità si abbassa notevolmente scendendo verso i 10.000 senza modificare apprezzabilmente la frequenza di risonanza della cavità stessa.

La eccitazione della cavità è attuata mediante una spira posta nella zona "corrente" del campo a RF come in figura 4 di dimensioni tali da adattare l'impedenza del risuonatore sui 60Ω del cavo di alimentazione (150 Kw di picco per tensioni verso i 300.000 V di -cresta).

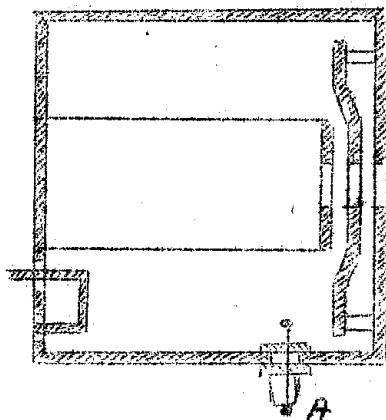


FIG. 4

La tensione al gap viene misurata leggendo la tensione che si localizza all'estremo dell'antenna A.

che viene tarata misurando con un voltmetro a valvola la tensione al gap della cavità a bassa tensione (2000 V) e si fidano della estrapolazione fino a 200.000 Volt. Questa misura è confermata dalla energia delle particelle accelerate dedotta dalla energia massima dei γ emessi.

Hanno accoppiamenti parassiti tra la spina di eccitazione e l'antenna in condizioni di mismatch di impedenza. Il circuito è disegnato in figura 5.

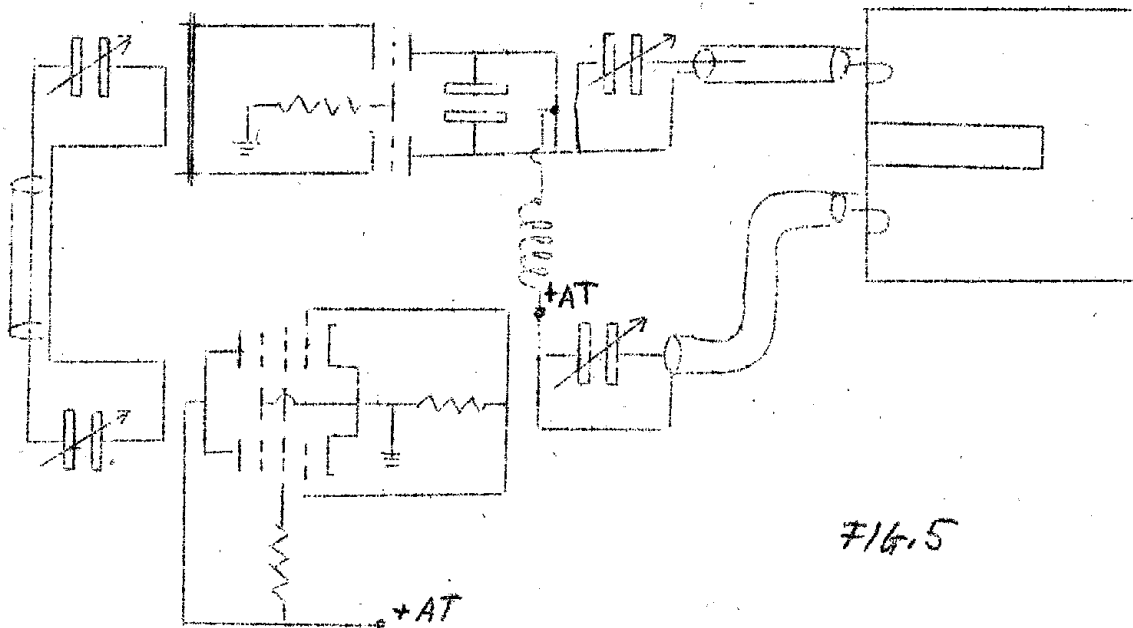


Fig. 5

Si ha cioè un grosso push-pull formato da due 889-R raffreddate ad aria che è pilotato da un push-pull formato da un doppio pentodo di potenza di tipo P-2-600 S.F.R. che prende il segnale pilota dalla cavità risonante, si realizza così un auto oscillatore con reazioni regolabile che consente rapidi rise-time ($50 \mu s$) con ottimo adattamento di impedenza.

Tutto il circuito è a costanti semi-concentrate. Uno schizzo del montaggio delle valvole finali è dato in fig. 6

Tutto l'amplificatore è montato in una gabbia metallica a scopo di schermo e di protezione.

La modulazione è anodica a impulsi ottenuti con una linea artificiale a costanti concentrate che può fornire impulsi fino a 500 KW di potenza.

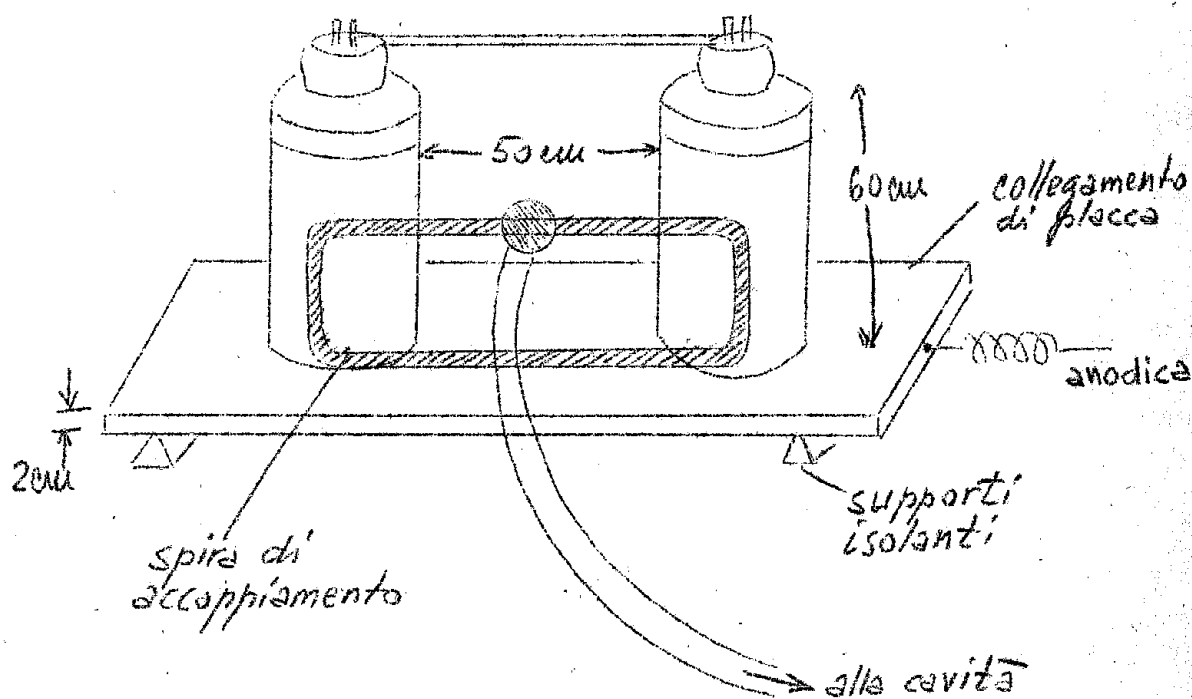


FIG. 6

NOTE sul sistema RF del Proto Sincrotrone.

L'impianto R.F. del P.S. è assai simile a quello del CERN già descritto. Qui però hanno una sola cavità risonante. Lavorano e circa 2200 V di picco con fase sincrona $\gamma = 30^\circ$.

L'amplificatore è a larga banda e lavora da 750 KHz a 8,5 MHz, con il punto a 3 alba a 10 MHz, è formato da stadi in push-pull che lavorano tutti in classe A₂ come per il CERN e con le stesse valvole finali.

Tutto l'amplificatore assorbe circa 16 kW dovrà poter fornire circa 2500 Volt con rise time di 10 μ s.

E' attualmente in costruzione e sarà provata insieme alla cavità tra un mese o poco più.

La cavità è accordata con doppio sistema: poichè ritengono impossibile di fare tutto l'accordo con le sole ferriti hanno previsto un condensatore variabile in parallelo alla gap della cavità con il quale possono variare la frequenza di un fattore circa 3 e con la ferrite fanno il resto.

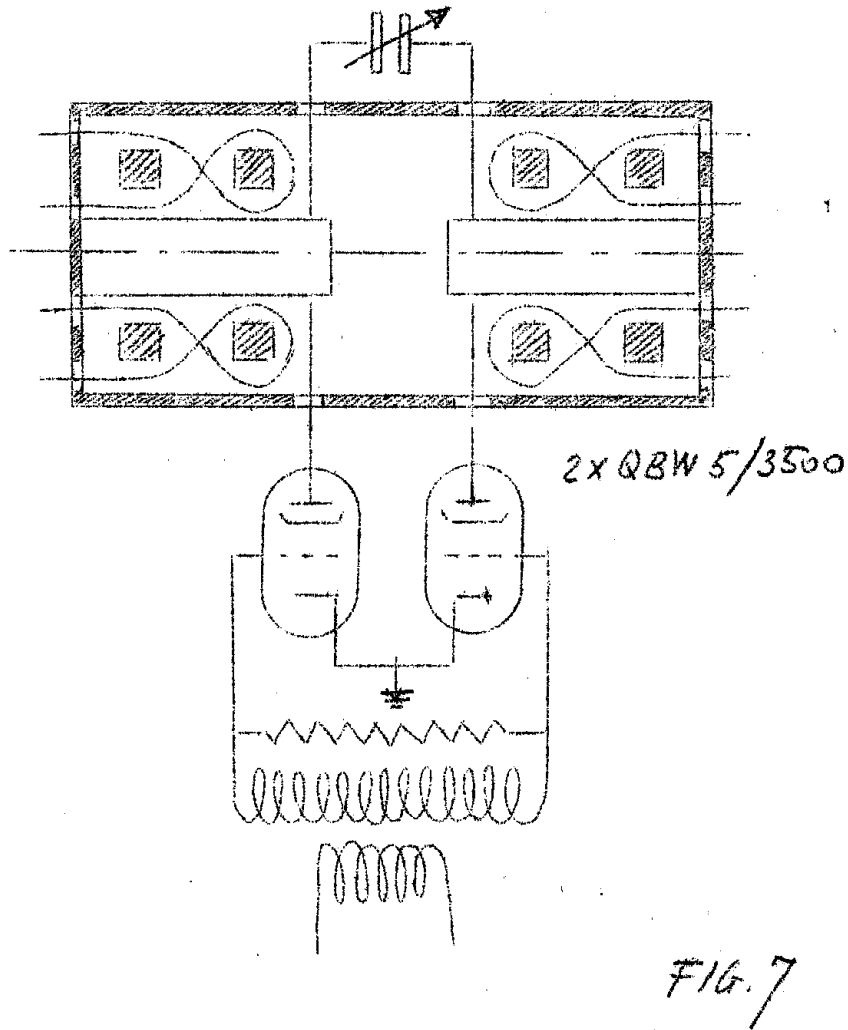
Le ferriti sono saturate a mezzo di un amplificatore in continua e il condensatore è mosso da un servo-mecanismo. Attualmente sono allo studio due metodi per variare la capacità del condensatore; il primo già realizzato consiste nel far ruotare l'asse del condensatore variabile; l'altro attualmente allo studio fa variare la capacità del condensatore spostando parallelamente a se

stessa una delle armature.

L'accordo esatto della cavità sulla frequenza di funzionamento è sempre ottenuto a mezzo del dispositivo di centro-reazione comandato da un discriminatore di fase.

Trovano particolarmente buone le ferriti prodotte dalla compagnia "Lignes Telegraphiques Telefonics" (49 Rue de la Faesandrie PARIS) del tipo 11.4 + 11.5.

Lo schema elettrico della cavità risonante è quello riportato in figura 7.



Per il servo meccanismo del condensatore variabile pensano di usare amplificatori a transistor di semplice e sicuro funzionamento per grandi correnti e basse tensioni. Lo schema effettivo di uno di questi amplificatori è quello di fig. 8

...

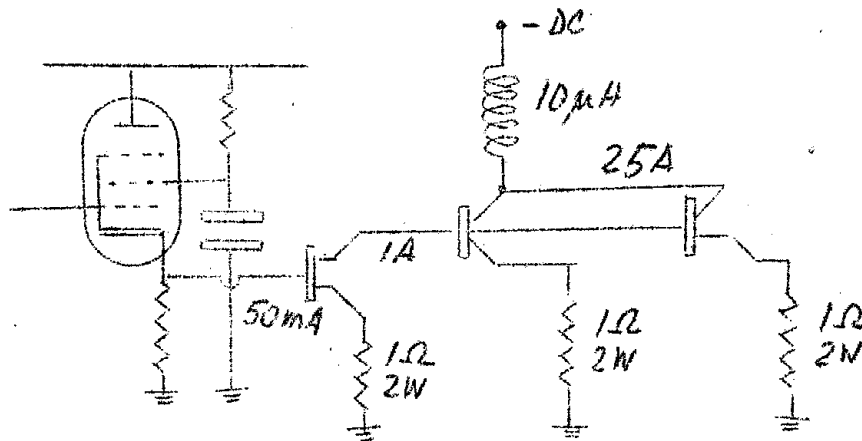


FIG. 8

I transistor adoperati sono quelli della compagnia generale "De Telegraphie sans Fil" (79 Boulevard Haussman Paris) e sono del tipo I.J.M. 300 con 4 KHz di frequenza di taglio a 3 alb e 50 volt al collettore.

Attendono di provare i transistor della "DELCO-RADIO" che vanno fino a 400 KHz con 10 Amp di corrente per pezzo con temperatura di lavoro fino a 150°.

Sezione 2 - Notizie provenienti dalla visita ai laboratori del CERN

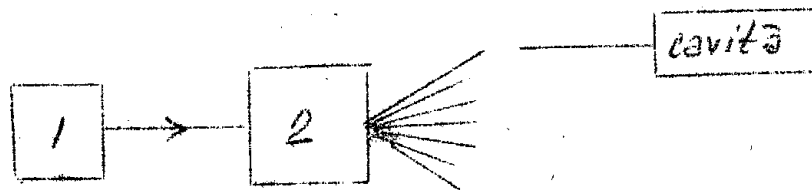
Impianto RF. del CERN

L'impianto di accelerazione del P.S. del CERN è composto da 16 cavità risonanti. Pensano di cedere circa 50 KV per giro ai protoni e di avere una fase γ attorno a 60° quindi la tensione totale disponibile alle particelle deve essere ~ 100 kV nella impossibilità di fare questa tensione su un circuito a larga banda hanno costruito le 16 cavità ciascuna con circa $1/16$ della tensione totale, che devono lavorare tutte in fase e che sono distribuite simmetricamente in ogni ottante della macchina tranne uno che ne è privo.

Tutte le cavità lavorano sulla 20° armonica e la frequenza passa da 2.86 a 9.55 MHz, la velocità di salita del campo è circa $B = 12000$ Gauss/sec.

La filosofia del sistema a RF. è come risulta dal-

la schena in fig. 9

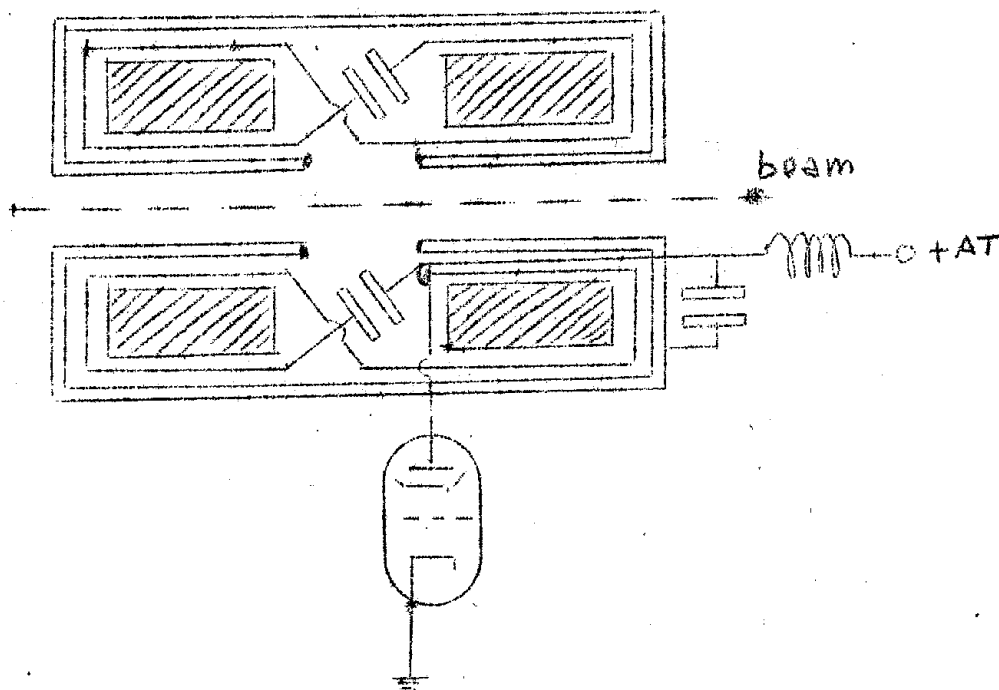


in cui 1 è un generatore a frequenza variabile che produce tutto lo sweep di frequenza, mentre 2 è un amplificatore di distribuzione che eccita tutte e 16 le cavità risonanti.

Come si vedrà meglio in seguito questo amplificatore esce con un push-pull di valvole eguali alla PE 1/100 e raggiunge gli attacchi di 16 cavi ciascuno a massa con circa 100Ω di qui escono i cavi tutti della stessa lunghezza che vanno agli amplificatori posti in cavità.

Ogni gruppo acceleratore consiste di una cavità risonante, di un amplificatore di potenza e del sistema di accordo continuo.

Le cavità risonanti del sistema acceleratore sono costruite secondo il disegno di figura 10



e funzionano come due linee in quarto d'onda caricate con ferrite e alimentate in opposizione di fase cioè

...

non vuol dire che la cavità funziona su mezza lunghezza d'onda che altrimenti le due faccie della gap sarebbero equipotenziali. L'andamento della tensione è quello indicato nella fig. 11.

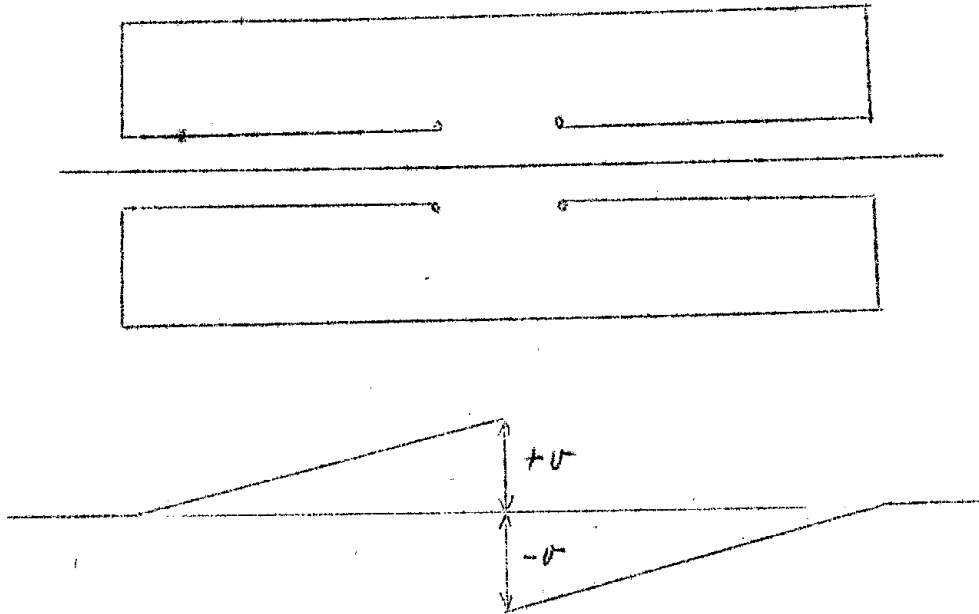


FIG. 11

In questo modo ciascun gruppo lavora come due cavità distinte ciascuna a tensione metà con notevole risparmio di potenza e notevole aumento di dimensioni dell'intero risuonatore.

Per ottenere una eccitazione di questo tipo è necessario collegare in push pull per via "magnetica" le due semi-cavità, ed a ciò provvedono i collegamenti interni disegnati in fig. 2.

Si nota che questi collegamenti sono interrotti da un condensatore che per la RF risulta un by-pass mentre è un circuito praticamente aperto per le tensioni a bassa frequenza che si inducano in questo avvolgimento a causa della magnetizzazione variabile cui sono sottoposte le ferriti per ottenere l'accordo durante il funzionamento.

Malgrado il sistema di accordo continuo queste cavità sono a basso fattore di merito e per di più questo varia durante lo spazzolamento di frequenza $\left\{ \begin{array}{l} Q_{\max} = 40 \\ Q_{\min} = 20 \end{array} \right.$ ciascuna di queste doppie cavità richiede circa 7 kW per l'eccitazione.

Non ci sono dispositivi per la modulazione di ampiezza e la tensione è previsto che rimanga circa costante durante tutto il ciclo.

Parte integrante dei circuiti relativi alla cavità è il sistema di controllo automatico della sintonia della cavità stessa.

Lo schema è riportato nella figura 12.

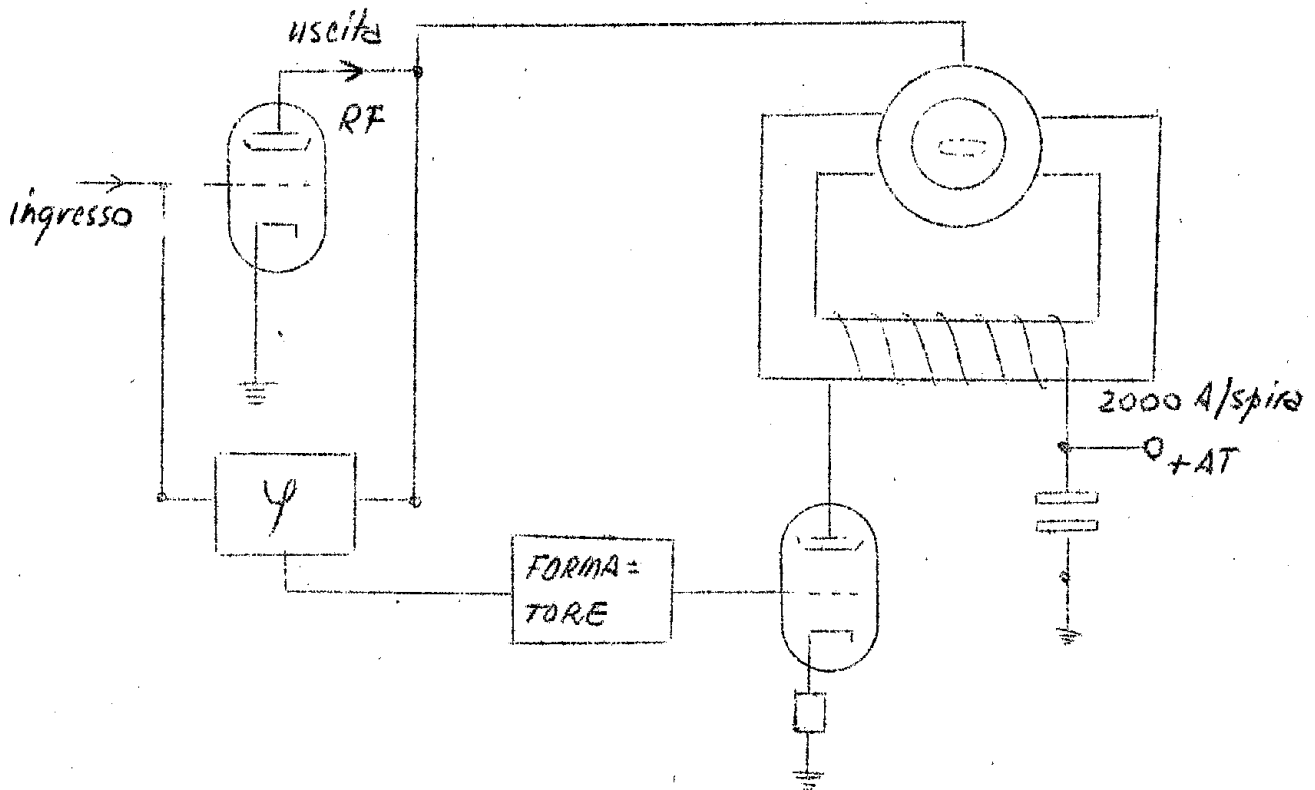


FIG. 12

Il funzionamento è il seguente:

Quando la cavità risonante risulta in accordo per la frequenza di lavoro la tensione a RF di placca e la tensione a RF di griglia della valvola finale devono risultare tra di loro a 180° e la caratteristica di funzionamento della valvola è all'incirca lineare.

Quando la frequenza varia la valvola finale lavora su un carico disaccordato; la caratteristica diventa ellittica e si ha uno sfasamento ulteriore tra placca e griglia.

Premesso che la cavità risonante può essere accordata entro tutto il "range" di frequenza variando la magnetizzazione della ferrite le cose vanno nel modo seguente: Si preleva un segnale di a RF da griglia a placca della valvola finale e si va ad un discriminatore di fase indicato con S che dà segnale zero quando le tensioni sono in apposizione di fase. Questo discriminatore attraverso un formatore di funzione attivo che tiene conto della non linearità del circuito delle ferriti controlla l'amplificatore di corrente che eccita il magnete che satura le ferriti.

...

Le cose sono regolate in modo che quando il discriminatore tende a uscire di zero l'amplificatore di corrente riporta la cavità in accordo.

La curva di risposta del discriminatore è del tipo riportato in figura 13

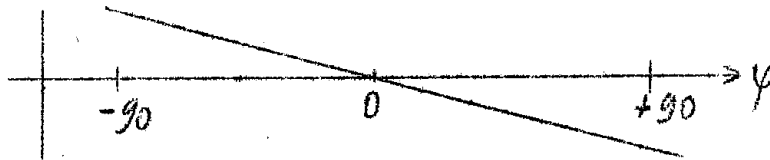


FIG. 13

pertanto l'accordo continuo può avvenire anche se la funzione "programma di frequenza" non è monotona. Con questo sistema il "bias" del magnete che polarizza le ferriti è regolato per la frequenza iniziale; mano mano che la frequenza cresce la cavità si troverebbe sempre più disaccordata ma il circuito di accordo automatico la tiene in basso durante tutto il ciclo.

Questo artificio di accordare la cavità durante lo sweep di frequenza permette di realizzare l'ultimo stadio di amplificazione di tipo "accordato" e quindi con alto rendimento; gli stadi precedenti sono invece costituiti di amplificatori a larga banda che non impiegano circuiti a ferriti e ciò per la seguente ragione:

- Le cavità risonanti da pilotare sono 16, e devono marciare tutti in fase; è necessario quindi che ogni catena amplificatrice di potenza connessa a ciascuna cavità abbia una curva di fase quanto più lineare possibile e comunque uguale per tutti gli amplificatori entro la banda di funzionamento; cosa che non sarebbe possibile realizzare con amplificatori accordati durante lo spazzolamento di frequenza con mezzi meccanici e con ferriti.

Ciascuna delle 16 cavità è alimentata da una catena amplificatrice di potenza con alimentazione propria. Le catene sono tutte uguali e formate ciascuna da 5 stadi e precisamente: due EL 84 una 4 x 300 B e due QBW 5/3500; la 4 x 300 B è praticamente sostituibile con la QB 3/300; la prima EL 84 riceve il segnale di 1 V a RF su cavo da 60 Ω di impedenza e questo segnale proviene dall'amplificatore di distribuzione; esce su 400 Ω e pilota la seconda EL 84 che esce pure su 400 Ω ; le polarizzazioni sono catodiche - 135 Ω . La seconda EL 84 comanda la prima valvola di potenza che è la 4 x 300 B, pure questa esce su 400 Ω e comanda la prefinale che è la prima QBW 5/3500. Questa valvola esce ancora su 400 Ω ; è polarizzata a batteria e comanda la finale che è una valvola dello stesso tipo connessa direttamente

al risuonatore.

Tutte queste valvole; tranne la finale vanno in classe A₂ e l'amplificatore risulta stabile se si usano resistenze smorzatrici sulle placche delle valvole.

La resistenza di carico di ciascuno stadio è posta in serie ad una induttanza regolabile di $\sim 4 \mu\text{H}$ che può risuonare con la capacità di griglia della valvola successiva ad una frequenza poco superiore alla massima di funzionamento.

Tutto l'amplificatore risulta compatto ed è montato col sistema di "plug in units" per avere un facile montaggio e smontaggio ed è largamente sovradimensionato.

Tutte le resistenze sono ad impasto e tutti i condensatori sono ceramici salvo alcuni a mica (blocchi sugli schermi delle valvole di potenza).

Sulla griglia della prima EL 84 arriva anche il segnale per il controllo automatico di volume, e ciò per mantenere costante la tensione al gap della cavità durante la variazione di frequenza malgrado la variazione del Q della cavità stessa.

Il sistema di controllo automatico di volume ha una rise time di 50 μs ed un rapporto di controllo 30:1.

Genericamente parlando si può dire che in questo impianto non vi sono gravi problemi di qualità e resistenza di componenti in quanto la massima frequenza è di $\sim 10 \text{ MHz}$ e la massima tensione in gioco è solo di 4 kV.

Il grave problema della valvola passante è stato risolto per la via classica che in definitiva è risultata dopo molti esperimenti la migliore.

Hanno dedicato molta cura al sovra dimensionamento delle valvole poichè prevedono anche 150 ore di continuo funzionamento della macchina.

Non hanno fatto ancora studi per evitare il multipacting nelle cavità che per altro hanno sotto vuoto solo la parte gap come in figura 14. Tutte le dimensioni sono in mm.

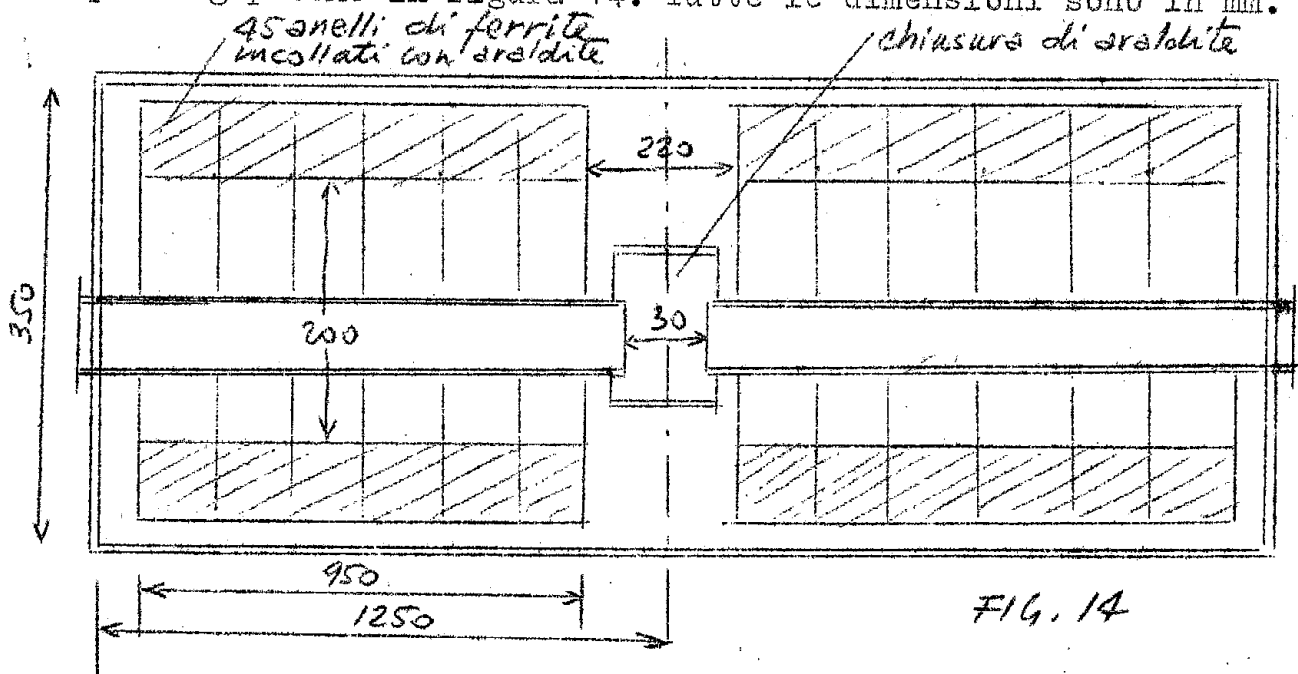


FIG. 14

Parte 4° (Brunello Rispoli)

Sezione 1-Notizie provenienti dalla visita a Saclay

4 - 1 Organizzazione della elettronica.

Il "Commissariat à l'Energie Atomique" ha istituito a Saclay un servizio centrale per l'elettronica, diviso in 4 sezioni:

- 1) electronique physique
- 2) " industrielle
- 3) " special
- 4) mesures électroniques

La 1) sezione si occupa essenzialmente dei rivelatori (scintillatori, fotomoltiplicatori ecc..) e di problemi di dosimetria.

La 2) sezione ha il compito di sviluppare e controllare i prodotti industriali.

La 3) di studiare speciali apparecchiature per la fisica dei reattori e per gli acceleratori di alta energia (per es. discriminatori e coincidenze rapide, ecc..)

La 4) si occupa delle misure elettriche di alta precisione.

Nel reparto centrale di elettronica lavorano circa 230 persone che rappresentano all'incirca il 9,2% dell'intero personale di Saclay; il rapporto tra laureati (fisici ed ingegneri) e tecnici è circa 1:3.

Negli altri reparti, come ad esempio nel "Servizio degli Acceleratori" e nel reparto della Sperimentazione per le alte energie, vi sono ancora dei tecnici elettronici i quali hanno compiti particolari e spesso progettano e provvedono alla esecuzione dei lavori in collaborazione con il Servizio Centrale.

4 - 2 Sperimentazione per la fisica di alta energia.

Il gruppo fa capo a M. Rogozinsky. Non risulta che abbiano ancora seriamente pensato ad effettive esperienze da eseguirsi con l'acceleratore. Il gruppo, articolato in varie sezioni, sta attualmente pensando alla realizzazione della strumentazione generale, riservandosi in seguito di progettare esperienze; in ogni caso per la buona utilizzazione della macchina contano sull'apporto di gruppi esterni a Saclay (Università Francesi e gruppi provenienti dall'estero).

Questo gruppo sta attualmente lavorando alle seguenti apparecchiature:

- 1) Camera a bolle
- 2) Magneti deflettori
- 3) Strumentazione elettronica rapida.

In quest'ultimo campo lavorano tra gli altri i Sig. May, Detouf, Valladas, Melnier. I problemi che stanno attualmente affrontando (non in vista di una particolare esperienza, ma per uso generale) sono i seguenti:

coincidenza a tempo risolutivo di $3 \cdot 10^{-9}$ s
selettore di tempi di volo dell'ordine di $2-3 \cdot 10^{-10}$ s
rivelatori per raggi γ (Cerenkov)
amplificatori distribuiti
discriminatori a finestra con poteri risolutivi di 0,1 μ s.

Si è osservato che le tecniche usate, per quanto raffinate, non sono diverse da quelle attualmente in uso od in progetto nei nostri laboratori; ciò che invece è estremamente diverso è il numero estremamente elevato di apparecchi disponibili per ciascun lavoro; la strumentazione da un lato e l'estrema specializzazione del personale, dall'altro, rende in generale possibile l'esecuzione di un lavoro in tempi piuttosto rapidi e con grande precisione. D'altra parte la presenza del nucleo centrale "Service des constructions électroniques" e l'industria francese permette ai ricercatori di abordare direttamente il problema proposto senza dover occuparsi della costruzione delle apparecchiature standard collaterali ed apparecchiature di controllo.

Le apparecchiature sono in generale costruite dalle ditte francesi o dal servizio centrale, tranne che per oscillografi ed apparecchiature speciali (come oscillatori ad alta frequenza) che sono di provenienza americana (Tektronix).

4 - 3 Elettronica fisica

Particolare interesse presentano i lavori effettuati presso questo gruppo per lo studio dei fotomoltiplicatori e degli scintillatori plastici. Entrambi sono ora prodotti dall'industria francese su prototipi studiati a Saclay.

Allo studio dei fotomoltiplicatori hanno lavorato i Sigg. Bénéoit e Kocchlin ed i tipi di F.M. prodotti industrialmente dalla ditta DARIO - Radio Techniques sono i tipi 51 AVP, 53 AVP di struttura simile ma con diversa sezione di fotocatodi. Il grande ha 44 mm. (2"), ed il piccolo 1,5". Hanno 11 dinodi, tempo di transito dell'ordine di 20-30 ns,

amplificazione dell'ordine di $5-10 \cdot 10^6$, sensibilità di 60-80 A/lumen, tensione di lavoro 1500-1600 V. I prezzi sono lievemente inferiori ai Dumont.

4 - 4 Elettronica industriale.

In questa sezione lavorano 30 persone sotto la direzione del Sig. Doireau. Scopi della sezione sono:

- 1) studio dei prototipi
- 2) sviluppo in serie dei prototipi da parte dell'industria
- 3) collaudo e controllo dei prodotti industriali.

Il lavoro della sezione è passato attraverso tre fasi:

- 1°) fase: studio di prototipi e costruzioni in serie a Saclay
- 2°) fase: studio dei prototipi a Saclay e sviluppo in serie presso le industrie.
- 3°) fase: studio del prototipo e costruzione in serie presso l'industria.

La 2ª fase ha avuto inizio subito dopo la conferenza di Ginevra che ha aperto grandi prospettive all'industria francese.

La 3ª fase è appena all'inizio e presuppone ovviamente che l'industria si sia attrezzata convenientemente con propri laboratori di ricerca.

Da notare che tutti gli apparecchi i cui prototipi sono stati studiati a Saclay, sono di proprietà del Commissariat à l'Energie Atomique. Una volta definito il prototipo viene fatto un appello, in regime concorrenziale alle industrie per lo sviluppo in serie. Viene poi concluso un appalto, non in esclusiva, per la costruzione in serie; l'industria fabbrica su "licenza" del Commissariat à l'Energie Atomique. Presso Saclay vi è un apposito "Sèrvice de Brevets" diretto dal Sig. Boulinier.

Nel caso che il prototipo industriale venga direttamente studiato dall'industria, le spese di prototipo sono sostenute dal Commissariat à l'Energie Atomique; anche in tal caso il CEA procederà ad una gara e darà in licenza la costruzione in serie ad una ditta che può essere anche diversa da quella che ha studiato il prototipo. I prezzi vengono fissati dal CEA ed il controllo degli apparecchi è riservato al CEA.

La ditta costruttrice può naturalmente vendere a terzi, ma è tenuta in questo caso a pagare al CEA una quota del 5% nel prezzo di vendita.

Il CEA può, su richiesta del CNRN concedere ad una industria italiana di una licenza di apparecchio del CEA.

Un tal caso non si è mai presentato, ma è in linea di principio possibile ottenerlo.

La mole di lavoro fatta dalla Sezione è veramente imponente: si può facilmente vedere che in pochi anni la Francia si è potuta assicurare una quasi totale indipendenza (nel campo delle apparecchiature elettroniche) dall'estero; un elenco completo della produzione industriale francese su prototipi di Saclay mi è stato fornito. Esso comprende i principali apparecchi necessari per la sperimentazione in fisica nucleare.

Infine la sezione industriale ha il compito di controllare e studiare gli apparecchi di progetto ed esecuzione industriale. Tale apparecchi possono essere "agrès" dal CEA e come tali raccomandati ed inseriti negli standards nazionali.

Sezione 2 - Notizie provenienti dalla visita ai laboratori del CERN

-Organizzazione della Elettronica.

Anche al CERN vi è un reparto centrale di Elettronica diretto da Von Dardell e costituito da 15 persone circa.

Il rapporto tra laureati, tecnici ed operai è di 1:3:3 press'a poco come a Saclay.

La strumentazione è imponente, forse anche eccessiva. Finora il gruppo di elettronica ha vissuto pressochè isolato ed ha studiato problemi di elettronica di alta classe (elettronica rapida, controlli e servomeccanismi) ed ha anche costruito gli apparecchi richiesti dai gruppi S.T.S. che lavorano in raggi cosmici.

Una tale organizzazione è stata fortemente criticata ed ha provocato una specie di frattura tra gli "elettronici centrali" ed i gruppi di ricercatori. Ora si è in fase di riorganizzazione della elettronica centrale nel senso di una maggior connessione con i gruppi di ricerche.

Questa connessione viene ottenuta con l'inserzione temporanea dei ricercatori nel gruppo di elettronica per la preparazione delle esperienze e viceversa, distaccando gli elettronici presso i gruppi di ricercatori.

I problemi attualmente in studio sono:

- demoltiplicatori rapidi
- analizzatori di ampiezza multicanali
- elettronica rapida in genere
- dispositivi di conteggio automatici e lettura delle emulsioni nucleari.

Il gruppo di elettronici sta studiando accuratamente gli standard da adottare. Per questo si tengono periodiche riunioni tra gli esperti del CERN, di Harwell, di Saclay. (finora sono state tenute tre riunioni).

Il CERN tende, per quanto possibile, a creare uno standard europeo, cercando di unificare Saclay ad Harwell.

...

Si nota che in tale commissione di standardizzazione non sia presente, nemmeno come osservatore alcun italiano e ciò può portare un gravissimo danno ai nostri gruppi di lavoro che si recheranno al CERN ed alla industria italiana che si vedrà completamente tagliata fuori sul mercato europeo perchè fuori degli standard adottati.

Ritengo quindi necessario che il CERN chieda ufficialmente la presenza di almeno un italiano in una tale commissione. Ho tuttavia suggerito a Van Dardell che l'ha considerato con molto interesse, la possibilità di una prossima riunione degli esperti elettronici nel centro di Frascati. Una tale riunione potrebbe avvenire subito prima o subito dopo il congresso della Soc. Italiana di Fisica a Padova.

Ho comunque chiesto ed ottenuto i verbali delle riunioni già tenute in cui sono state già prese delle decisioni.

Ritengo che uno dei primi compiti che l'P. CELE dovrà assumersi sarà quello di studiare gli standards nazionali che, per quanto possibile, dovranno identificarsi con quelli del CERN in modo da facilitare e i ricercatori nella preparazione delle esperienze a Frascati ed a Ginevra, e le industrie che potranno e dovranno, in regime di libera concorrenza, competere con le migliori industrie inglesi, francesi, tedesche ecc.. a beneficio dell'economia italiana e dello sviluppo della fisica fondamentale e applicata in Italia.