EUR 14.i

COMUNITA EUROPEA DELL' ENERGIA ATOMICA

NUOVA STRUMENTAZIONE PER MISURE DI FISICA SANITARIA

A. ANZANI - A. MALVICINI - M. SALVINI

GIUGNO 1962

CENTRO COMUNE DI RICERCA NUCLEARE
STABILIMENTO DI ISPRA-ITALIA
Servizio di Fisica Sanitaria

AVVERTENZA

Il presente documento è stato elaborato sotto gli auspici della Commissione della Comunità Europea dell'Energia Atomica (EURATOM).

Si precisa che la Commissione dell'EURATOM, o ogni altra persona che agisca in suo nome :

1° — Non garantisce l'esattezza o la completezza delle informazioni contenute in questo documento, nè che l'uso di qualsiasi informazione, dispositivo, metodo o processo, descritti nel presente documento, non arrechino pregiudizio ai diritti sulle opere dell' ingegno e sulle invenzioni industriali.

2° — Non assume responsabilità alcuna per i danni che dovessero risultare dall'uso di informazioni, dispositivi, metodi o processi divulgati con il presente documento.

Questa relazione è messa in vendita al prezzo di 30 franchi belgi, su richiesta da indirizzare a :

Il pagamento va effettuato a mezzo di versamento :

— alla BANQUE DE LA SOCIETE GENERALE (Agence Ma Campagne), conto N° 964.558,
— alla BELGIAN AMERICAN BANK and TRUST COMPANY, New York, conto N° 121.86,
— alla LLOYDS BANK (Foreign) Ltd. - 10 Moorgate-London E.C.2,

menzionando il riferimento : « E U R 14.i — Nuova Strumentazione per Misure di Fisica Sanitaria ».

EUR 14.i

NUOVA STRUMENTAZIONE PER MISURE DI FISICA SANITARIA
DI A. ANZANI — A. MALVICINI — M. SALVINI

Centro Comune di Ricerca Nucleare
Stabilimento di Ispra-Italia — Servizio di Fisica Sanitaria

Bruxelles, Giugno 1962 — 12 pagine + 6 figure.

Si descrivono i motivi che hanno indotto ad intraprendere le studio e la realizzazione di una nuova serie di apparecchi transistorizzati per le misure di Fisica Sanitaria. Vengono descritti in modo schematico i principi di funzionamento di questi apparecchi ed elencate le prestazioni da essi offerte.

EUR 14.i

NEW INSTRUMENTATION FOR HEALTH PHYSICS' MEASUREMENTS
BY A. ANZANI — A. MALVICINI — M. SALVINI

Joint Nuclear Research Center
Ispra Establishment (Italy) — Health Physics Department

Brussels, June 1962 — pages 12 + figures 6.

Authors describe the reasons which induced to design and produce new transistorized instrumentation for Health Physics' measurements. Schematic diagrams of circuits' logic are also outlined here and technical data of new instruments are reported.

EUR 14.i

NEW INSTRUMENTATION FOR HEALTH PHYSICS' MEASUREMENTS
BY A. ANZANI — A. MALVICINI — M. SALVINI

Joint Nuclear Research Center
Ispra Establishment (Italy) — Health Physics Department

Brussels, June 1962 — pages 12 + figures 6.

Authors describe the reasons which induced to design and produce new transistorized instrumentation for Health Physics' measurements. Schematic diagrams of circuits' logic are also outlined here and technical data of new instruments are reported.

EUR 14.i

NEW INSTRUMENTATION FOR HEALTH PHYSICS' MEASUREMENTS
BY A. ANZANI — A. MALVICINI — M. SALVINI

Joint Nuclear Research Center
Ispra Establishment (Italy) — Health Physics Department

Brussels, June 1962 — pages 12 + figures 6.

Authors describe the reasons which induced to design and produce new transistorized instrumentation for Health Physics' measurements. Schematic diagrams of circuits' logic are also outlined here and technical data of new instruments are reported.

EUR 14.i

COMUNITA EUROPEA DELL' ENERGIA ATOMICA

NUOVA STRUMENTAZIONE PER MISURE DI FISICA SANITARIA

A. ANZANI - A. MALVICINI - M. SALVINI

GIUGNO 1962

CENTRO COMUNE DI RICERCA NUCLEARE
STABILIMENTO DI ISPRA-ITALIA

Servizio di Fisica Sanitaria

INDICI

ELENCO DELLE FIGURE

NUOVA STRUMENTAZIONE PER MISURE DI FISICA SANITARIA

RIASSUNTO

Si descrivono i motivi che hanno indotto ad intraprendere lo studio e la realizzazione di una nuova serie di apparecchi transistorizzati per le misure di Fisica Sanitaria. Vengono descritti in modo schematico i principi di funzionamento di questi apparecchi ed elencate le prestazioni da essi offerte.

SUMMARY

Authors describe the reasons which induced to design and produce new transistorized instrumentation for Health Physics' measurements. Schematic diagrams of circuits' logic are also outlined here and technical data of new instruments are reported.

INTRODUZIONE

Da tempo presso il Servizio di Fisica Sanitaria si è iniziato lo studio e la realizzazione di una nuova serie di apparecchiature elettroniche aventi le caratteristiche più appropriate per i diversi tipi di misure che vengono eseguite da tale Servizio.

Questa iniziativa è stata decisa in quanto normalmente le apparecchiature offerte dal mercato sono piuttosto ingombranti ed inoltre raramente riuniscono più funzioni per ciascuna unità; accade perciò che anche per misure particolarmente semplici è necessario allestire una catena di diverse unità quali per esempio : amplificatori, generatori di alta tensione, discriminatori di ampiezza, circuiti di coincidenza, scale di conteggio, etc.; l'impianto completo di misura risulta quindi notevolmente ingombrante e complicato.

Per misure sperimentali è spesso utile poter disporre di apparecchi separati aventi funzioni diverse e realizzare di caso in caso la catena elettronica mediante opportune interconnessioni delle singole unità. Per misure definitive e di routine si richiede invece una strumentazione semplice, compatta e di facile impiego, per questo è particolarmente utile poter riunire in un unico apparecchio tutte le funzioni necessarie per una desiderata tecnica di misura.

Tentativi in questo senso sono stati fatti in un primo tempo mediante l'impiego di circuiti tradizionali a tubi termoionici montati su telaietti inscribili in un'unica cassa, contenente l'alimentatore ed i cablaggi per le connessioni dei telaietti; i risultati non sono però ancora soddisfacenti perchè gli ingombri di simili apparecchiature sono ancora considerevoli e la dissipazione di calore è tale da pregiudicare la durata dei componenti stessi.

L'eliminazione degli inconvenienti lamentati è resa possibile dall'impiego di semiconduttori, che comportano un completo ridimensionamento di tutti i componenti associati, una notevole riduzione dei consumi e la realizzazione di circuiti nuovi, che non trovano corrispondenti nell'elettronica tradizionale a tubi termoionici.

Anche per questo tipo di apparecchiature il mercato non offre ancora modelli rispondenti ai requisiti sopra descritti, in quanto generalmente si riproducono gli schemi dei vecchi apparecchi a tubi, mantenendo quasi inalterate le loro prestazioni; inoltre tali modelli non sono ancora competitivi dal punto di vista economico con quelli tradizionali.

Presso il Servizio di Fisica Sanitaria sono stati recentemente realizzati diversi apparecchi che da soli sostituiscono un'intera catena di strumenti tradizionali per ogni tipo di misura prevista. Ciascuno di tali apparecchi comprende un certo numero di circuiti aventi funzioni diverse quali per esempio: alimentatori stabilizzati, amplificatori, generatori di alta tensione, discriminatori, frequenzimetri, etc.; riunendo in un solo telaio alcuni di tali circuiti si realizzano i diversi modelli di apparecchi.

La maggior parte del lavoro di progettazione e di prove è consistita nella realizzazione di circa una decina di circuiti fondamentali diversi e nella standardizzazione dello loro caratteristiche esterne in modo da permetterne una grande duttilità di impiego e rendere possibile le interconnessioni tra circuiti diversi.

L'adozione dei circuiti stampati facilita la produzione in serie di tali apparecchi, il loro assemblaggio e la facile sostituzione di un circuito difettoso.

La grande riduzione degli ingombri dei componenti ha permesso di realizzare tutti i diversi modelli su telai standard tipo rack da due unità modulari.

La riduzione dei consumi e quindi del calore dissipato è notevolissima, se si pensa che nessuno degli apparecchi realizzati consuma più di 2 W; i componenti rimangono praticamente alla temperatura ambiente a tutto vantaggio della loro durata.

Queste nuove apparecchiature vantano una stabilità di funzionamento che non trova riscontro nelle vecchie apparecchiature; due esemplari funzionano ininterrottamente giorno e notte da più di un anno in un laboratorio per misure di routine e durante tale periodo non si è verificato nessun guasto dei loro componenti o variazioni dello loro caratteristiche.

La strumentazione descritta è prevista per essere alimentata a 220 V e 50 Hz; è stata però realizzata una serie degli stessi modelli con alimentazione da accumulatori tipo auto per impiego su un laboratorio mobile; anche per questo campo di applicazione sono particolarmente apprezzate le buoni doti di compattezza e di limitato consumo ottenute.

DESCRIZIONE DEI DIVERSI MODELLI DI APPARECCHI REALIZZATI

Sono stati finora realizzati undici diversi modelli di apparecchi che praticamente soddisfano quasi tutte le esigenze del Servizio di Fisica Sanitaria per le diverse tecniche di misure in uso.

Vengono qui di seguito descritti in modo schematico i principi di funzionamento e le caratteristiche di ogni apparecchio.

MODELLO SS/1 — SCALA DOPPIA PER CONTEGGI DI IMPULSI

L'apparecchio comprende due unità identiche, ciascuna è costituita da un alimentatore, da due scale decimali, da un circuito pilota e da un numeratore elettromeccanico. Il numeratore può essere inserito direttamente all'ingresso oppure dopo la prima o la seconda scala decimale; il conteggio indicato dal numeratore deve essere perciò moltiplicato per 1, 10, 100 rispettivamente. Inserendo 1 oppure 2 scale si perdono rispettivamente 1 o 2 cifre meno significative del conteggio, d'altra parte l'errore commesso con questa approssimazione è generalmente inferiore all'errore quadratico medio dovuto alle fluttuazioni statistiche del numero di impulsi sotto conteggio (si dimostra facilmente come questa diseguaglianza è verificata rispettivamente per conteggi inferiori a 100 con una sola decade inserita e per conteggi inferiori a 10 000 con due decadi inserite); l'abilità dell'operatore permette di ottenere per diverse condizioni di conteggio il migliore impiego dello strumento. L'eliminazione di circuiti, che effettuino la lettura del contenuto delle singole decadi, ha permesso una notevole semplificazione dello strumento e riduzione del costo e degli ingombri, senza peraltro pregiudicare le sue prestazioni sufficienti per le normali misure di fisica sanitaria.

— Ingresso per impulsi positivi	(5/20 V, 1/10 μs)
— potere risolutivo	5 μs
— frequenza max. degli impulsi	2 500 i.p.s.
— conteggio max. accumulato	999 900 impulsi
— cifre significative indicate	4

— azzeramento elettrico

— possibilità di comandare simultaneamente la partenza e l'arresto di più scale mediante il comando di una sola di esse

— possibilità di automatizzare la scala mediante apparecchio esterno per prefissare i tempi di conteggio o in unione a scala automatica mod. SAT/1.

MODELLO ACS/2 — ANTICOINCIDENZA COMPLETA DI SCALA

È costituita da un alimentatore stabilizzato, da due canali di amplificazione e discriminazione degli impulsi, da un circuito di anticoincidenza e da una scala completa a decadi fisse del tutto uguale a quella impiegata sul modello SS/1.

I canali di amplificazione e di discriminazione in ampiezza degli impulsi sono identici, però mentre su un canale (can. A) il livello di discriminazione è regolabile mediante un Helipot, sull'altro canale (can. B) detta regolazione è semifissa; gli amplificatori adottati sono del tipo ad amplificazione di corrente (ingresso a terra virtuale) ottenendo così due notevoli risultati: eliminazione di stadi di preamplificazione o di trasferimento (p.e. emitter follower) tra il rivelatore e l'apparecchio di misura, anche in presenza di cavi di collegamento lunghi diverse decine di metri, e tempi di salita degli impulsi, quindi tempi di intervento dei discriminatori, rapidi e praticamente indipendenti dal tipo di rivelatore usato.

Il circuito in anticoincidenza fornisce impulsi standard per impulsi del canale A superiori al relativo livello di discriminazione e non coincidenti con impulsi discriminati dal canale B, che funge come canale inibitore di quello A.

Il circuito di coincidenza fornisce invece impulsi standard soltanto per impulsi discriminati dai canali A e B e coincidenti nel tempo.

— Ingressi per impulsi negativi e con resistenza di adattamento per cavo da 75 ohm

— livello di discriminazione (regolabile) $10^6 \div 10^7$ cariche elem.

— stabilità del livello di discriminazione per variazioni temperatura ambiente $\pm$ 20 °C $\pm$ 1 %

— potere risolutivo anticoincidenza 2 μs

— potere risolutivo coincidenza 1 μs

— uscite impulsi standard (+ 10 V, 1 μs) dal discriminatore, dal circuito di anticoincidenza e dal circuito di coincidenza

— possibilità di inserire la scala di conteggio interna su una qualsiasi delle tre uscite

— caratteristiche della scala di conteggio v. mod. SS/1

— possibilità di abbinare il comando di partenza e arresto del conteggio a quello di più scale.

MODELLO ACC/2 — ANTICOINCIDENZA DOPPIA

È costituita da due unità di anticoincidenza identiche a quella descritta per il modello ACS/2; manca di scale di conteggio interne e viene usata in unione a scale doppie mod. SS/1.

MODELLO SAT/1 — SCALA AUTOMATICA A TEMPO PREFISSATO

È costituita da una scala di conteggio a decadi identica a quella descritta per il modello SS/1, da un generatore di impulsi con frequenza di 1 i.p.s. (orologio), da un contatore elettromeccanico a preselezione e da un circuito di controllo della scala di conteggio; è possibile naturalmente il funzionamente manuale della scala come pure l'arresto manuale del conteggio anche in funzionamento automatico.

— Caratteristiche della scala di conteggio v. mod. SS/1

— tempo max. prefissabile 9 999 s

— azzeramento della scala ed impostazione del tempo di conteggio mediante comandi elettrici abbinati

— possibilità di comandare la partenza e l'arresto di altre scale non automatiche.

MODELLO ATT/1 — GENERATORE DI ALTA TENSIONE DOPPIO

L'apparecchio comprende due unità identiche, ciascuna è costituita da un oscillatore, da un trasformatore elevatore, da un moltiplicatore di tensione Cockcroft-Walton, da un circuito di regolazione. La stabilizzazione della tensione di uscita è ottenuta mediante un tubo corona connesso direttamente in parallelo ad uno degli ultimi stadi del moltiplicatore; con questo accorgimento tutte le tensioni del circuito moltiplicatore e le correnti dell'oscillatore sono rigorosamente proporzionali alla tensione del tubo corona, quindi costanti, e, fintanto che l'oscillatore non lavora in zona di saturazione, indipendenti dalla tensione di alimentazione; la stabilizzazione è efficace finchè la corrente assorbita dal carico non supera quella circolante a vuoto nel tubo corona; il circuito sopporta senza danno corto circuiti o inserzioni di grosse capacità all'uscita.

Il carico può essere inserito mediante un commutatore su stadi diversi del moltiplicatore, ottenendo una regolazione grossolana della tensione di uscita, inoltre un apposito circuito permette una regolazione continua con buona ricopertura dei valori della regolazione grossolana.

— Regolazione grossolana da + 400 a + 1 600 V con scatti di 200 V
— regolazione fine da 0 a + 200 V
— stabilità della tensione di uscita per variazioni della tensione di alimentazione di ± 20 % migliore di 0,05 %
— stabilità della tensione di uscita per variazioni della temperatura ambiente di ± 20 °C: migliore di 0,1 %
— corrente erogabile max. 200 μA (*)

MODELLO ELIN/1 — ELETTROMETRO LINEARE A TESTA SEPARATA

È costituito da un alimentatore stabilizzato, da una testa separata contenente l'elettrometro e il regolatore di sensibilità e da uno strumento indicatore. L'elettrometro vero e proprio comprende una valvola elettrometrica con piccola corrente di griglia (10^{-15} A), un amplificatore transistorizzato e una rete di controreazione costituita da resistenze di grande stabilità inseribili mediante un commutatore per la regolazione grossolana della sensibilità dello strumento. La testa contenente l'elettrometro è sufficientemente robusta per evitare sollecitazione meccaniche dei componenti in essa contenuti ed è a tenuta stagna; una pastiglia disidratante provvede a ridurre l'umidità nel suo interno.

— Regolazione grossolana di sensibilità 10^{-12}, 10^{-11}, 10^{-10} A f.s.
— Regolazione fine di sensibilità ×1, ×5
— polarità delle correnti misurate positiva e negativa
— regolazione dello zero
— uscita per registratore potenziometrico 10 mV f.s.
— spostamento dello zero per variazioni della temperatura ambiente di ± 20° C minore di 1 %
— spostamento a lungo termine dello zero (24 ore) minore di 1 %.

(*) Questo valore è stato scelto perchè sufficiente a coprire i massimi consumi dei partitori per fototubi impiegati dal Servizio di Fisica Sanitaria.

MODELLO MAT/1 — ANALIZZATORE MONOCANALE COMPLETO DI ALTA TENSIONE

È costituito da un alimentatore stabilizzato, da un generatore ad alta tensione, da due stadii amplificatori, da due discriminatori di ampiezza e da un circuito di anticoincidenza. Il generatore ad alta tensione è identico a quello descritto per il modello ATT/1; gli stadii amplificatori sono del tipo ad amplificazione di corrente per i vantaggi descritti a proposito del modello ACS/2; i discriminatori di ampiezza sono identici; le soglie di discriminazione sono ottenute mediante due circuiti di taglio in cascata disposti dopo gli stadii di amplificazione; gli impulsi standard forniti dai due discriminatori comandano, mediante due stadi separatori, un circuito di anticoincidenza. Il circuito di anticoincidenza fornisce un impulso standard soltanto quando l'ampiezza degli impulsi supera la soglia del discriminatore inferiore e non quella del discriminatore superiore, che altrimenti blocca il circuito.

— Caratteristiche del generatore di alta tensione v. mod. ATT/1
— livello di discriminazione inferiore (base del monocanale) $10^6 \div 10^7$ cariche elem.
— livello di discriminazione superiore $10^6 \div 10^7$ cariche elem.
— potere risolutivo del monocanale 2 μs
— stabilità dei livelli di discriminazione per variazioni della temperatura ambiente di $\pm$ 20° C $\pm$ 1 %
— uscite impulsi standard (+ 10 V, 1 μs) dal discriminatore inferiore, da quello superiore e dal circuito di anticoincidenza (uscita del monocanale).

MODELLO RMLIN/1 — FREQUENZIMETRO LINEARE COMPLETO DI ALTA TENSIONE

È costituito da un alimentatore stabilizzato, da un generatore di alta tensione, da due stadii di amplificazione, da un discriminatore di ampiezza, da uno stadio formatore di impulsi, da un circuito integratore e da uno strumento indicatore. La prima parte di amplificazione e di discriminazione degli impulsi è identica a quella descritta per altri apparecchi (v. mod. ACS/2); segue un circuito formatore, comandato dal discriminatore di ampiezza, che genera impulsi di ampiezza costante, ma di durata variabile in relazione al campo di misura desiderato; un circuito integratore con costante di tempo regolabile provvede a fornire allo strumento una corrente proporzionale alla frequenza media degli impulsi; il particolare sistema di misura adottato ha il pregio di adeguare automaticamente il tempo morto del frequenzimetro alla frequenza media degli impulsi in modo da avere per tutti i campi di misura lo stesso errore (fT), dovuto alla dispersione statistica nel tempo degli impulsi, ridotto peraltro a valori trascurabili; uno speciale circuito di integrazione permette di realizzare costanti di tempo molto lunghe con capacità di valori ragionevoli.

— Caratteristiche del generatore di alta tensione v. mod. ATT/1
— livello di discriminazione (regolabile) $10^6 \div 10^7$ cariche elem.
— stabilità del livello di discriminazione per variazioni della temperatura ambiente di $\pm$ 20 °C $\pm$ 1 %

— potere risolutivo del discriminatore 1 μs
— uscita impulso standard (+ 10 V, 1 μs) dal discriminatore
— ingresso diretto al frequenzimetro per impulsi standard (5/20 V, 1 μs)
— campo di misura del frequenzimetro 5-10-50-100-500-1 K-5 K-10 K i.p.s. f.s.
— costante di tempo dell'integratore : da 0.5 s a 200 s
— uscita per registratore potenziometrico : 10 mV f.s.

MODELLO RMMLIN/1 — FREQUENZIMETRO LINEARE DOPPIO

È costituito da due frequenzimetri lineari identici a quello descritto per il mod. RMLIN/1 con ingressi per impulsi standard soltanto; mancano i generatori di alta tensione e i discriminatori a bassa soglia. Viene usato in unione all'analizzatore monocanale con alta tensione mod. MAT/1.

MODELLO RMLOG/1 — FREQUENZIMETRO LOGARITMICO COMPLETO DI ALTA TENSIONE

È costituito da un generatore di alta tensione, da un alimentatore stabilizzato, da due stadii di amplificazione e da un discriminatore di ampiezza identici a quelli usati nella prima parte del frequenzimetro lineare mod. RMLIN/1; inoltre comprende un formatore di impulsi e un circuito integratore con risposta funzione logaritmica della frequenza media degli impulsi. Il circuito formatore genera impulsi di ampiezza costante e di durata diversa per i due campi di misura previsti; il circuito integratore è costituito da sei pompe di corrente aventi costanti di tempo differenti tra loro per potenze di 10; la corrente somma di quelle fornite dalle singole pompe è con ottima approssimazione e per almeno tre decadi di frequenze proporzionale al logaritmo della frequenza media degli impulsi (ciò è verificato sia per distribuzioni periodiche che statistiche degli impulsi nel tempo); è inoltre possibile spostare il campo di misura di una decade in più o in meno, disinserendo o inserendo rispettivamente dal circuito la pompa con costante di tempo più lunga.

— Caratteristiche del generatore di alta tensione v. mod. ATT/1
— livello di discriminazione regolabile tra : 10^6 e 10^7 cariche elem.
— stabilità del livello di discriminazione per variazioni della temperatura ambiente di $\pm$ 20 °C $+$ 1 %
— potere risolutivo del discriminatore 1 μs
— perdita per tempo morto del formatore alla max. frequenza 2 %
— uscita impulso standard (+ 10 V, 1 μs) dal discriminatore
— ingresso diretto al frequenzimetro per impulsi standard (5/20 V, 1 μs)

— campo di misura del frequenzimetro (3 decadi)	da 1 a 1 000 i.p.s. oppure da 10 a 10 000 i.p.s.
— costante di tempo dell'integratore	da 0.5 a 200 s
— uscita per registratore potenziometrico	10 mV .f.s

MODELLO RMMLOG/1 — FREQUENZIMETRO LOGARITMICO DOPPIO

È costituito da due frequenzimetri logaritmici identici a quello descritto per il mod. RMLOG/1 con ingressi per impulsi standard; mancano i generatori di alta tensione e i discriminatori a bassa soglia. Viene usato in unione al monocanale con alta tensione mod. MAT/1.

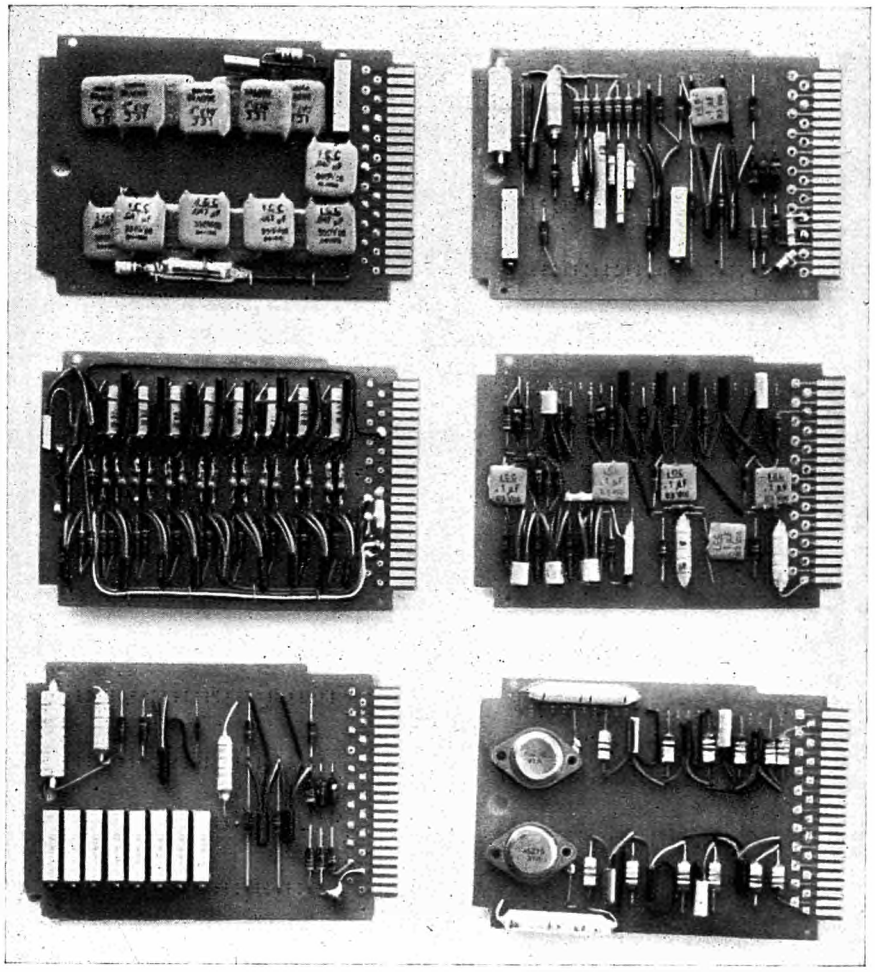

FIGURA 1. — Alcuni circuiti fondamentali : alimentatore A.T.; alimentatore B.T.; doppia scala decimale; frequenzimetro lineare; amplificatore con discriminatore; frequenzimetro logaritmico.

FIGURA 2. — Frequenzimetro lineare e logaritmico.

FIGURA 3. — Anticoincidenza e scala automatica.

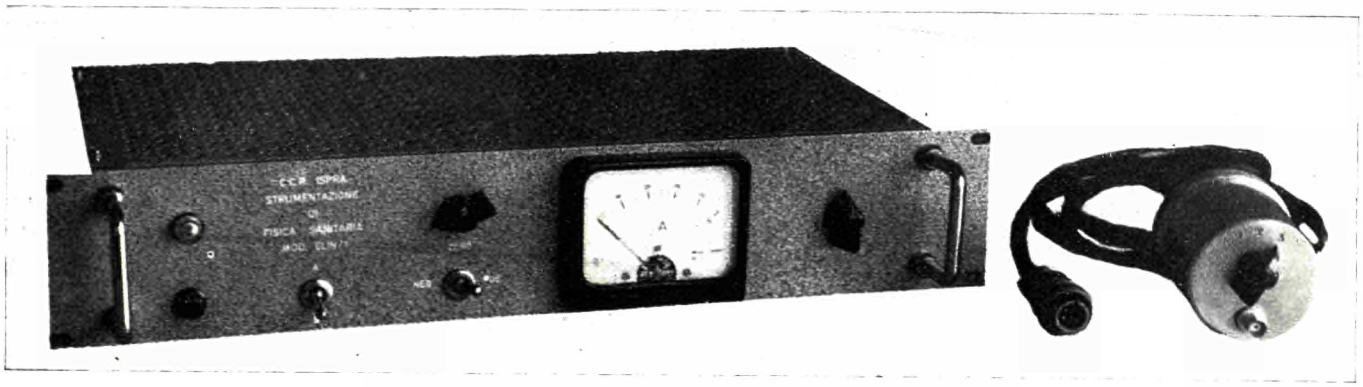

FIGURA 4. — Elettrometro e testa elettrometrica.

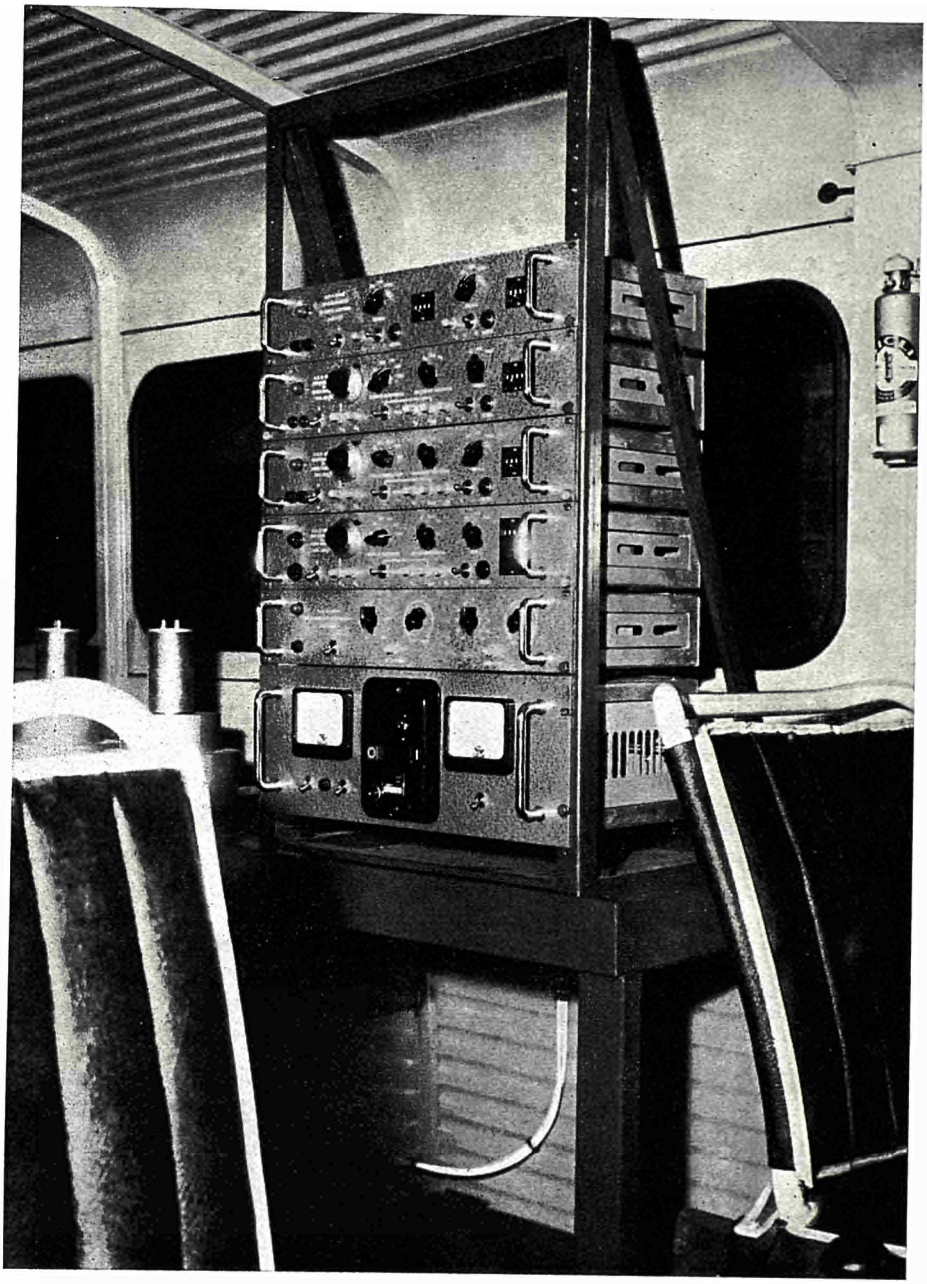

FIGURA 5. — Strumentazione per laboratorio mobile.

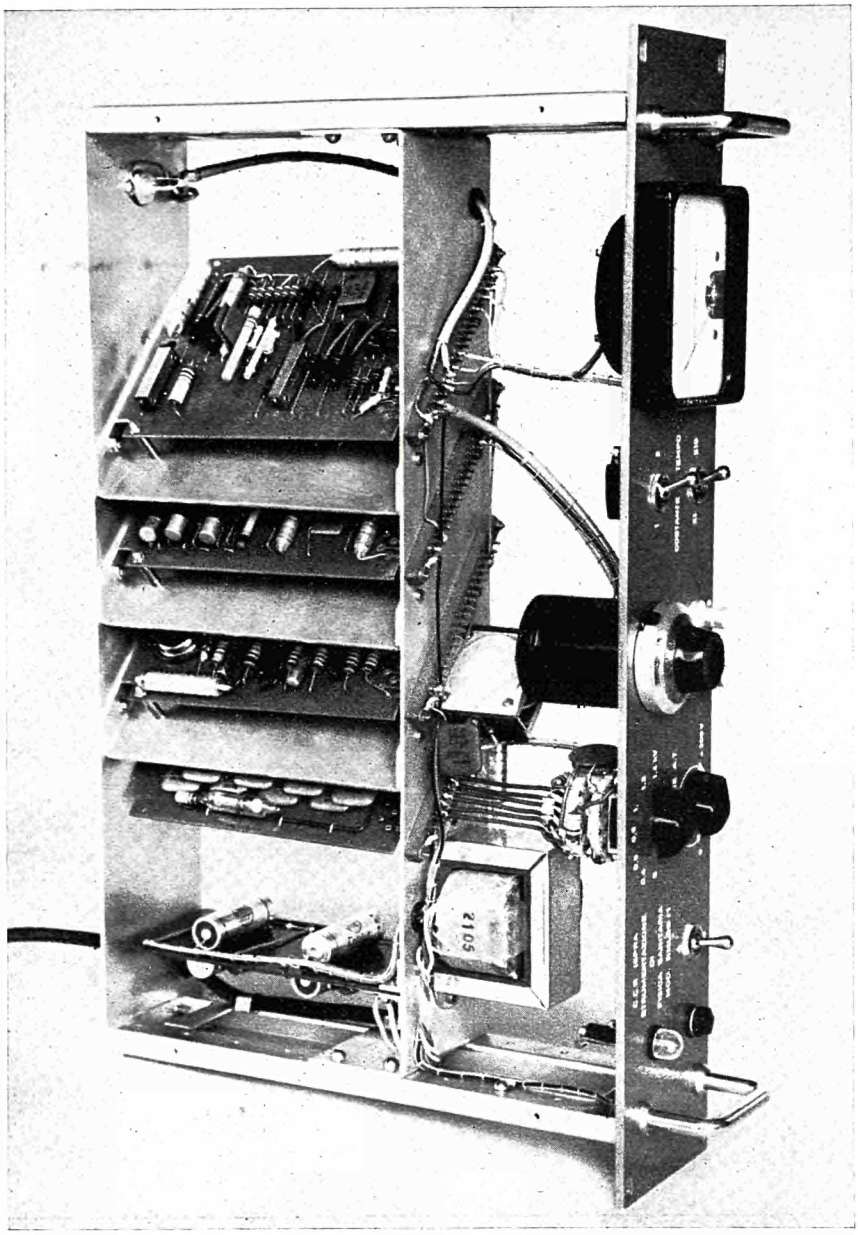

FIGURA 6. — Assemblaggio interno di un apparecchio.

CDNA00014ITC