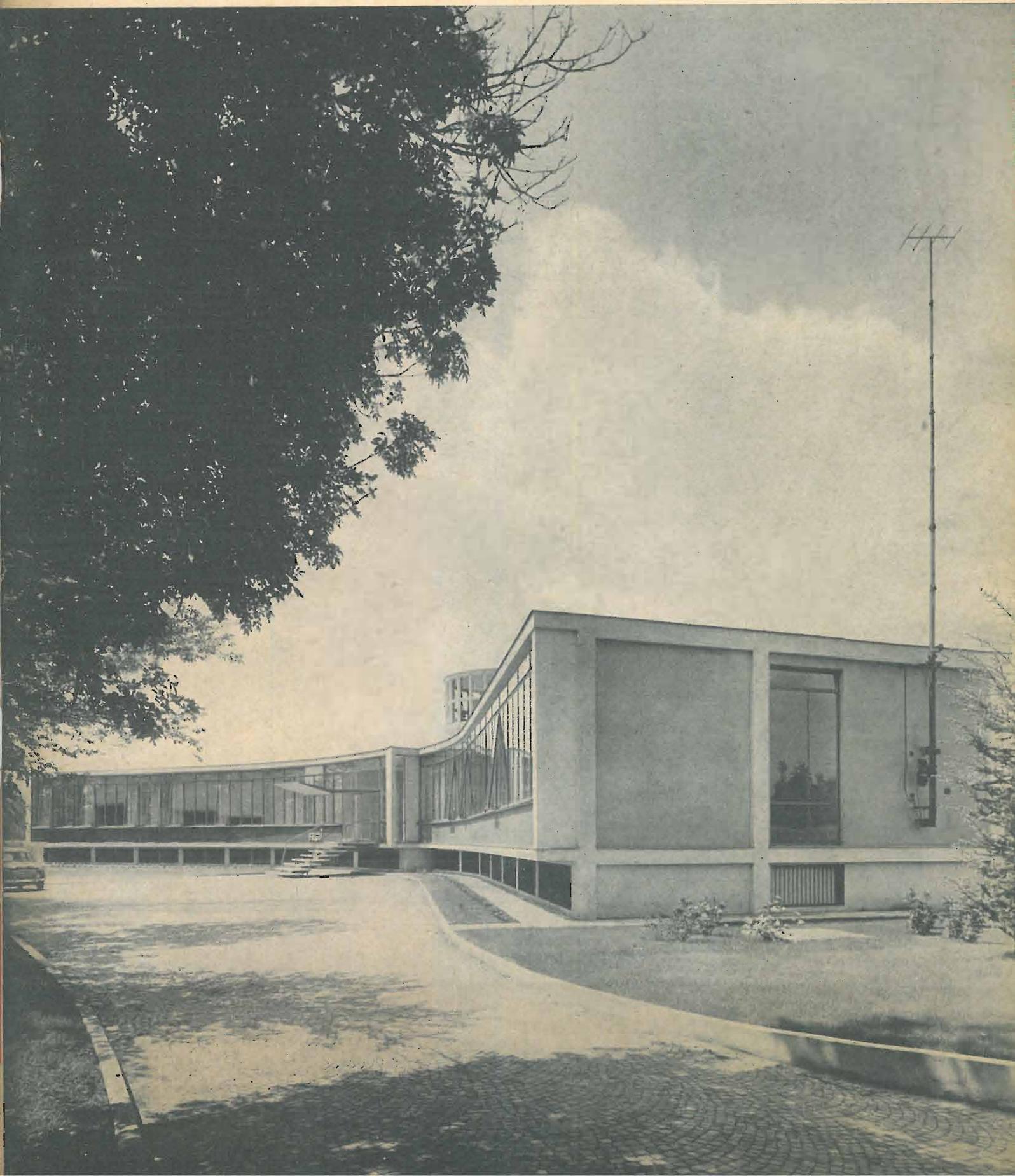


# ELETTRONICA

EDIZIONI RADIO ITALIANA - ANNO III - SETTEMBRE-OTTOBRE 1954 - NUMERO 5 - L. 300

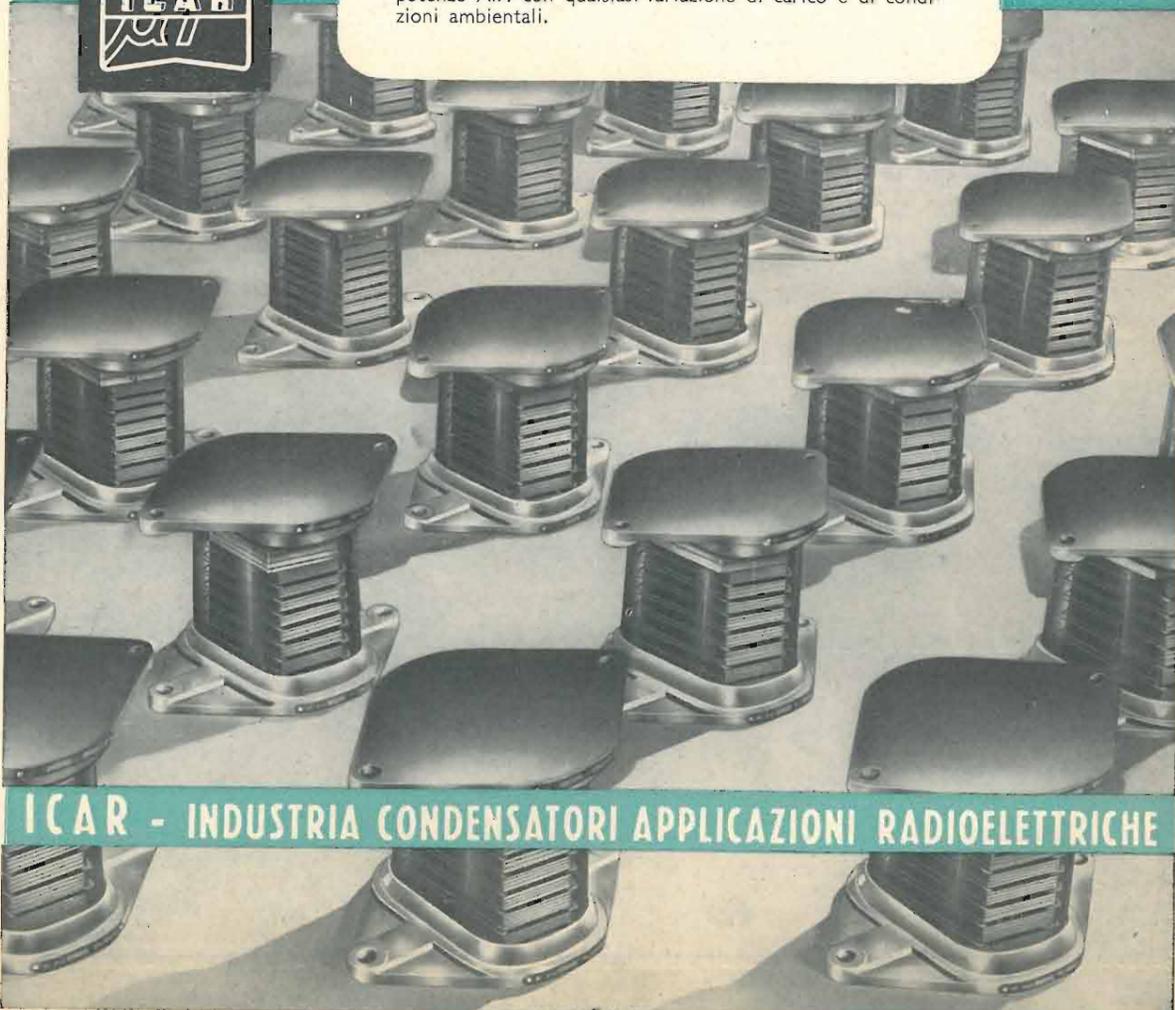


## Condensatori di potenza a mica in olio:

# CM 50

- \* custodia in pyrex trasparente chiusa ermeticamente su brevetti originali ICAR
- \* elemento capacitivo compensato con le variazioni di temperatura
- \* gamma di temperatura di lavoro  $-55^{\circ}\text{C}$   $\div$   $85^{\circ}\text{C}$  oppure  $-55^{\circ}\text{C}$   $\div$   $125^{\circ}\text{C}$
- \* massima capacità di sovraccarico - minime perdite
- \* minimo ingombro - possibilità di costituire accoppiamenti serie - parallelo
- \* rispondenza integrale alle norme JAN C5

La serie CM 50 è oggi la serie di condensatori a mica di potenza più moderna ed efficiente esistente sul mercato internazionale. Per le sue caratteristiche essa risolve pienamente i problemi di esercizio dei trasmettitori TV e radio, dei forni, saldatrici ed ogni caso in cui siano in gioco potenze A.F. con qualsiasi variazione di carico e di condizioni ambientali.



ICAR - INDUSTRIA CONDENSATORI APPLICAZIONI RADIOELETTICHE

TELEFONI: 872-870 - 898-871 - MILANO - CORSO MAGENTA, 65 - STABILIMENTO: MONZA

# Ing. S. & Dr. GUIDO BELOTTI

GENOVA - VIA G. D'ANNUNZIO 1/7 - TEL. 52.309  
 ROMA - VIA DEL TRITONE 201 - TEL. 61.709  
 NAPOLI - VIA MEDINA 61 - TEL. 23.279

MILANO TELEFONI { 52.051 52.053  
 52.052 52.020  
 PIAZZA TRENTO 8 TELEGR.: INGBELOTTI - MILANO

*Ci è grato informare la ns. Spett. Clientela che abbiamo ripreso l'importazione dei prodotti delle Case sottoindicate, per parecchi dei quali teniamo già largo deposito a Milano.*

## WESTON



Pila campione Weston



Wattmetro elettrodinamico portatile di precisione Weston



Oscillografo Du Mont



Milliamperometro Weston a coppia termoelettrica



Tester 20.000 ohm/volt Weston



Voltmetro a valvola General Radio

**Strumenti di alta precisione per laboratorio** - Voltmetri, amperometri, wattmetri - Pile campione - Strumenti portatili - Voltmetri, amperometri, wattmetri normali e per basso fattore di potenza, galvanometri, microamperometri, ohmmetri, microfaradmetri - Trasformatori di corrente e di tensione per strumenti.

**Strumenti per riparatori radio e televisione** - Analizzatori ad alta sensibilità - Analizzatori elettronici - Voltmetri a valvola - Ohmmetri - Provalvalvole - Strumenti da pannello e da quadro - Amperometri, voltmetri, wattmetri, microamperometri, microfaradmetri, indicatori di livello per radio e per telefonia - Derivatori e moltiplicatori.

**Cellule fotoelettriche** al selenio di vario tipo per varie applicazioni - Relé a cellula fotoelettrica - Luxmetri - Esposimetri per fotografia e cinematografia - Analizzatori fotografici - Densitometri - Integratori di luce - Dispositivi a cellula fotoelettrica per applicazioni industriali.

**Strumenti speciali** - Analizzatori industriali - Amperometri a tenaglia - Strumenti per misure di elettrolisi - Strumenti per indicazione della temperatura - Densimetri - Indicatori di umidità - Termometri da laboratorio ed industriali - Tachimetri elettrici in continua ed alternata - Strumenti per aviazione - Indicatori di temperatura, quota e direzione - Strumenti regolatori e registratori automatici di pressione e temperatura.

## GENERAL RADIO COMPANY

**Strumenti per laboratori radioelettrici** - Ponti per misure d'impedenza a basse, medie ed alte frequenze - Amplificatori - Oscillatori a bassa distorsione per alte ed altissime frequenze - Frequenzimetri - Analizzatori d'onda - Campioni primari e secondari di frequenza - Megaohmmetri - Resistenze, condensatori, induttanze campione, singole ed a cassette - Voltmetri a valvola - Misuratori d'uscita - Generatori di segnali campione.

**Elementi coassiali** per misure a frequenze ultra elevate - Linee fessurate - Rivelatori - Attenuatori - Indicatori bolometrici e voltmetrici - Indicatori di onde stazionarie e del coefficiente di riflessione - Generatori a frequenze ultra elevate.

**Strumenti per stazioni trasmettenti AM, FM e televisive** - Monitori di modulazione - Indicatori di distorsione e di rumore di fondo - Indicatori di spostamento di frequenza - Frequenzimetri - Oscillatori campione.

**Strumenti per applicazioni industriali** - Misuratori portatili del livello dei suoni - Analizzatori dei suoni - Misuratori di vibrazioni - Trasduttori piezoelettrici e dinamici - Stroboscopi per applicazioni normali e speciali - Polariscope.

## ALLEN B. DU MONT

**Oscillografi per riparatori radio e televisione** - Oscillografi d'applicazione generale - Oscillografi a raggio semplice e doppio ad elevata sensibilità per alternata e continua ed ad ampia banda passante - Oscillografi per applicazioni speciali (fenomeni transienti e ricorrenti ultra-rapidi, per analisi segnali televisivi, per studi di impulsi di breve durata, per prove ad impulso ad alta tensione, per studi su apparecchiature meccaniche).

**Tubi oscillografici** a deflessione elettrostatica a persistenza lunga, media e breve con diametro di 3" e 5" a raggio singolo e doppio a bassi, medi ed alti potenziali post-acceleratori, per oscillografi.

**Macchine fotografiche e cinematografiche** per oscillografi - Macchine speciali per fenomeni ultra-rapidi e per stampa immediata - Commutatori elettronici - Calibratori di tensione per oscillografi - Scale calibrate - Filtri cromatici - Schermi magnetici - Sonde per alta frequenza - Lenti per proiezione - Accessori.

## LABORATORIO DI RIPARAZIONI E TARATURE



Analizzatore elettronico Weston



Generatore segnali campione General Radio



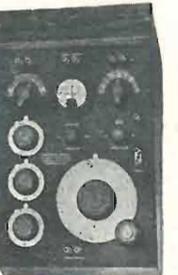
Galvanometro Weston



Variatori di tensione «Variac» (Licenza General Radio)



Voltmetro Weston di precisione



Ponte RCL General Radio



Macchina cinematografica Du Mont per oscillografi



Prova circuiti Weston

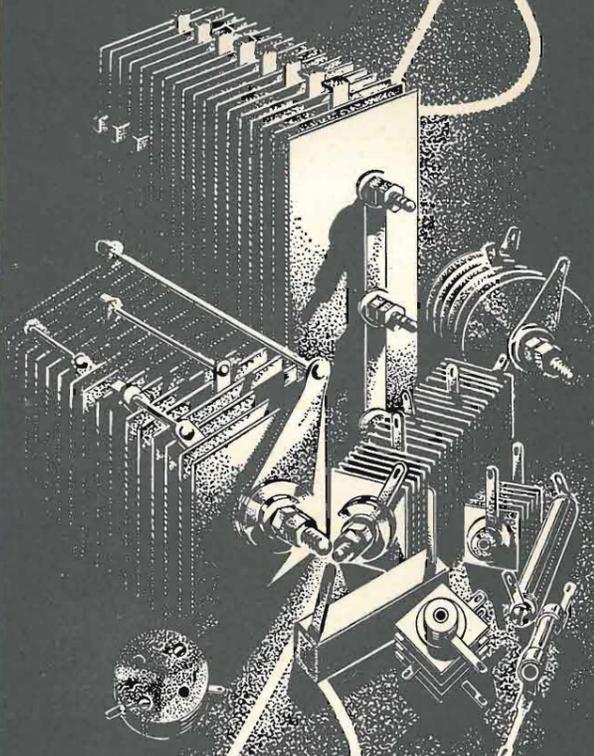


Amperometro Weston

**ELEMENTI AL SELENIO PER QUALSIASI APPLICAZIONE**

**GRUPPI RADDRIZZANTI PER:**

- GALVANOPLASTICA E CARICA BATTERIE
- ALIMENTATORI TELEFONICI
- ARCHI CINEMA
- PIANI MAGNETICI
- RADDRIZZATORI RADIO
- A PICCOLA SUPERFICIE
- ALL'OSSIDO DI RAME PER STRUMENTI DI MISURA
- DIODI AL GERMANIUM E AL SILICIO
- MODULATORI AD ANELLO AL GERMANIUM E ALL'OSSIDO DI RAME



**SELENE**  
RADDRIZZATORI AL SELENIO

MILANO VIA F. CAVALLOTTI N° 14 TEL. 79-31-55

**AESSE**

APPARECCHI E STRUMENTI SCIENTIFICI ED ELETTRICI

VIA RUGABELLA, 9 - MILANO - TEL. 891.896 - 896.334  
Ind. Telegraf. AESSE - Milano

**APPARECCHIATURE PER TV E UHF**

**RIBET & DESJARDINS - Parigi**

Vobulatore: 2 ÷ 300 MHz  
Oscillografo: 2 Hz ÷ 10 MHz

**FERISOL - Parigi**

Generatore: 8 ÷ 220 MHz  
Generatore: 5 ÷ 400 MHz  
Voltmetro a valvole: 0 - 1000 MHz  
0 - 30000 V c.c.

**S.I.D.E.R. - Parigi**

Generatore d'immagini con quarzo pilota alta definizione

**KLEMT - Olching (Germania)**

Generatore di monoscopio  
Vobulatore-Oscillografo con generatore di barre  
Apparecchiatura portatile per controllo televisori  
Q-metri  
Voltmetri a valvole

**FUNKE - Adenau (Germania)**

Misuratori di campo relativo per installazione antenne  
Provavalvole

**KURTIS - Milano**

Stabilizzatori di tensione a ferro saturo ed elettronici

**LAEL MILANO**

S. R. L.

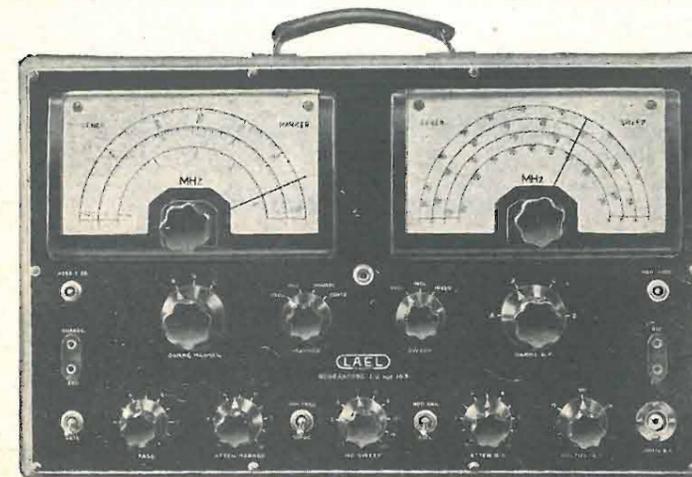
**LABORATORI COSTRUZIONE STRUMENTI ELETTRONICI**

CORSO XXII MARZO, 6 - MILANO - TELEF. 58.56.62 - 59.33.16

**GENERATORE**

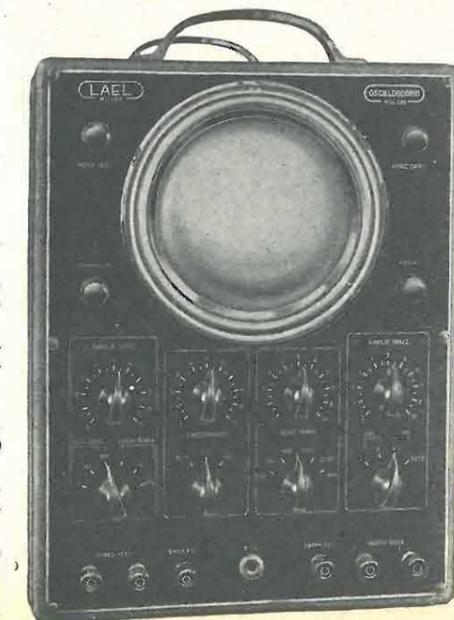
**SEGNALI TV**

Mod. 153



Gamma frequenza osc. Sweep 2-90 e 170-216 MHz in 4 gamme.  
Gamma frequenza osc. Marker da 2 a 220 MHz in 3 gamme multiple.  
Ampiezza di spazzolamento regolabile con continuità da 0 a 20 MHz.  
Frequenza di spazzolamento 50 Hz.  
Segnali mass. uscita R. F. 0,5 V.  
Attenuatore a decade e lineare.  
Impedenza d'uscita 30 Ω costante.  
Possibilità di controllo con quarzo esterno - Modulazione ampiezza 400 Hz profondità 30% - Possibilità di modulazione Video - Uscita segnale per asse Y oscillografo - Precisione taratura oscillatore Marker 1% - Reversibilità del senso di spazzolamento - Possibilità di soppressione della traccia di ritorno - Possibilità di regolazione della fase per doppia immagine - Valvole impiegate 6X5 - VR150 - 6J6 - 6C4 - 6C4 - 6C4 - 6AK6 - Alimentazione ca per tensione rete universale - Dimensioni 500 x 330 x 230 mm - Peso Kg. 18,500 circa.

**OSCILLOGRAFO A RAGGI CATODICI Mod. 1251**



Diametro dello schermo 125 mm.  
Traccia verde corta persistenza.  
Amplificatore verticale. Larga banda sino a 5 MHz. Alta sensibilità sino a 200 KHz.  
Amplificatore orizzontale sino a 200 KHz.  
Soppressione automatica ritorno di traccia.  
Modulazione esterna asse Z.  
Asse tempi da 20 Hz a 50 KHz  
Sincronismo - interno - esterno - rete.  
Impedenza ingresso amplificatore verticale 1,5 MΩ.  
Capacità ingresso circa 20 pF.  
Fattore deflessione amplificatore verticale-alta sensibilità - 1 mV/mm. Banda larga - 10 mV/mm.  
Fattore deflessione amplificatore orizzontale 20 mV/mm.

**ANALIZZATORE UNIVERSALE Mod. 851**

TIPO DA LABORATORIO - ESECUZIONE MOLTO ROBUSTA - ELEVATA PRECISIONE



Resistenza interna V cc 20.000 Ω/V - V ca 1000 Ω/V.  
Campo di frequenza sino a 50 kHz.  
Portate V cc 0,5 - 2,5 - 10 - 50 - 250 - 1000 - 5 kV f. s.  
Portate V ca 2,5 - 10 - 50 - 250 - 1000 - 5 kV f. s.  
Portate I cc 50 μA - 0,5 - 2,5 - 10 - 50 - 250 MA - I - 10 A f. s.  
Portate I ca - 2,5 - 10 - 50 - 250 MA - I - 10 A f. s.  
Misura resistenze da 1 Ω a 30 MΩ in 3 portate.  
Misuratore d'uscita 5 portate.

35 portate complessive - Precisione taratura V cc 2% V ca - MA 2,5%.  
Dimensioni 230 x 200 x 100 mm - Peso Kg. 3,100.

Possibilità di connessione diretta alle placche deflettrici. - Valvole impiegate 5Y3 - 5Y3 - SUP1 - 6J6 - 6J6 - 6J6 - 6J6 - 6C4 - 6C4 - 6C4. - Alimentazione ca per tensioni rete universale. - Dimensioni 400 x 360 x 280 mm. - Peso Kg. 17,500 circa.

# MAGNETI MARELLI

- \* Trasmettitori per radio diffusione a onde corte e medie, di qualsiasi tipo e potenza.
- \* Trasmettitori per televisione.
- \* Ponti televisivi a microonde.
- \* Apparatı radio navali.
- \* Complessi ricetrasmittenti per aviazione sia per aerei che per aeroporti.
- \* Complessi ricetrasmittenti a modulazione di frequenza per ponti radio semplici e pluricanali (60-120-480-960 canali).
- \* Complessi ricetrasmittenti a modulazione di impulsi per ponti radio (4-8-12-24 canali).
- \* Apparatı ricetrasmittenti campali per forze Armate.
- \* Ricevitori Professionali.
- \* Impianti di diffusione sonora.
- \* Radioricevitori domestici.
- \* Ricevitori per televisione.

**FABBRICA ITALIANA MAGNETI MARELLI - MILANO**



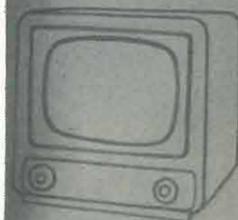






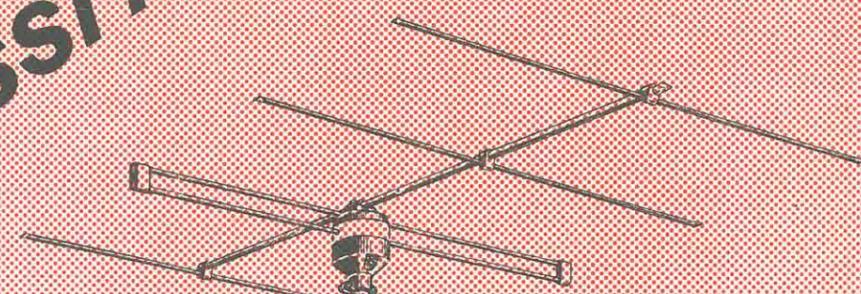


condensatori elettrici  
per applicazioni radio  
e televisione

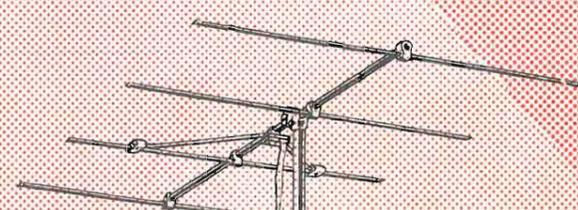



C.R.E.A.S. - STAB. UFF.: MILANO VIA PANTIGLIATE 5 - TEL. 457.175 - 457.176

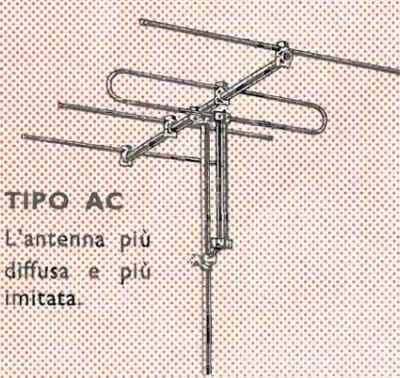
# 3 SUCCESSI!



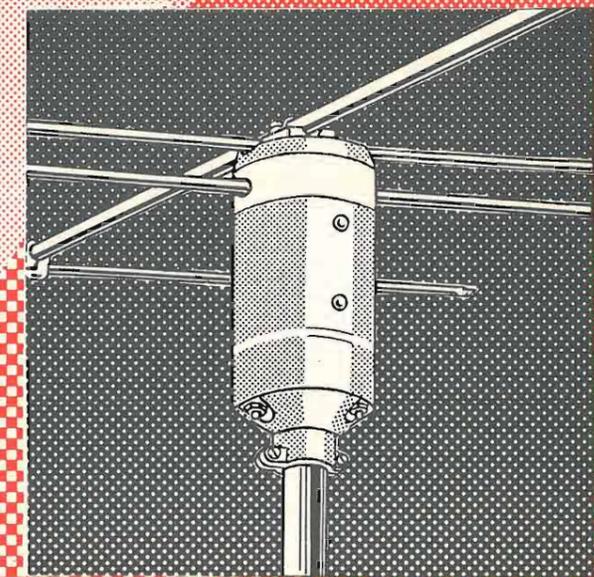
**TIPO A5 (brevettata)**  
L'ultimo grido in fatto di antenne TV, con adattatore di impedenza e morsettiera d'attacco discesa racchiusi in custodia ermetica e quindi inattaccabile dagli agenti atmosferici. Può essere facilmente modificata con l'aggiunta di un Booster incorporato per la ricezione nelle zone marginali.



**TIPO AE (brevett.)**  
L'antenna leggera, economica e di prestazione impareggiata.



**TIPO AC**  
L'antenna più diffusa e più imitata.




**LIONELLO NAPOLI**  
 VIALE UMBRIA, 80 - MILANO - TELEF. 57.30.49  
 Agente generale esclusiva di vendita per Italia ed Estero  
**R. A. R. T. E. M. s.r.l.**

**RADIO**

**SIEMENS  
MILANO**

**TELEVISIONE**

**SIEMENS SOCIETÀ PER AZIONI**

Via Fabio Filzi, 29 - **MILANO** - Telefono 69.92

UFFICI:

FIRENZE GENOVA MILANO NAPOLI PADOVA ROMA TORINO TRIESTE  
Piazza Stazione 1 - Via D'annunzio 1 - Via Locatelli 5 - Via Medina 40 - Via Verdi 6 - Piazza Mignanelli 3 - Via Mercantini 3 - Via Trento 15

SP

# ELETTRONICA

*Televisione Italiana*

NUMERO  
**5**  
ANNO III

SETTEMBRE  
OTTOBRE 1954

DA PAGINA 193  
A PAGINA 240

RIVISTA BIMESTRALE

DIRETTORI:

EDOARDO CRISTOFARO  
VITTORIO MALINVERNI

VICE DIRETTORE TECNICO:  
GIUSEPPE DILDA

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE:  
TORINO

VIA ARSENALE 21 - TELEF. 41.172

Concessionaria esclusiva della pubblicità:

COMPAGNIA INTERNAZIONALE  
PUBBLICITÀ PERIODICI (CIPP)  
MILANO, VIA MERAVIGLI 11 - TEL. 808-350  
TORINO, VIA POMBA 20 - TELEF. 45-816

## *Sommario:*

	<i>Pagina</i>
GIANPIERO GALLIGIONI	
Il centro di controllo della RAI a Monza . . . . .	200
GUIDO LARI	
Complessi per misura di frequenza nel centro di controllo della RAI a Monza . . . . .	211
ENZO CASTELLI	
Antenne televisive a larga banda ( <i>Continuazione</i> )	219
B. C. S.	
Congresso sui procedimenti di registrazione sonora e loro estensione alla registrazione dell'informazione ( <i>continuazione</i> ) . . . . .	231



Prospetto del nuovo Centro di Controllo della RAI Radiotelevisione Italiana, inaugurato il 30 maggio 1954. Il nuovo Centro, costruito nel Parco della ex Villa Reale di Monza, ha sostituito quello di Sesto Calende divenuto, dopo lunghi anni di esercizio, insufficiente alle accresciute moderne esigenze di controllo delle emissioni radiofoniche e televisive.

## EDIZIONI RADIO ITALIANA

IL PRESENTE NUMERO DI "ELETTRONICA,"  
COSTA IN ITALIA LIRE 300 (ARRETRATI LIRE 400) — I VERSAMENTI  
POSSONO ESSERE FATTI SUL CONTO CORRENTE POSTALE N. 2/37800  
ALL'ESTERO LIRE 500 (ARRETRATI LIRE 600)  
ABBONAMENTO ANNUALE: IN ITALIA LIRE 1500 - ALL'ESTERO L. 2500  
SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - IV GRUPPO  
REGISTRATO ALLA CANCELLERIA DEL TRIBUNALE C. P. DI TORINO AL N. 493 IN DATA 6-11-1951

*Altre pubblicazioni della* **EDIZIONI RADIO ITALIANA:**  
**RADIOCORRIERE** SETTIMANALE DELLA RADIO ITALIANA  
**L'APPRODO** RIVISTA TRIMESTRALE DI LETTERE ED ARTI  
**I QUADERNI DELLA RADIO** RACCOLTA DELLE CONVERSAZIONI DI MAGGIOR  
INTERESSE TENUTE ALLA RADIO  
**LA RADIO PER LE SCUOLE** ILLUSTRAZIONE DEI PROGRAMMI RADIOSCOLASTICI



vemente nocive in altre zone di ascolto) per poter predisporre quei provvedimenti tecnici e di altra natura atti a conseguire un miglioramento delle condizioni di ascolto e quindi del servizio di radiodiffusione.

Le stazioni udibili a Monza, fra le quali molte estremamente deboli, sono circa 1500, e comprendono stazioni a onde lunghe e medie della zona europea e stazioni ad onde corte di tutte le parti del mondo, oltre un certo numero di stazioni ad onde metriche. Fra queste sono naturalmente incluse le stazioni italiane, di grande e piccola potenza, siano esse a frequenza esclusiva o condivisa con una o più stazioni straniere a programmi differenti, o trasmettano in gruppi sincronizzati sulla stessa frequenza e con lo stesso programma.

Le misure di frequenza possono effettuarsi nel centro di Monza, su tutte le gamme, ed anche su

stazioni debolissime, di cui nemmeno sia percepibile la modulazione, o su stazioni gravemente interferite. Ciò richiede l'uso di metodi ed accorgimenti vari che non è qui il caso di esporre o discutere.

Per queste misure (effettuate a Monza nell'esercizio ordinario del Centro, in numero di circa mille al giorno con precisioni differenti secondo le diverse esigenze dei controlli) sono in funzione cinque complessi di misura, descritti in altro articolo pubblicato su questa rivista. Tali apparecchiature permettono di raggiungere precisioni, secondo le occorrenze, da un minimo di  $\pm 1/10^6$  ad un massimo di  $\pm 1/10^8$ .

Il principio di funzionamento dei cinque complessi, coi quali possono essere quindi effettuate nel Centro fino a cinque misure simultanee da parte di cinque differenti operatori, è qui accennato in modo sommario. Esso consiste nel generare, partendo da un

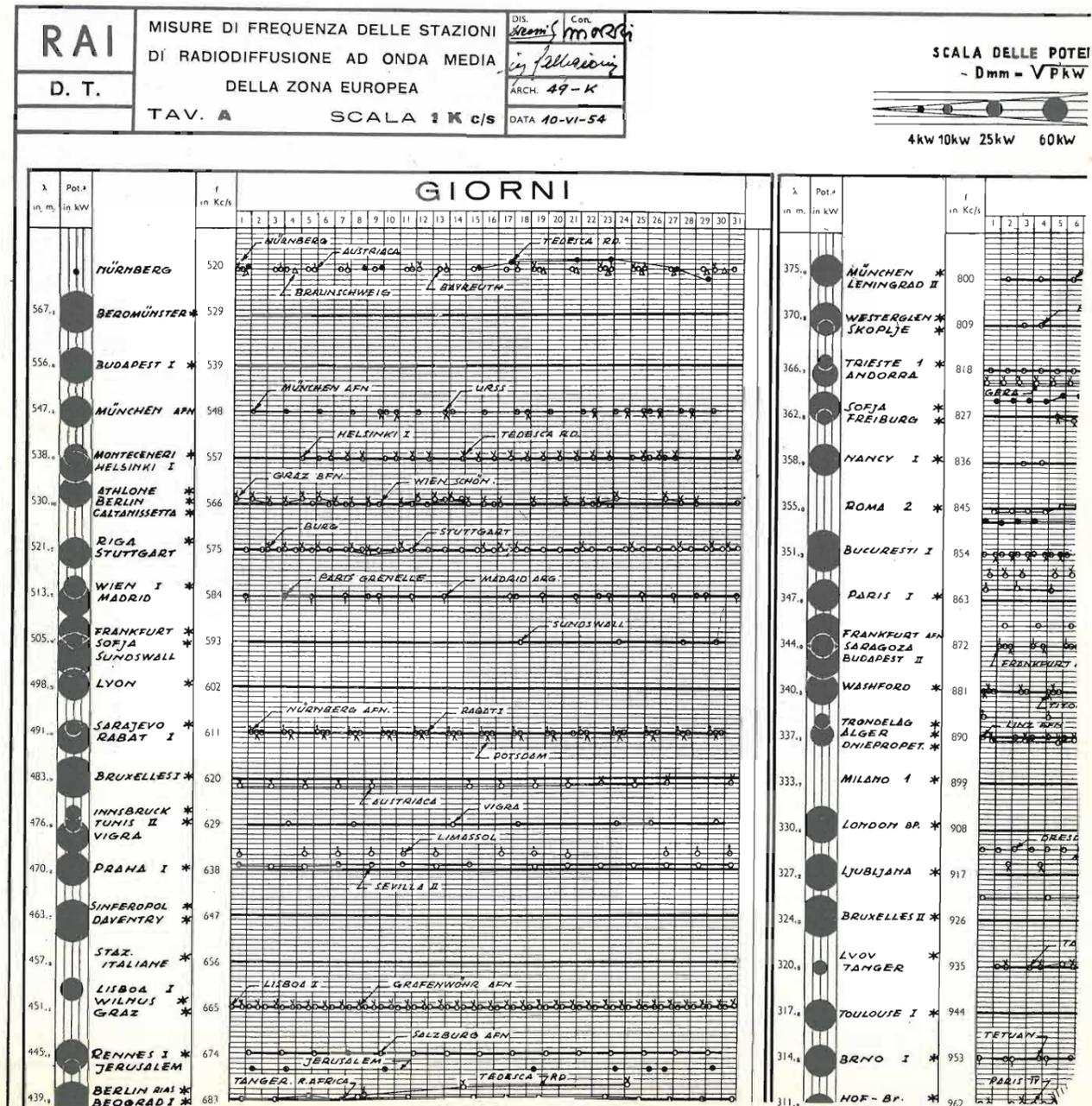


Fig. 3. — Porzione del grafico mensile delle misure di frequenza delle stazioni a onde medie, con scala 1 kHz.

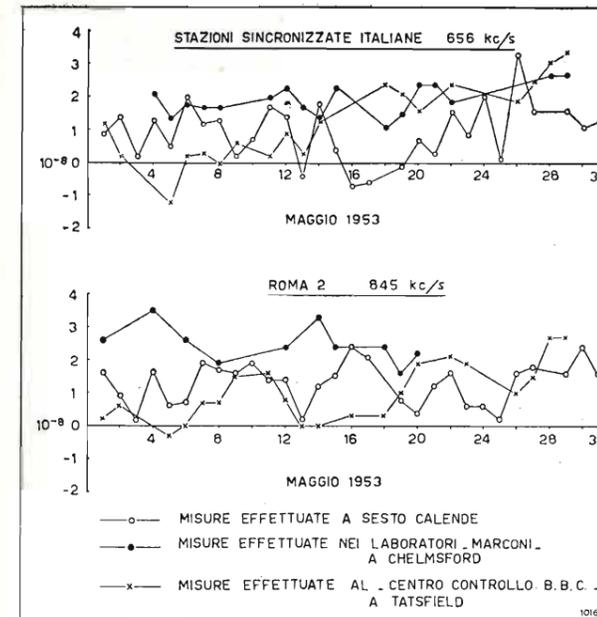


Fig. 4. — Confronto fra misure di frequenza di precisione.

campione di frequenza a 1000 Hz, lo spettro delle armoniche delle frequenze fondamentali 9, 10, 11 kHz. La misura di frequenza si ottiene producendo i battimenti della frequenza incognita con l'una o l'altra delle armoniche menzionate, opportunamente scelte e note, e misurando successivamente, con metodi vari, la frequenza dei battimenti così generati.

Il funzionamento di un complesso di misura è fondato su uno o più campioni di frequenza, con frequenza rigorosamente controllata per confronti con segnali di tempo radiotrasmessi da osservatori astronomici.

Il Centro di Monza dispone di due campioni, uno costruito dalla Ditta Marconi ed uno dalla General Radio Company, con oscillatori a quarzo di altissima stabilità che, con procedimenti demoltiplicativi, generano la frequenza campione di 1000 Hz utilizzata nelle misure.

Per la misura della frequenza campione si usano orologi sincroni che, pilotati dalla stessa frequenza campione, generano impulsi elettrici i quali vengono registrati contemporaneamente ad impulsi prodotti dai segnali orari trasmessi dagli osservatori astronomici e ricevuti mediante convenienti ricevitori. Come appare dalla figura 1 si misurano gli intervalli tra gli impulsi dell'orologio sincrono e quelli dei segnali orari. La variazione di tali intervalli in un certo periodo di tempo, possibilmente lungo, permette di calcolare gli scarti della frequenza campione, rispetto al suo valore nominale di 1000 Hz, con una precisione dell'ordine di qualche unità su  $10^6$ .

Il confronto fra gli impulsi dei campioni e quelli dei segnali orari può avvenire, a Monza, invece che con registratori meccanici, anche per mezzo di contatore elettronico, con precisione ancora maggiore.

Per controllare la stabilità della frequenza di un campione per brevi intervalli di tempo si usano più campioni differenti, che si tengono continuamente sotto controllo, l'uno rispetto all'altro, producendo il battimento fra loro armoniche d'ordine elevatissimo.

Le misure della frequenza dei campioni, per con-

fronti con segnali orari differenti, avvengono si può dire con continuità, lasciando gli orologi sincroni sempre avviati, ed effettuando più volte al giorno le registrazioni dei segnali orari.

Il Centro di Controllo di Monza, come risultato delle proprie misure normali di frequenza sulle onde medie, produce mensilmente, tra l'altro, grafici delle frequenze misurate, con scale differenti, di cui le figure 2 e 3 offrono qualche esempio.

Un documento della precisione delle misure, come risulta dal confronto con i dati comunicati da altri Centri, appare nella figura 4.

Esaminando questa figura si deve tenere anche presente che le misure dei vari Centri sono eseguite nello stesso giorno, ma in generale non nello stesso istante.

Altre misure di grande importanza effettuate o coordinate dal Centro di Controllo sono quelle di campo elettromagnetico. Queste misure, se effettuate presso il Centro, hanno per scopo, in certi casi particolari di stazioni non molto distanti, il controllo della potenza irradiata dai trasmettitori, o le caratteristiche delle antenne, ed in generale lo studio dei fenomeni di propagazione, così diversi secondo la gamma delle frequenze, l'ora del giorno, il periodo dell'anno, ed anche la fase del ciclo solare. Rientrano nel controllo dei campi elettromagnetici le importantissime osservazioni sui gruppi sincronizzati, con lo scopo di stabilire per altra via (oltre quella normale che fa uso delle linee telefoniche fra le stazioni) se le apparecchiature di sincronismo siano sempre perfettamente regolate. I grafici della figura 5 presentano due esempi di registrazioni di campo elettromagnetico, una su onda media (Roma 2 - 845 kHz) ed una su onda corta (Palermo - 6260 kHz).

Il Centro di Controllo coordina pure le misure di campo effettuate fuori sede, nelle vicinanze delle stazioni trasmettenti o in generale in varie parti del territorio nazionale, per la determinazione delle aree di servizio delle stazioni, sia ad onde medie sia ad onde metriche, radiofoniche e televisive, o in generale per esperimenti su antenne ed altri studi. Il Centro dispone di varie apparecchiature di misura di campo per le varie gamme, costruite da differenti ditte specializzate, e si è attrezzato in modo da eseguire sulle proprie apparecchiature di misura, tarature assolute, fondate sull'impiego di generatori di tensione campione. Un grande rigore in questo lavoro, anche dal punto di vista quantitativo, è assolutamente necessario, specialmente nelle gamme delle onde metriche, radiofoniche e televisive, dove la propagazione delle onde è legata in modo complesso alle caratteristiche di direttività delle antenne, cosicché una analisi delle proprietà qualitative e quantitative di queste ultime presuppone una conoscenza sicura della precisione raggiungibile coi misuratori di campo.

Il Centro di Controllo di Monza, inaugurato il 30 maggio 1954, sorge nell'interno di un vasto parco, alla periferia della città, su un terreno quasi pianeggiante, particolarmente adatto alla ricezione delle stazioni lontane, anche perchè le montagne visibili appaiono sotto un angolo inferiore  $2^\circ$  e mezzo, rispetto all'orizzontale. La località ove il Centro è situato, in seguito ad accordi coi Comuni di Monza e Milano, è garanzia contro la costruzione di edifici a carattere industriale, così dannosi alle esigenze di ottima ricezione, e contro l'attraversamento di linee elettriche ad alta tensione.

L'edificio del Centro (fig. 6) è stato costruito su piano architettonico dello Studio Gio Ponti di Milano. Nell'elaborazione di questo piano si è preso come base l'esperienza di anni di lavoro al Centro di Sesto Calende, sia per il dimensionamento come per il numero e la disposizione dei locali, dove le complesse apparecchiature del vecchio Centro hanno trovato conveniente e razionale sistemazione.

L'edificio è costituito da un piano seminterrato, (fig. 7 a), da un piano rialzato (fig. 7 b) e da una torretta sovrastante (fig. 8). Fanno parte dell'edificio l'abitazione del Capo Centro e quella del Custode.

Nei locali del piano rialzato (fig. 7 b) si svolge il lavoro principale del Centro. Nell'ala sinistra sono situati i locali dove si compiono principalmente lavori di misure, ascolti e controlli, montaggi e manutenzione degli apparecchi. Nell'ala destra si trovano gli uffici ed i locali dove i risultati delle misure vengono elaborati, in particolare gli uffici degli ingegneri, la

segreteria, una piccola biblioteca, la sala disegno e qualche altro ufficio.

Nell'ala sinistra, come appare dalla pianta, a ciascuno dei cinque complessi di misura di frequenza è destinato un locale. Tutte le apparecchiature comuni ai cinque complessi, come per esempio i generatori delle frequenze fisse 9, 10, 11 kHz, e gli apparecchi impiegati per il controllo della frequenza dei campioni, sono raccolti in un solo locale (25).

I campioni sono invece disposti in apposito locale del piano seminterrato.

Il laboratorio e il magazzino del materiale elettrico si trovano all'estremità dell'ala sinistra, opportunamente distanziati dai locali dove si svolgono delicate misure ed ascolti.

In uno dei locali dell'ala stessa (3), dove sono situati i pannelli terminali delle antenne, si trova pure il complesso dei ricevitori per ricezione in « diversity », di cui si parlerà più oltre, a proposito delle antenne.

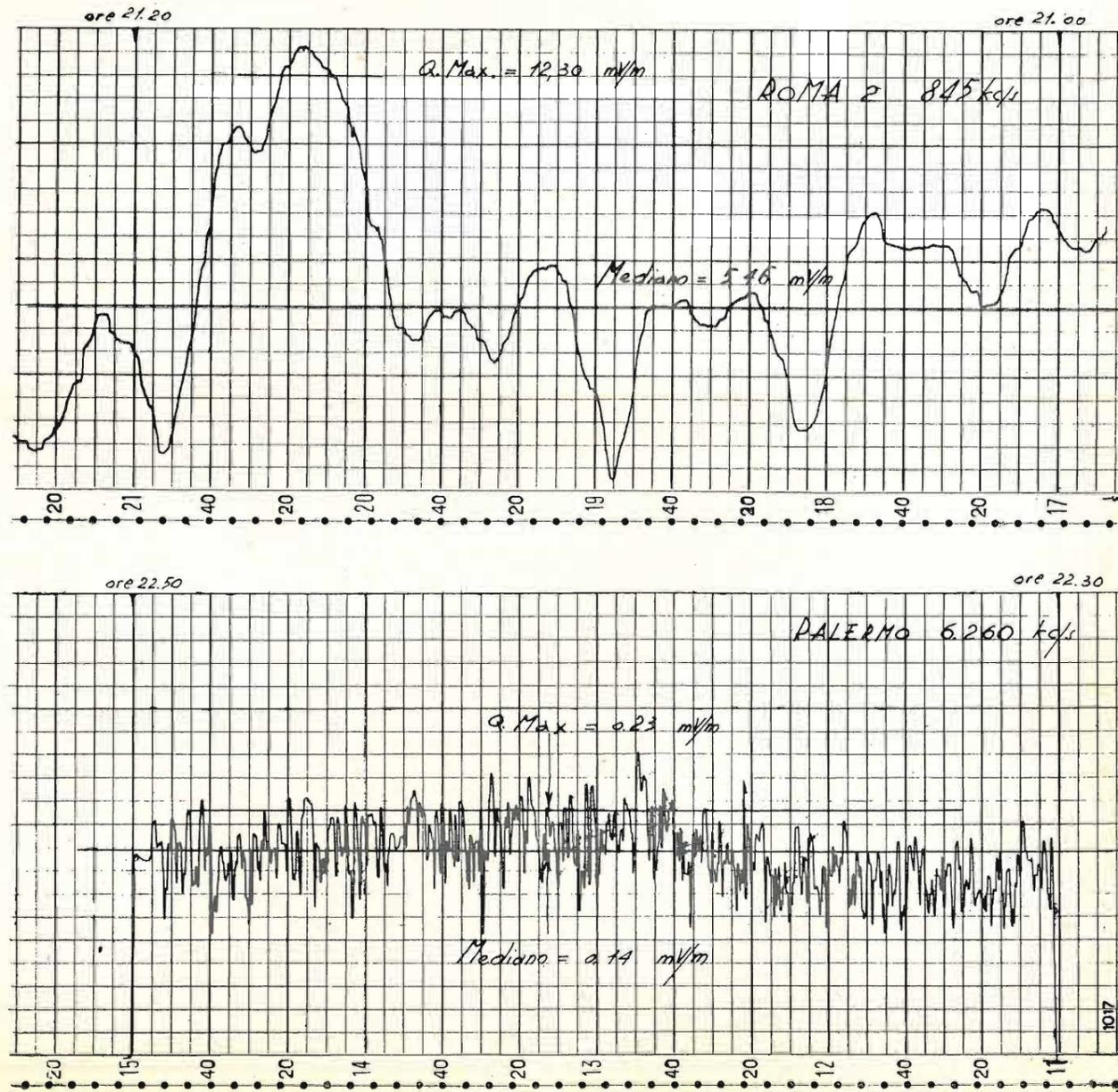


Fig. 5. — Registros di intensità di campi elettromagnetici. Q Max = quasi massimo = campo superato per il 5% del tempo (recentemente si è proposto di fissare il 10% in luogo del 5%). Mediano = campo superato per il 50% del tempo.

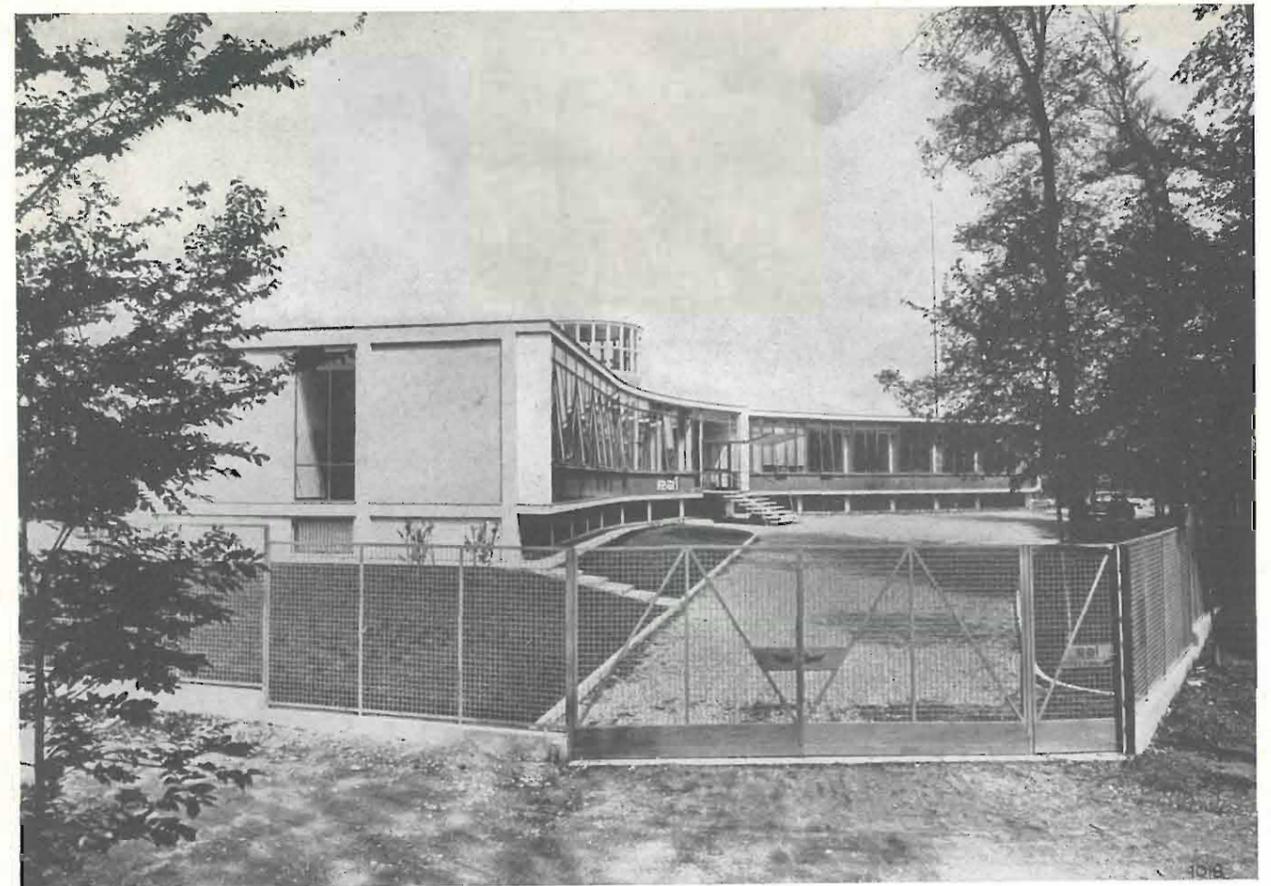


Fig. 6. — Veduta del Centro.

Nel piano seminterrato sono raccolte apparecchiature e macchine essenziali alla funzionalità del Centro, ma che non richiedono un controllo continuo da parte del personale tecnico. Fra tali apparecchiature le principali sono gli oscillatori campioni di frequenza, disposti nel locale 48 (fig. 9), opportunamente protetto. In questo locale l'effetto delle oscillazioni esterne di temperatura è stato attenuato raddoppiando i vetri delle finestre; il pavimento, su cui appoggiano le apparecchiature, è costituito da un unico blocco di cemento armato indipendente dalle altre parti del fabbricato, e non risente quindi delle vibrazioni che possono prodursi in altri punti di questo.

In questo locale è prevista l'installazione di un regolatore automatico di temperatura e umidità, per ridurre sempre di più l'influenza delle condizioni ambientali sulla stabilità di frequenza dei campioni, di cui le esigenze si fanno sempre più rigorose con l'evolversi e il perfezionarsi della tecnica degli oscillatori a quarzo.

Nel piano seminterrato si trovano pure la piccola officina del Centro, le cabine di trasformazione e i quadri di distribuzione a bassa tensione, le batterie di accumulatori, la centrale telefonica, il gruppo elettrogeno di riserva, l'impianto di riscaldamento, il trasmettitore per ponte radio, l'autorimessa, oltre a locali adibiti a magazzino per materiali pesanti.

Particolare interesse offre la stanza schermata (47), collocata sullo stesso piano seminterrato, destinata al controllo dei misuratori di campo, di speciali ricevitori, ed a prove varie. Essa è costruita col metodo classico di due gabbie metalliche, una in rete di rame, l'altra

in lamiera pure di rame, isolate fra loro salvo nel punto di messa a terra. La porta di accesso è attuata essa pure con doppia schermatura che assicura la continuità metallica dei due schermi della stanza. L'attenuazione prodotta sui campi elettromagnetici esistenti all'esterno, nelle adiacenze della stanza schermata, è superiore a 80 dB, cosicché un campo come quello di Milano I, dell'ordine di 70 mV/m, il più forte ricevibile a Monza, è ridotto a un valore irrilevante, tale da non recare disturbo alle misure ed agli esperimenti.

Come è stato accennato, l'edificio è sormontato da una torretta, un vasto locale destinato alle misure di campo elettromagnetico (fig. 10) accessibile per mezzo di una scala a chiocciola.

Ad eccezione del piano su cui appoggia, la torretta è stata costruita evitando rigorosamente l'uso di parti metalliche, cioè interamente in legno e vetro. Chiodi in legno ed incastri tengono unite le parti della struttura, e persino le finestre, sprovviste di perni metallici o cerniere, scorrono su guide di legno. Nell'interno del locale non esistono neppure conduttori metallici per l'illuminazione elettrica, la quale è indiretta, per riflessione sul soffitto, con lampada situata al centro del vano della scala.

Nella gamma delle onde medie il valore del campo elettromagnetico diurno (campo terrestre) misurato in torretta è compreso fra i valori misurati in altri punti circostanti del parco.

Ma l'indice più sicuro per giudicare l'attendibilità delle misure in torretta, negli apparecchi a quadro ricevente, è il rapporto tra il campo misurato e quello residuo con quadro ruotato di 90° (praticamente è il

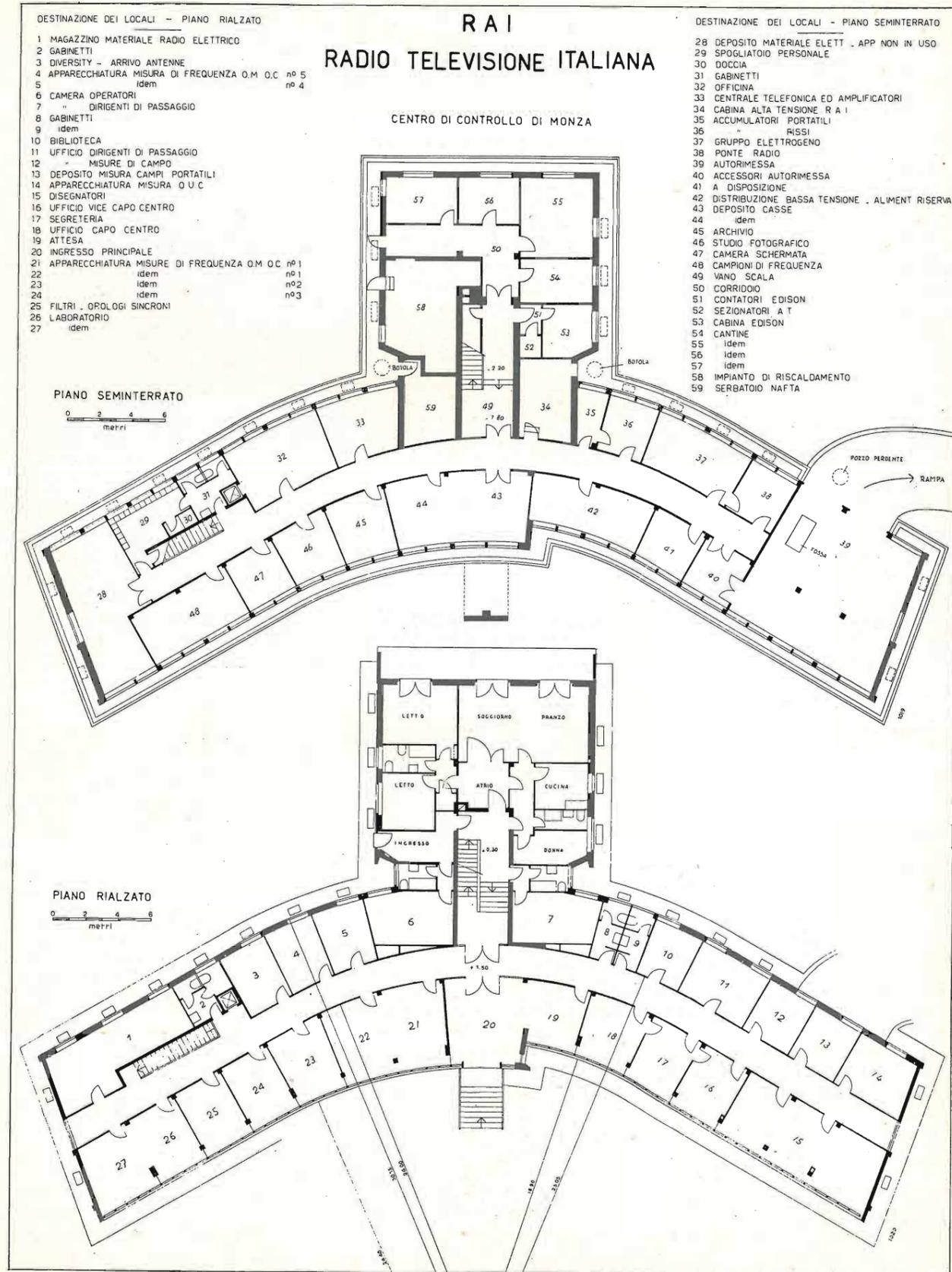


Fig. 7 — Planimetria del Centro di Controllo della RAI a Monza.

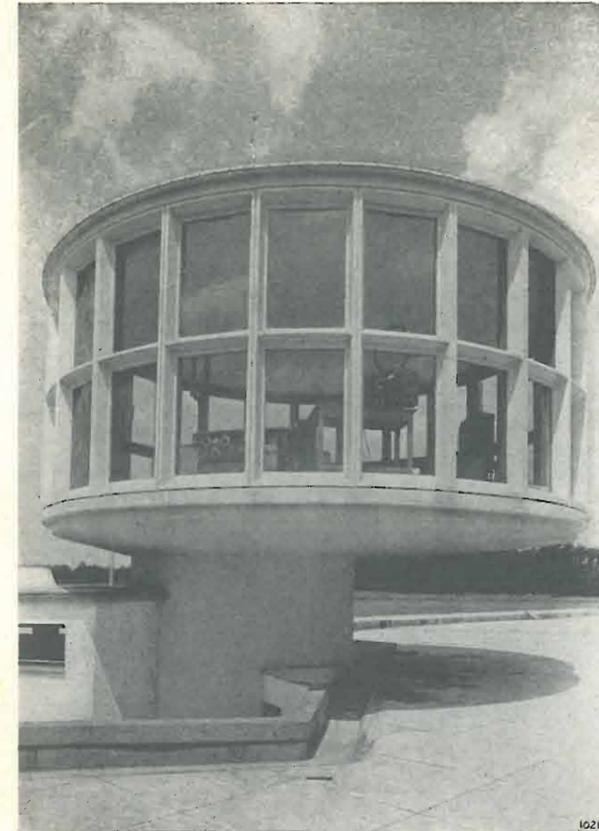


Fig. 8. — Aspetto esterno della torretta.

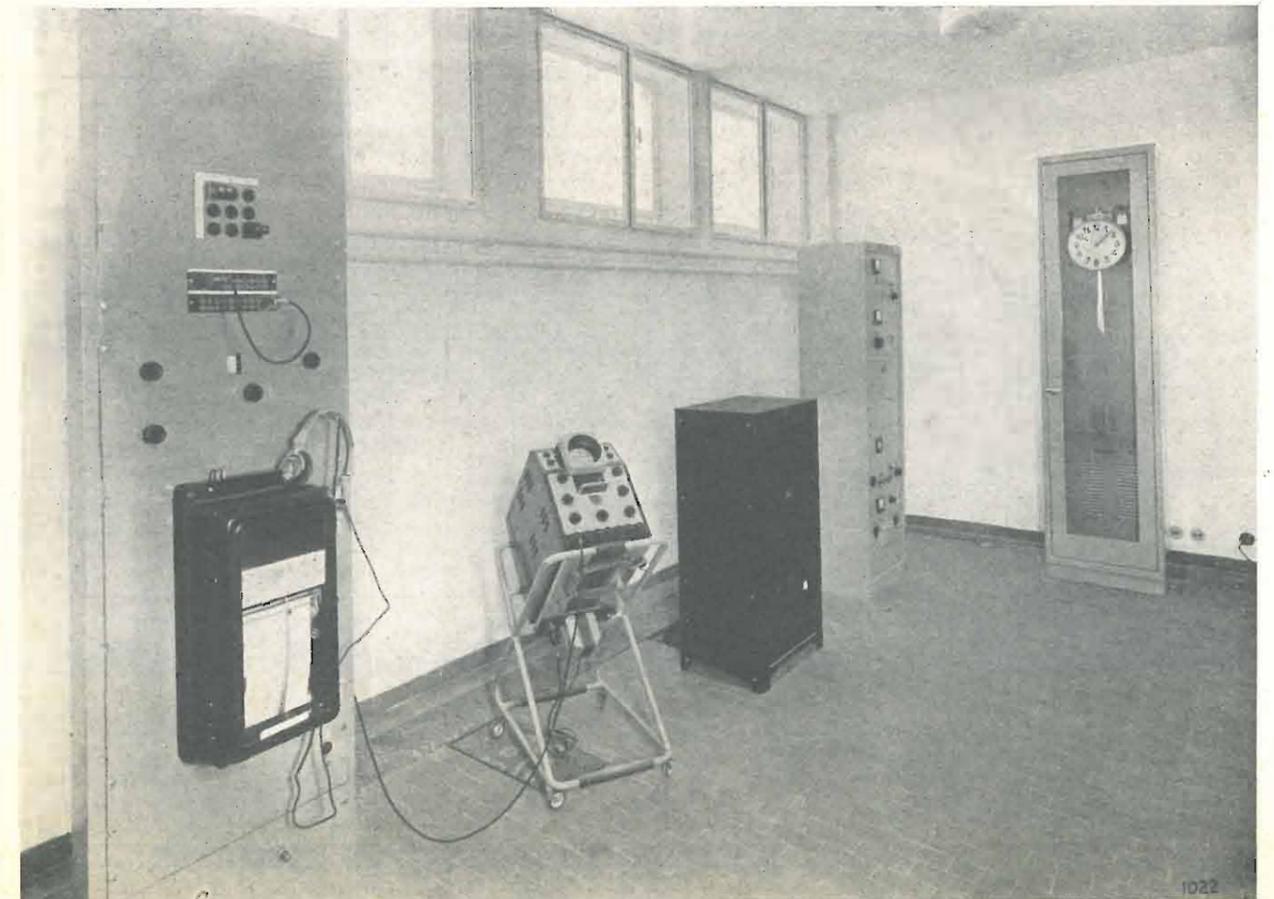


Fig. 9. — Campioni di frequenza.

rapporto tra campo massimo e campo minimo misurati con qualunque orientamento del quadro). Questo rapporto, nelle misure in torretta, è sempre superiore a 25, valore veramente soddisfacente; esso è infatti persino superiore ai corrispondenti rapporti nei punti di misura e confronto, pur molto accuratamente scelti, nelle vicinanze del fabbricato. Accenniamo incidentalmente che nella torretta descritta si effettuano solo misure di campo nelle gamme delle onde lunghe, medie, corte, cioè con apparecchi muniti di quadro ricevente. Le misure di campo nelle onde metriche che utilizzano invece dipoli, sono eseguite nel locale 14 del piano rialzato, adiacente al supporto a cannocchiale per antenne a dipolo, di cui si parlerà più avanti.

Il Centro di Monza, oltre che le funzioni di Centro di Controllo, disimpegna anche quelle di Centro ricevente per programmi irradiati da altri Paesi, e destinati alla ritrasmissione dalle nostre stazioni. Citiamo per esempio le rassegne della stampa da Londra e New York, programmi musicali da Mosca, e certi notiziari sportivi.

Mentre la funzione dei controlli esige la ricezione di campo debolissimi, la funzione della ritrasmissione pone anche la condizione di ricezione regolare, possibilmente immune dagli effetti delle evanescenze.

Le antenne del Centro di Monza, ancora in fase di sistemazione, si propongono di soddisfare queste differenti condizioni.

Sono già in funzione, con risultati soddisfacenti, due antenne rombiche dirette secondo l'asse America del Nord-Africa Orientale, utilizzate per la ricezione

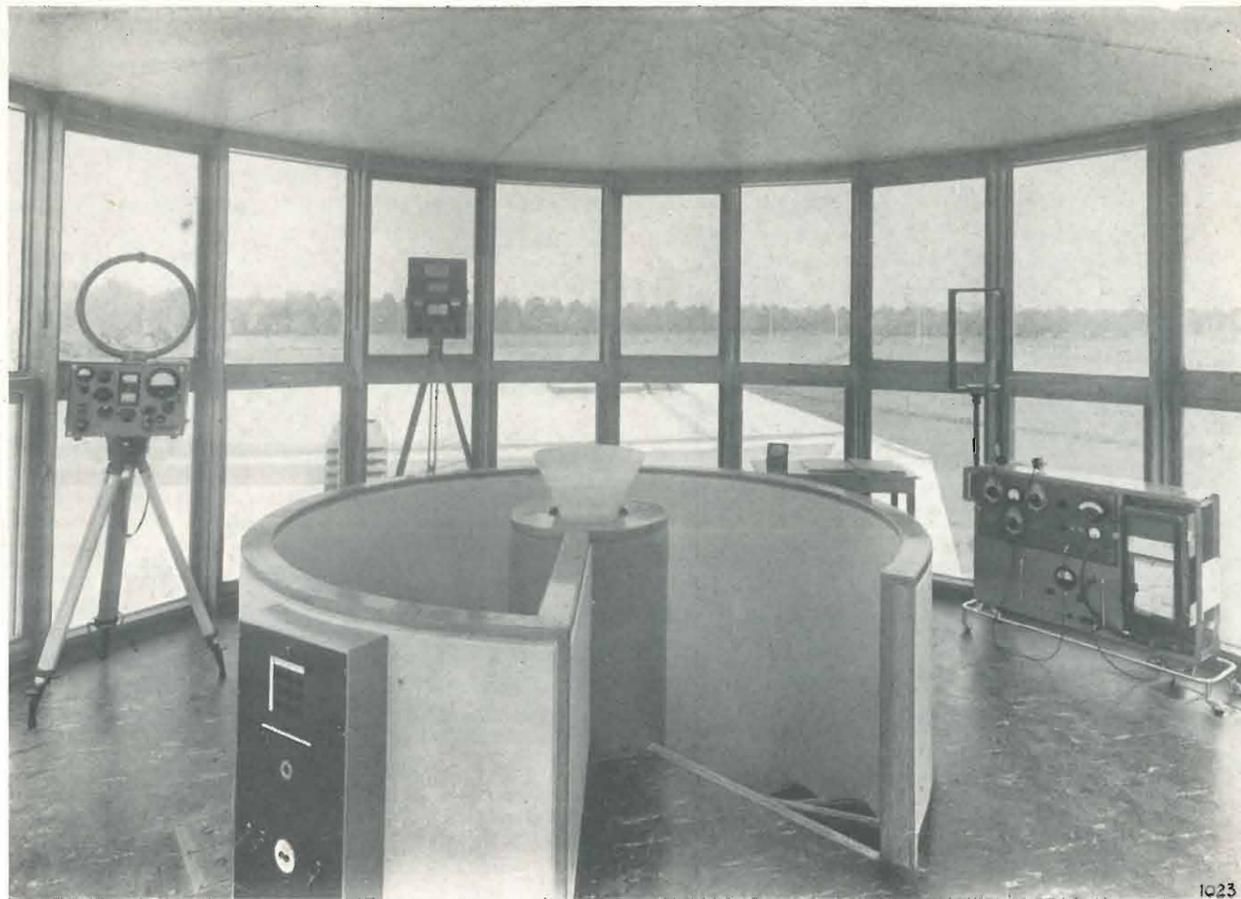


Fig. 10. — Aspetto interno della torretta per le misure di campo.

in « diversity » con i ricevitori già menzionati, ed analoghe antenne rombiche verso altre direzioni sono previste.

Le antenne rombiche già in funzione possono essere utilizzate nelle due direzioni opposte. A ciascuno dei due vertici sono applicati (in cassetta) trasforma-

tori di impedenza a larga gamma, che adattano l'impedenza di 600 Ω dell'antenna a quella di 60 Ω dei cavi coassiali armati (interrati) che collegano i due vertici di ciascuna antenna al pannello terminale delle antenne, nel fabbricato (fig. 11). La distanza di oltre 400 m fra le due antenne rombiche America

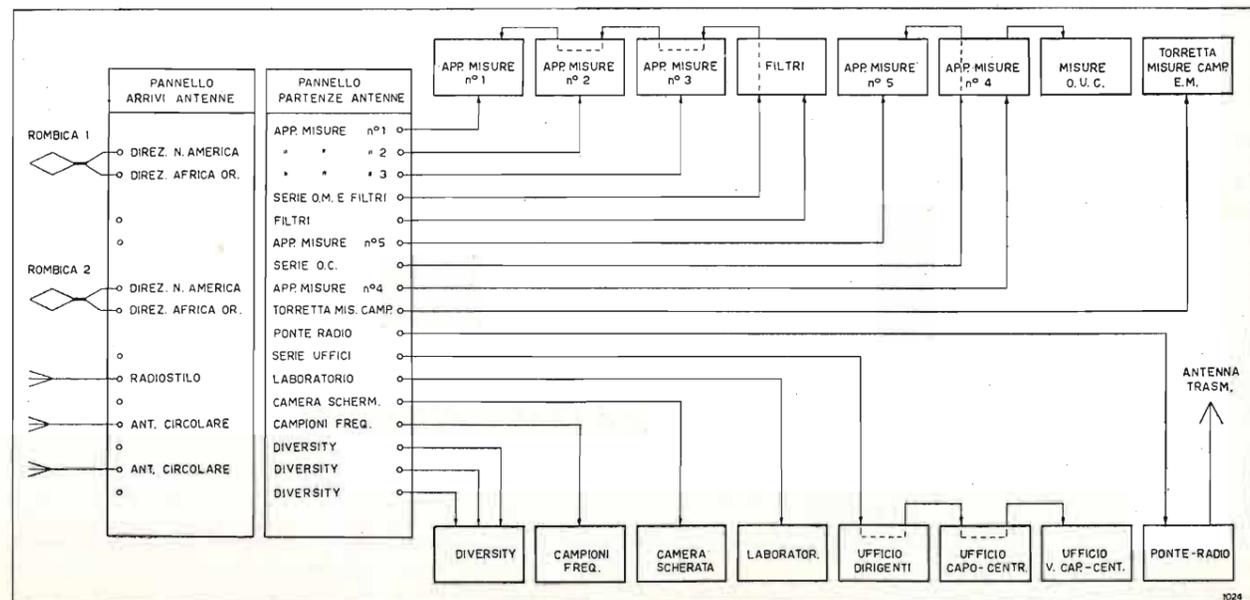


Fig. 11. — Collegamenti a radiofrequenza.

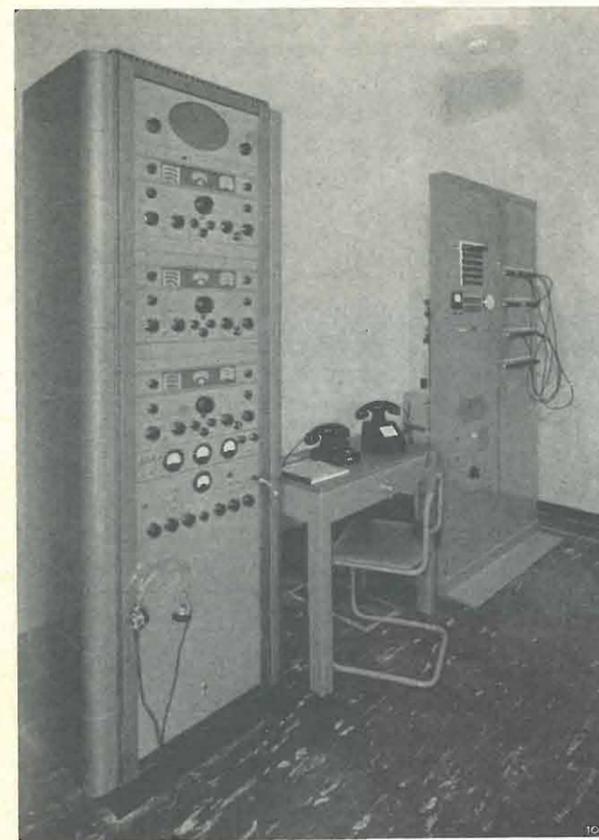


Fig. 12. — Apparecchiatura ricevente « diversity » e pannello arrivi antenna.

del Nord-Africa Orientale, permette un efficace effetto della ricezione in « diversity » (fig. 12).

Abbiamo già accennato al supporto a cannocchiale per antenne a dipolo, utilizzato specialmente per ricezione e misure nella gamma delle onde metriche, dove il campo risente dell'altezza in modo critico. Il supporto a cannocchiale è comandato elettricamente, e permette di elevare l'antenna fino all'altezza di 27 m sul suolo (vedi copertina del presente fascicolo). Naturalmente l'antenna può essere ruotata in qualunque direzione, indicata per mezzo di un indice su un quadrante, situato nel locale ricevitori, che ne segna pure l'altezza sul suolo.

Le antenne in funzione nel Centro sono tutte collegate con cavi coassiali al pannello terminale, dal quale partono pure i cavi coassiali di collegamento coi vari locali ed i vari ricevitori. Sul telaio dei terminali, per mezzo di cordoni, può avvenire il colle-

gamento di qualunque antenna con qualunque ricevitore (fig. 11).

L'energia elettrica necessaria al funzionamento del Centro per illuminazione e forza motrice, è fornita attraverso una cabina di trasformazione provvista di due trasformatori di 70 kVA ciascuno. L'energia elettrica alimenta la cabina, attraverso un cavo armato lungo circa 500 m, alla tensione di 6500 V. L'energia a bassa tensione è distribuita ai cavi locali ed apparecchiature attraverso un quadro di distribuzione. Un gruppo elettrogeno da 30 kVA assicura al Centro una sufficiente autonomia in caso di prolungate interruzioni nella alimentazione normale dell'energia.

Le apparecchiature di misura, controllo ed ascolto sono alimentate con corrente alternata alla tensione di 110 V stabilizzata con trasformatori a ferro saturo. Una batteria di accumulatori a 24 V e 960 Ah ed alcuni convertitori ad avviamento automatico assicurano l'alimentazione senza interruzione delle apparecchiature a funzionamento continuo (per lunghi periodi). Fra le apparecchiature a funzionamento continuo menzioniamo i campioni di frequenza, e relativi orologi sincroni, che per lunghi periodi non devono subire interruzioni, per le esigenze della misura della propria frequenza, come già precedentemente spiegato. Nel caso particolare dei campioni di frequenza, speciali condensatori-serbatoio (di altissima capacità) assicurano la continuità della tensione anodica durante il brevissimo intervallo necessario all'avviamento dei convertitori, durante il quale il catodo delle valvole (a riscaldamento indiretto) non subisce raffreddamento apprezzabile.

Terminata così la descrizione sommaria delle attività del Centro di Controllo di Monza, e dato un rapido cenno alle apparecchiature ivi funzionanti, conviene ricordare che il lavoro svolto da un centro di controllo, anche il meglio attrezzato, fa sempre grande assegnamento sull'opera di un personale tecnico altamente specializzato.

Nei lavori di controllo e di misura, da effettuarsi di giorno, di sera e di notte, cioè nelle ore imposte da esigenze di esercizio e dalle proprietà della propagazione, in condizioni di ascolto spesso molto difficili, fra esigenze opposte di rapidità e di esattezza, la capacità e l'esperienza dei tecnici addetti assume una importanza preponderante nell'ampiezza e nella precisione delle informazioni fornite dal Centro. Ma oltre capacità ed esattezza, un alto senso di responsabilità è chiesto ai tecnici addetti al Centro, consapevoli che le informazioni da essi fornite, in sede nazionale come in sede internazionale, possono avere conseguenze di vasta portata.

## CORSO DI SPECIALIZZAZIONE IN TELECOMUNICAZIONI

Presso l'Istituto Superiore delle Poste e delle Telecomunicazioni, avrà inizio, in data 1° dicembre 1954, il corso di Specializzazione in Telecomunicazioni, avente grado universitario.

Tale corso — al quale potranno essere ammessi come allievi i laureati in ingegneria — avrà la durata di un anno accademico e comprenderà due sezioni: *Telefonia e Radiocomunicazioni*.

Agli allievi che abbiano frequentato regolarmente i Corsi e che superino l'esame in tutte le materie, sarà conferito un *Diploma di ingegnere specializzato* in telegrafia e telefonia.

Questo diploma di specializzazione è, a parità di altre condizioni, titolo di preferenza per i concorsi ai posti di ingegnere dell'Amministrazione delle Poste e delle Telecomunicazioni.

Il Ministero delle Poste e delle Telecomunicazioni metterà a disposizione degli allievi, che non abbiano alla data del presente avviso superati i trent'anni di età, un certo numero di borse di studio, previo concorso per titoli.

Per il programma del corso e per ulteriori informazioni rivolgersi alla Segreteria dell'Istituto.

## L'OSCILLOGRAFO A LARGA BANDA E AD IMPULSI APPARECCHIO INDISPENSABILE NELLA MODERNA TECNICA DELLE TELECOMUNICAZIONI

L'impiego sempre crescente nelle telecomunicazioni di impulsi di ogni tipo in luogo di onde sinusoidali, ha portato ad una nuova tecnica delle misure e quindi alla necessità di nuovi apparecchi di misura. L'apparecchio più importante in questo nuovo campo è l'oscillografo a raggi catodici.



Strumento indispensabile per studi, esperienze ed esercizio di impianti nei seguenti campi:

- Tecnica generale degli impulsi;
- Televisione;
- Tecnica di misura radio (Radar);
- Contatori elettronici;
- Modulazione ad impulsi

e altri.

Nella seguente breve illustrazione sono indicate le caratteristiche indispensabili di un tale oscillografo; dette caratteristiche sono pienamente soddisfatte dal tipo OBF della Ditta Rohde & Schwarz di Monaco.

L'amplificatore Y ha un campo di frequenza da 3 Hz a 10 MHz ed un'amplificazione di 600, corrispondente ad una sensibilità di 200 mm per Volt picco-a-picco o 1 mm per 5 mV<sub>pp</sub>. Il tempo di passaggio di un impulso dal 10% al 90% è di 0,06 μs senza alcun guizzo (overshoot). Onde rettangolari di frequenze più basse sono riprodotte senza abbassamento del tratto orizzontale dell'onda, cosicché possono essere accuratamente provati anche collegamenti televisivi. In relazione al tempo finito di avviamento del circuito di spazzolamento, l'amplificatore Y comprende un ritardo di segnale di 1/4 μs

che agisce in pieno a tutte le frequenze, cosicché le forme d'onda in esame non vengono deformate.

L'amplificatore X può trasmettere frequenze da 0 a 700 kHz. Comprende un attenuatore a due stadi ed un regolatore fine. La sensibilità di deviazione con l'amplificatore è di 100 mm/V<sub>pp</sub> ossia 1 mm/10 mV<sub>pp</sub>.

L'oscillatore a rilassamento per l'asse dei tempi genera frequenze da 15 Hz a 500 kHz in 7 campi con regolazione fine. Il circuito di rilassamento può essere a scelta indipendente e periodico senza sincronizzazione; oppure dipendente e sincronizzato alla fine di ogni periodo del segnale, in modo da garantire un accoppiamento rigido tra segnale e asse dei tempi. In tal modo possono venir rappresentati sullo schermo stabilmente anche fenomeni singoli scegliendo quale istante di partenza dello spazzolamento il fianco ascendente o discendente del segnale. Particolarmente vantaggiosa è la possibilità di osservare un impulso, dilatando l'asse dei tempi, come attraverso ad una lente a sei ingrandimenti: si possono in tal modo rilevare tutti i particolari dell'onda, anche quelli che provocano effetti perturbatori e che con i normali sistemi in uso non sono visibili per difetto di potere risolutivo.

Tale oscillografo sarebbe incompleto se, insieme col segnale, non potesse essere registrata anche una scala dei tempi. Gli oscillografi precedenti richiedevano l'impiego di un secondo raggio oppure la sostituzione del segnale con una frequenza sinusoidale e successivo confronto delle posizioni sullo schermo. Il nuovo oscillografo Rohde & Schwarz compie automaticamente tale difficile lavoro, interrompendo periodicamente a intervalli prefissabili di 0,04/0,1/1/10 e 100 μs la traccia che risulta quindi tratteggiata. Un particolare circuito provvede che tale linea tratteggiata risulti sempre stabile sullo oscillogramma in modo che si possano contare facilmente i tratti di marcatura.

Accanto a questi pregi particolari l'oscillografo a larga banda OBF della ditta Rohde & Schwarz possiede i soliti dispositivi come:

- Postaccelerazione di 4000 Volt;
- Comando automatico di luminosità per la protezione contro « bruciature »;
- Spostamento orizzontale e verticale del punto luminoso;
- Possibilità di taratura dell'amplificatore Y;
- Oscillazione rettangolare e rispettivamente trapezoidale incorporata di 50 Hz per la taratura alle basse frequenze;

Comando esterno di luminosità sul cilindro di Wehnelt;

- Collegamento diretto alle placchette deviatrici;
- Alimentatore stabilizzato.

Particolarmente comodo è il partitore incorporato preinseribile 10 : 1; esso permette di ridurre a un decimo la sensibilità mentre possiede al contempo una capacità di ingresso di soli 8 pF, tale da consentire l'esame anche di circuiti con limitata possibilità di carico aggiuntivo.

**Ing. Oscar Roje - MILANO - Via T. Tasso, 7**

## COMPLESSI PER MISURA DI FREQUENZA NEL CENTRO DI CONTROLLO DELLA RAI A MONZA

DOTT. ING. GUIDO LARI  
della RAI

**SOMMARIO** - Una delle principali attività del Centro di Controllo di Monza è l'esecuzione di misure di frequenza, in numero di circa mille al giorno, sia pure con precisioni differenti, sulle stazioni di radiodiffusione, per frequenze comprese nella quasi totalità tra 0,5 e circa 30 MHz. A questo fine il Centro è dotato di cinque complessi di apparecchiature, la cui attuazione nella forma presente è il risultato di anni di studi ed esperienze ad opera dello stesso Centro di Controllo, trasferito di recente dalla sede di Sesto Calende a quella di Monza. Dopo alcuni cenni generali sulle misure di frequenza, dai quali appare anche la graduale evoluzione dei procedimenti di misura fino ai metodi ora usati, seguirà la descrizione di un complesso di misura e delle parti che lo compongono.

### 1. Cenni generali sulle misure di alte frequenze.

Ricordiamo che la misura di un'alta frequenza  $f_x$  si riduce alla misura di una audiofrequenza  $f_b$ , qualora si disponga di una frequenza nota  $f_c$  poco diversa da  $f_x$ , producendo un battimento tale che

$$f_x = f_c \pm f_b.$$

Poiché le misure delle audiofrequenze  $f_b$  possono eseguirsi con differenti metodi e grande rigore, la possibilità di misurare qualunque frequenza di una certa gamma è fondata sulla disponibilità di un numero abbastanza grande di frequenze note  $f_c$  sufficientemente ravvicinate, entro la stessa gamma.

Se la  $f_c$  è nota con un errore relativo  $\pm \epsilon_c$  ed  $f_b$  è misurata con un errore relativo  $\pm \epsilon_b$ , l'errore relativo  $\epsilon_x$  della frequenza  $f_x$  è dato da

$$f_x (1 \pm \epsilon_x) = f_c (1 \pm \epsilon_c) \pm f_b (1 \pm \epsilon_b)$$

cioè

$$f_x \epsilon_x = | f_c \epsilon_c \pm f_b \epsilon_b |.$$

Poiché  $f_b \ll f_c$  ed  $\epsilon_b$  può essere reso anche molto piccolo, si ha con approssimazione:

$$f_x \epsilon_x = \sim f_c \epsilon_c$$

ed anche

$$\epsilon_x = \sim \epsilon_c.$$

Si può dire quindi in generale che la precisione relativa della misura di una frequenza, effettuata coi metodi più rigorosi, è praticamente la precisione relativa con cui si conoscono le frequenze campioni  $f_c$  utilizzate nella misura.

I vari metodi di misura rigorosa delle frequenze si differenziano:

a) per il metodo di produzione di uno spettro discreto di frequenze note  $f_c$ ;

b) per il metodo di misura delle audiofrequenze  $f_b$ .

Nelle apparecchiature usate dal Centro di Monza, mentre il metodo a) è unico per tutte, il metodo b) può essere differente per una stessa apparecchiatura, secondo la precisione che si vuole ottenere e secondo il tempo che si può impiegare nella misura.

Ovviamente le misure più rigorose richiedono in

generale un tempo maggiore; tuttavia, grazie alla massima semplificazione ed automaticità delle operazioni, anche le misure più precise richiedono ormai un tempo molto breve, salvo quando si tratti di stazioni fortemente interferite, che presentano problemi di misura particolari. È altresì ovvio che è inutile ed illusorio applicare metodi di misura molto precisi per quelle stazioni la cui stabilità di frequenza è inferiore alle precisioni minime offerte dalle misure.

Nella produzione di uno spettro discreto di frequenze note si parte in generale da un campione di frequenza, o più esattamente da una frequenza nota con la massima precisione possibile, e con procedimenti moltiplicativi (produzione di armoniche) o combinatori (somme e sottrazioni) si generano le frequenze  $f_c$  desiderate.

Originariamente, molti anni fa, il metodo usato dalla RAI per la produzione delle frequenze campioni  $f_c$  consisteva nella generazione di uno spettro discreto di armoniche della frequenza fondamentale di 10 kHz, di intensità abbastanza elevata nella gamma entro la quale dovevano effettuarsi le misure rigorose (in passato la sola gamma delle onde medie).

Disponendo così di uno spettro discreto di frequenze con intervalli di 10 kHz, tre casi differenti potevano presentarsi praticamente:

- 1) la frequenza  $f_b$ , differenza tra la frequenza da misurare  $f_x$  e una frequenza  $f_c$  appartenente allo spettro campione, era, in valore assoluto, compresa tra qualche decina di Hz e circa 5000 Hz;
- 2) la frequenza  $f_b$  era inferiore a qualche decina di Hz;
- 3) la frequenza  $f_b$  era quasi uguale a 5000 Hz.

In tutti i casi si faceva uso, per la misura della audiofrequenza  $f_b$ , di un oscillatore ad audiofrequenza, a lettura diretta, tarato fra qualche Hz e 5000 Hz, con errore di taratura e di lettura inferiore a  $\pm 0,5$  Hz.

Nel caso 1), che era il più frequente, la frequenza  $f_b$  veniva misurata per battimento e confronto con l'oscillatore tarato, con errore finale della misura inferiore a  $\pm 0,5$  Hz che corrisponde a una precisione relativa superiore a  $1/10^6$  nelle misure sulle onde medie.

Nel caso 2), per il basso valore della frequenza  $f_b$ , la misura per confronto e battimento con l'oscillatore

non era più possibile. Anche nel caso 3) l'applicazione del metodo in generale dava luogo a difficoltà pratiche perchè, trovandosi la  $f_x$  circa a metà fra due armoniche adiacenti della frequenza fondamentale di 10 kHz, erano presenti nella misura due note di battimento  $f_b$ , una leggermente superiore ed una leggermente inferiore a 5000 Hz, che difficilmente potevano distinguersi, salvo accorgimenti particolari che introducevano complicazioni.

Le misure di tipo 2) e 3) venivano però ricondotte alle misure di tipo 1) mediante una eterodina ausiliaria. Misurando rigorosamente la frequenza di battimento  $f_b$  si portava l'eterodina ad oscillare su una frequenza  $f'_x$  che differiva di un valore noto dalla frequenza  $f_x$  avendo  $|f_x - f'_x| = f_b$ . Con lo spostamento così attuato la frequenza dell'eterodina era misurabile col metodo generale 1) avendo  $|f'_x - f_c| = f_b$  e la frequenza cercata era data da:

$$f_x = f_c \pm f_b \pm f'_b.$$

Questo metodo, detto dell'eterodina ausiliaria, oltre che essere più lungo, introduceva un errore supplementare per l'instabilità di frequenza dell'eterodina, tra l'istante di misura della frequenza  $f'_b$  e l'istante di misura effettiva della frequenza  $f_b$ .

In tutti i metodi di cui abbiamo finora parlato l'errore della misura era inferiore a  $\pm 0,5$  Hz, corrispondente a una precisione relativa, sulle onde medie, superiore a  $1/10^6$ . Per ottenere precisioni maggiori, cioè per eliminare l'uso dell'oscillatore ad audiofrequenza, occorre disporre di audiofrequenze rigorosamente note, poco diverse dalle audiofrequenze  $f_b$ , e misurare la differenza, sotto forma di battimento, per mezzo di registrazioni meccaniche od oscillografiche.

Nei casi pratici le stazioni che debbono essere misurate con altissime precisioni, tutte stazioni di grande stabilità, occupano frequenze prossime al valore nominale, ed in generale frequenze prossime

a un multiplo di 1 kHz. Questo significa che le audiofrequenze da misurare sono in generale poco diverse da 1 kHz o da un suo multiplo (fino a 5 kHz). In questi casi conviene produrre audiofrequenze di riferimento, multiple di 1 kHz, ricavate da un campione a 1000 Hz.

Difficoltà particolari si presentavano quando le frequenze da misurare erano multiple di 10 kHz, od anche di 5 kHz; in questi casi erano richiesti accorgimenti speciali su cui sorvoliamo. Ci limitiamo a dire che, nelle misure più rigorose, si può raggiungere la stessa precisione con cui è nota la frequenza del campione (cioè praticamente  $\pm 1/10^8$ ).

Da quanto si è esposto appaiono le complicazioni e le limitazioni inerenti al metodo, adottato in passato dalla RAI, di generare le frequenze campioni come i soli multipli della frequenza fondamentale 10 kHz; l'esperienza mostrò che, per conseguire una maggiore semplicità nell'esecuzione delle misure, era desiderabile ricorrere ad uno spettro discreto di frequenze campioni  $f_c$  più fitto di quello che comprende i soli multipli di 10 kHz.

Le prove effettuate presso il Centro di Controllo di Sesto Calende condussero così alla costruzione dei complessi attualmente in uso, capaci di produrre lo spettro delle armoniche di 9, 10, 11 kHz; per purezza e intensità tali armoniche sono utilizzabili in tutte le gamme dove possono e devono effettuarsi misure rigorose, cioè nelle gamme delle onde lunghe, medie, corte e cortissime (o metriche).

## 2. Generalità sui complessi di misura.

Questi complessi, che a Monza sono cinque, permettono misure di frequenza con precisioni differenti, fino a qualche unità su 100 000 000; questa precisione è quella con cui si può misurare e conoscere la frequenza del campione.

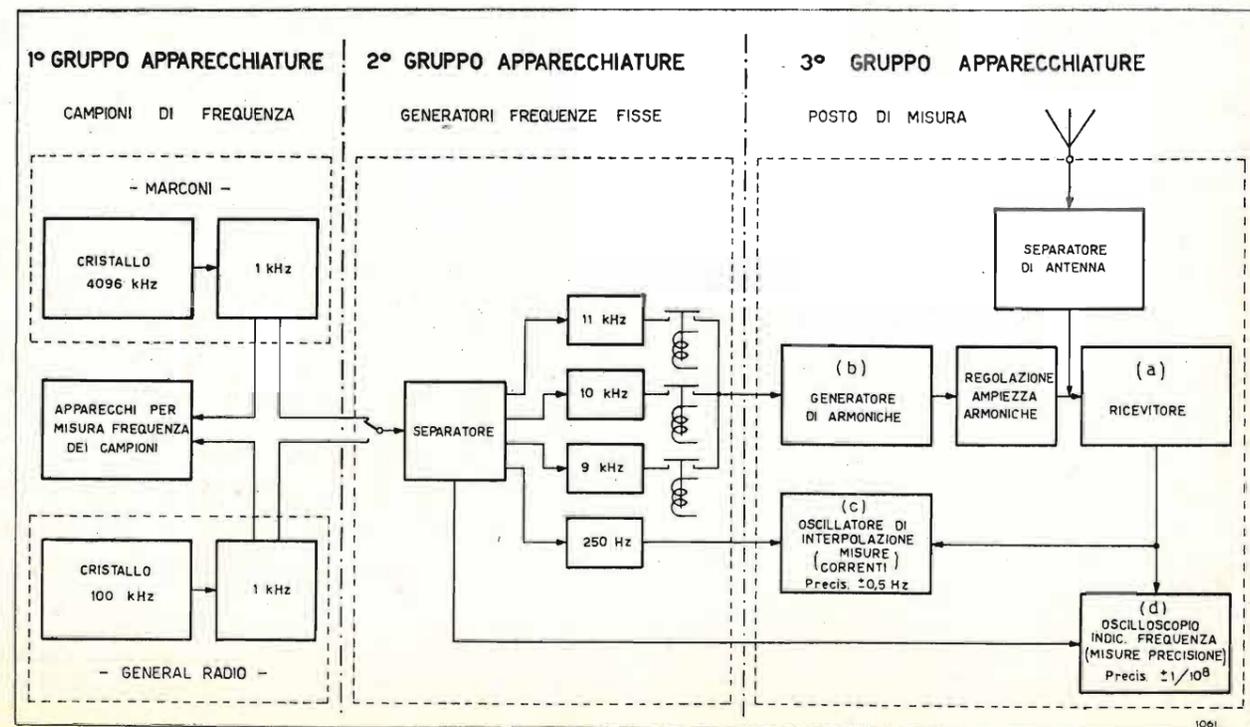


Fig. 1. — Schema di principio del complesso per misura di frequenze fino a 30 MHz.

Come si è già detto, grazie alla massima semplificazione e automaticità di tutte le operazioni preparatorie, le misure possono essere effettuate con grande rapidità, come richiesto dalle esigenze di un centro di controllo che deve eseguire moltissime misure in breve tempo.

Si possono misurare frequenze comprese in tutte le gamme delle onde lunghe medie corte, direttamente sui segnali provenienti dalle stazioni radio, anche deboli e indecifrabili, anche coperti da una o più interferenze, così da arrivare al risultato, apparentemente paradossale, di misurare la frequenza di segnali di cui non sia udibile la modulazione. In simili casi la misura di frequenza, unitamente ad altre informazioni di cui dispone l'operatore (frequenza assegnata a una stazione, frequenza occupata dalla stazione in altri momenti della giornata, o in altri giorni, in condizioni più favorevoli di propagazione o di interferenze) può aiutare all'identificazione di una stazione inudibile o coperta da interferenze, ma misurabile.

Il complesso si compone di tre parti, o meglio di tre gruppi di apparecchiature come è indicato in figura 1.

### A) PRIMO GRUPPO DI APPARECCHIATURE

Comprende i campioni di frequenza, installati in apposito locale seminterrato, su un pavimento reso indipendente dal resto del fabbricato. Connessi ai campioni, ma collocati in altro locale dell'edificio, sono gli apparecchi registratori impiegati per il controllo delle loro frequenze per mezzo di segnali orari.

Un breve cenno ai campioni, in numero di due al Centro di Monza, e al metodo della misura della loro frequenza, è contenuto in altro articolo di questa rivista.

I campioni forniscono una frequenza base di 1000 Hz nota con la precisione di  $\pm 1/10^8$ .

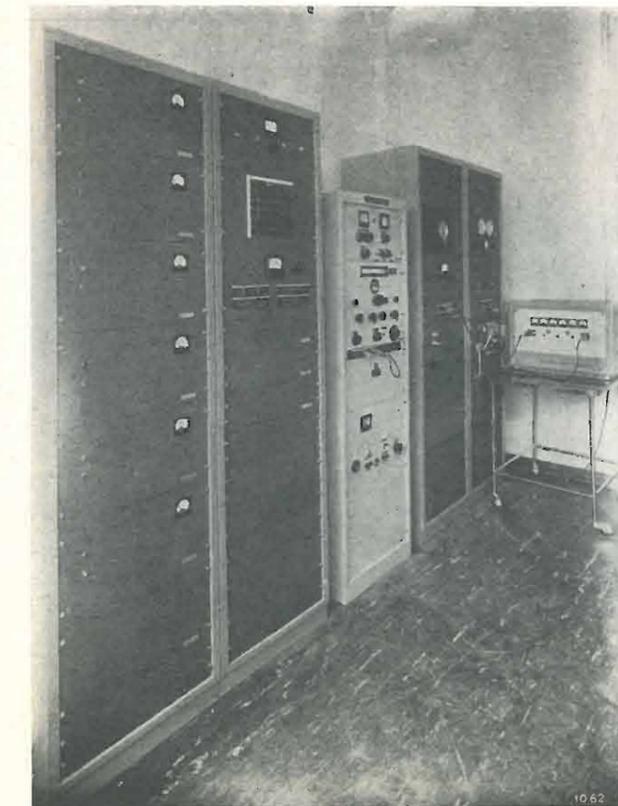


Fig. 2. — Generatori di frequenze fisse e apparecchi per la misura della frequenza dei campioni.

### B) SECONDO GRUPPO DI APPARECCHIATURE

A questo gruppo (fig. 2) appartengono gli apparecchi generatori di tre frequenze fisse multiple della frequenza campione.

Tali generatori sono sostanzialmente costituiti da uno stadio distortore pilotato dalla frequenza campione di 1000 Hz e da vari stadi di amplificazione selettiva, accordati sulla frequenza dell'armonica desiderata. Ogni generatore è attuato in due esemplari, uno in funzione l'altro di riserva.

Le frequenze scelte sono, come s'è detto, le seguenti:

9000 Hz; 10 000 Hz; 11 000 Hz.

Queste tre frequenze, impiegate per pilotare i successivi generatori di armoniche, devono essere assolutamente pure, e in particolare non contenere traccia della frequenza base di 1000 Hz, da cui provengono. Questa esigenza è estremamente rigorosa, perchè ogni traccia di 1000 Hz, penetrando nei generatori di armoniche, si ritroverebbe come modulazione particolarmente nelle armoniche più elevate prodotte dai generatori e causerebbe battimenti falsi ed errori nelle misure.

La difficoltà di ottenere queste tre frequenze col massimo grado di purezza possibile, e specialmente l'eliminazione della frequenza base di 1000 Hz, è soprattutto un problema di selettività del filtraggio perchè, partendo da un generatore a 1000 Hz ricco di armoniche, se non si eliminano le armoniche adiacenti a quella desiderata, la frequenza 1000 si riproduce per battimento coi residui delle armoniche adiacenti.

La difficoltà è specialmente considerevole per la frequenza di 11 kHz perchè, essendo 11 numero primo, il prodotto per 11 deve essere attuato con un solo salto.

Dato l'estremo rigore di tale esigenza le caratteristiche e l'efficacia dei filtri (costruiti coi materiali più perfezionati della tecnica moderna onde ottenere coefficienti di bontà elevatissimi) non sono verificabili con l'analisi diretta sulla frequenza fondamentale (per es. 11 kHz). Si è perciò ricorso all'esame sulle armoniche più elevate utilizzate nelle misure. Del resto la stessa esecuzione pratica delle misure nelle condizioni più sfavorevoli è il mezzo più adatto a mettere in evidenza eventuali battimenti residui che rendono difficoltosa la misura stessa; i filtri attuati sono invero il risultato di un graduale loro perfezionamento raggiunto per successiva eliminazione di difetti o imperfezioni notate durante la pratica esecuzione delle misure.

La figura 3 riproduce lo schema del generatore per la frequenza di 9 kHz. Lo schema e il funzionamento dei generatori per le frequenze di 10 e di 11 kHz sono del tutto simili.

Il funzionamento del circuito è illustrato dagli oscillogrammi riprodotti in figura 4 e ricavati nei punti A, B, C, D, indicati nello schema. Da essi risulta che al secondo stadio è applicata una tensione di forma impulsiva, con impulsi della durata di circa un semiperiodo dell'armonica desiderata.

La tensione pilota a 1000 Hz, proveniente dal campione è applicata ai tre generatori attraverso un separatore (fig. 1) che ha lo scopo di evitare interazione fra i tre generatori e fra questi e il campione a 1000 Hz.

Al secondo gruppo di apparecchiature appartiene pure un generatore della frequenza di 250 Hz (fig. 1),

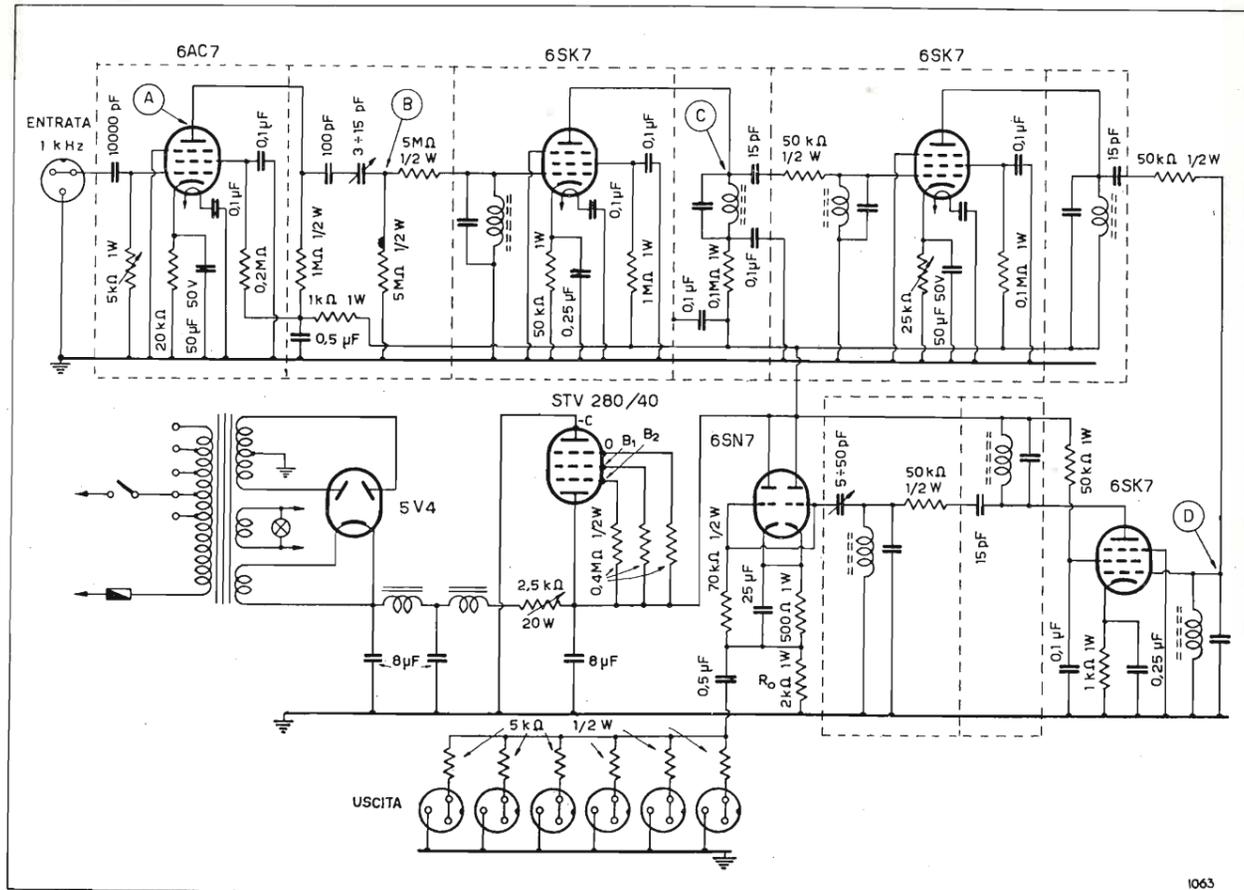


Fig. 3. — Generatore a frequenza fissa di 9 kHz pilotato dal campione a 1 kHz.

usata, unitamente ad un generatore delle sue armoniche, per la taratura dell'oscillatore ad audiofrequenza di interpolazione descritto più avanti. La frequenza fondamentale 250 Hz è ricavata per divisione dalla frequenza campione di 1000 Hz.

C) TERZO GRUPPO DI APPARECCHIATURE

Le apparecchiature di questo gruppo, che operano utilizzando il primo ed il secondo gruppo, sono raccolte in posti di misura (fig. 5) che, come si è detto,

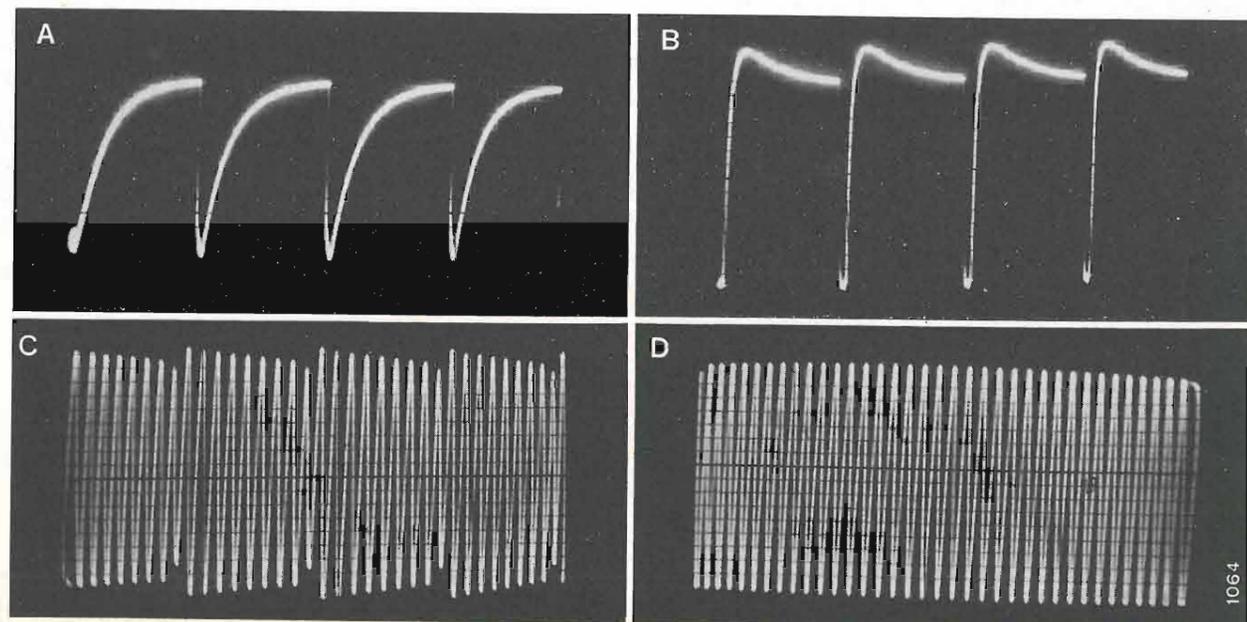


Fig. 4. — Oscillogrammi ricavati nei punti A, B, C, D indicati nello schema di figura 3.

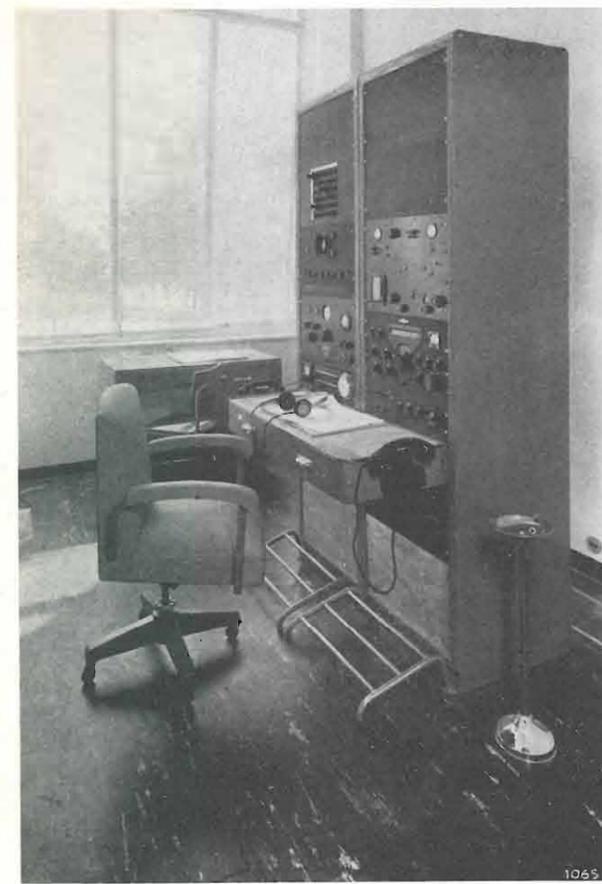


Fig. 5. — Uno dei cinque posti per misure di frequenza di cui è dotato il Centro di Monza.

a Monza sono in numero di cinque; ogni posto comprende (fig. 1):

- a) un ricevitore;
- b) un generatore di armoniche delle frequenze di 9, 10, 11 kHz;
- c) un oscillografo ad audiofrequenze tarato;
- d) un oscillografo indicatore di frequenza;
- e) un pannello accoppiamenti;
- f) un pannello linee a bassa frequenza;
- g) un pannello incroci.

Diamo ora un cenno per ciascuna di queste differenti voci.

a) Ricevitore.

Ogni complesso è provvisto di un ricevitore professionale «Collins tipo 51 J» particolarmente adatto, per le sue caratteristiche, alle misure di frequenza. Esso dispone di 30 gamme, ciascuna della larghezza di 1 MHz, che coprono tutto lo spettro delle radiofrequenze da 0,5 MHz a 30,5 MHz.

La scala di ciascuna gamma è lineare, e può essere tarata su tutte le frequenze multiple di 100 kHz, mediante un oscillatore a quarzo incorporato al ricevitore. I ricevitori di questo tipo permettono la lettura diretta della frequenza, con una precisione di circa  $\pm 100$  Hz.

b) Generatore di armoniche delle frequenze 9, 10, 11 kHz.

Questo apparecchio disimpegna la funzione essenziale di generare tutte le armoniche della frequenza pilota (9, oppure 10, oppure 11 kHz) presenti nelle gamme dove si vogliono eseguire le misure, con intensità sufficiente anche sulle frequenze più alte.

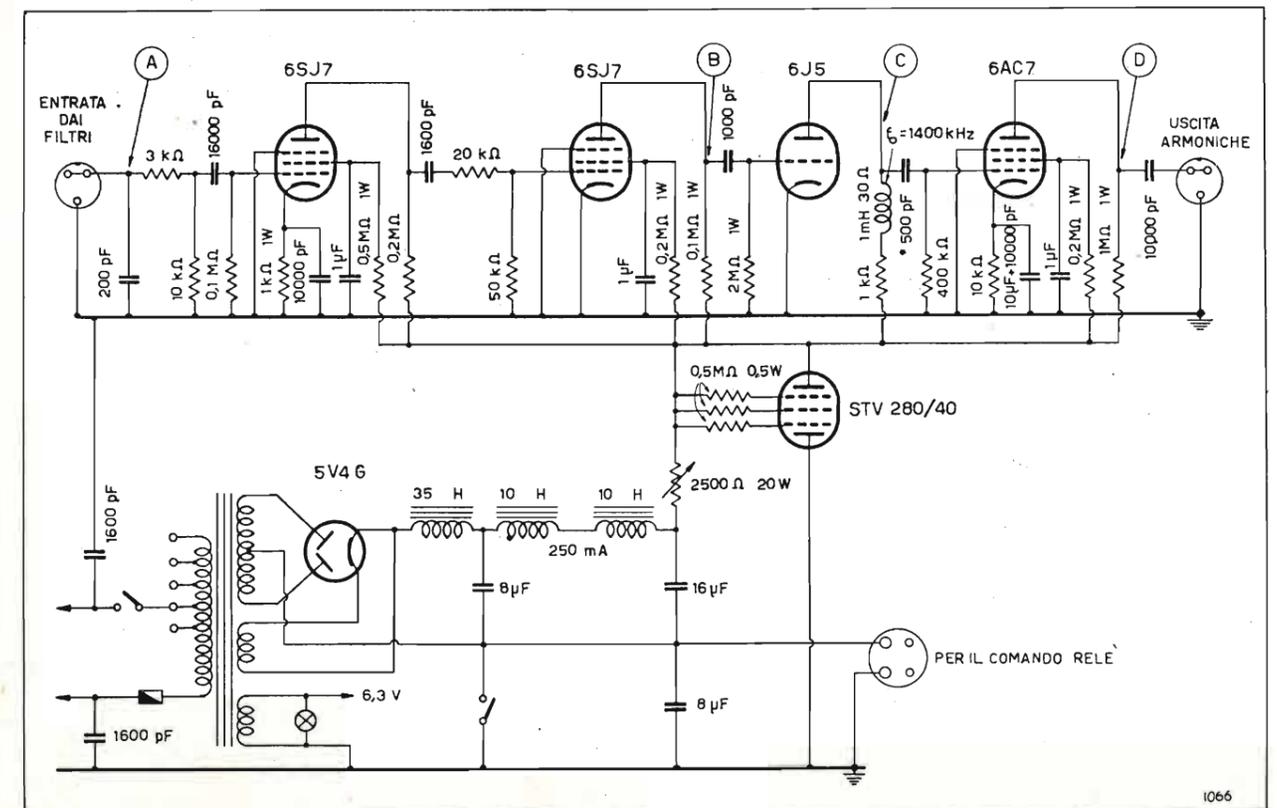


Fig. 6. — Schema del generatore di armoniche delle frequenze di 9, 10, 11 kHz.

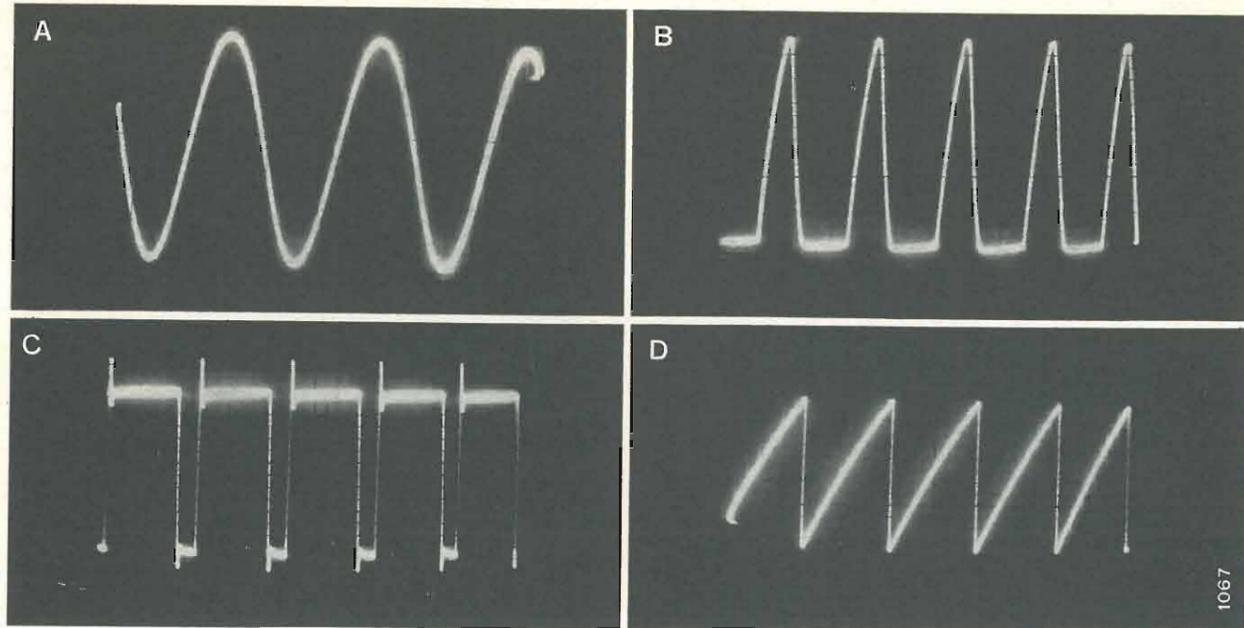


Fig. 7. — Oscillogrammi ricavati nei punti A, B, C, D indicati nello schema di figura 6.

La tensione fornita dal generatore ha la classica forma a dente di sega, le cui armoniche sono rappresentate, com'è noto, dalla funzione:

$$A_n = |A/n \cos(n\pi)|$$

dove  $A_n$  è l'ampiezza dell'armonica d'ordine  $n$ , ed  $A$  l'ampiezza del dente di sega. Questa espressione mette in evidenza la presenza di tutte le armoniche della fondamentale, sia pure con ampiezza decrescente con l'ordine  $n$ .

La figura 6 riproduce lo schema dell'apparecchiatura mentre la figura 7 riporta gli oscillogrammi ricavati nei punti A, B, C, D.

La massima semplicità e sicurezza di funzionamento è raggiunta con l'apparecchio che è privo di organi di regolazione, ed aperiodico entro vasti limiti della frequenza pilota.

#### c) Oscillatore ad audiofrequenze tarato.

L'oscillatore ad audiofrequenze, di costruzione «General Radio Company» è a scala lineare, a lettura diretta, tarato in Hz, da 0 a 5000. Esso produce l'audiofrequenza desiderata per battimento fra due auto oscillatori costruiti con materiali dello stesso tipo, posti nelle stesse condizioni di alimentazione ed ambiente onde ottenere la massima stabilità possibile. Uno dei due oscillatori ha frequenza fissa, l'altro frequenza variabile, dell'ordine di 45 kHz.

Naturalmente la frequenza di un oscillatore di questo tipo non può restare per lunghi periodi costante entro i limiti delle precisioni richieste, cioè  $\pm 0,5$  Hz. La taratura può essere però facilmente corretta, ed occorrendo proprio nelle parti della scala utilizzate nelle singole misure.

Per questo scopo si usano le armoniche della frequenza 250 Hz (di cui si è parlato) che l'operatore introduce nell'oscillatore con manovra rapidissima, cioè con la semplice pressione di un pulsante.

Tutte le precauzioni sono state prese per evitare

cause di errore (oltre i limiti ammessi). Occorrendo, una taratura può essere ripetuta prima e dopo le misure; e si constata facilmente che uno spettro di armoniche a intervalli di 250 Hz è largamente sufficiente per evitare apprezzabili errori di taratura della scala.

#### d) Oscilloscopio indicatore di frequenza.

L'oscilloscopio permette di determinare, con elevato grado di precisione, la differenza fra due frequenze, comprese fra circa 1 kHz e 5 kHz, quando la loro differenza non superi qualche Hz. La figura 8 riproduce lo schema dell'apparecchio. Esso è sostanzialmente un fasometro (1).

La figura che appare sullo schermo del tubo oscillografico è costituita da una traccia di forma circolare, sulla quale un piccolo tratto (praticamente un punto) è reso più luminoso.

La figura circolare è ottenuta utilizzando uno dei due segnali in esame; esso, convenientemente amplificato, viene inviato sia alle placche per la deviazione verticale, sia a quelle per la deviazione orizzontale dopo aver subito, attraverso un adatto sfasatore, una rotazione di fase di  $90^\circ$ .

L'altro segnale (attraverso lo stadio limitatore 6AC7 ad un circuito differenziatore e allo stadio amplificatore 6SN7) produce una successione di impulsi positivi che si ripetono con la frequenza del segnale stesso. Questi impulsi, applicati alla griglia di comando di intensità del pennello elettronico del tubo a raggi catodici, consente di ottenere, lungo la traccia circolare, un punto di intensità luminosa maggiore. Esso rimane fermo sulla circonferenza solo se i due segnali che comandano le placche deflettrici e la griglia di intensità hanno la stessa frequenza. Altrimenti la velocità di rotazione del punto luminoso, espresso in giri al secondo, coincide con la differenza fra le due frequenze confrontate e può essere facil-

(1) BENUSSI P.: *Fasometri catodici e loro applicazioni*. «Elettronica», III, gennaio-febbraio 1954, p. 8.

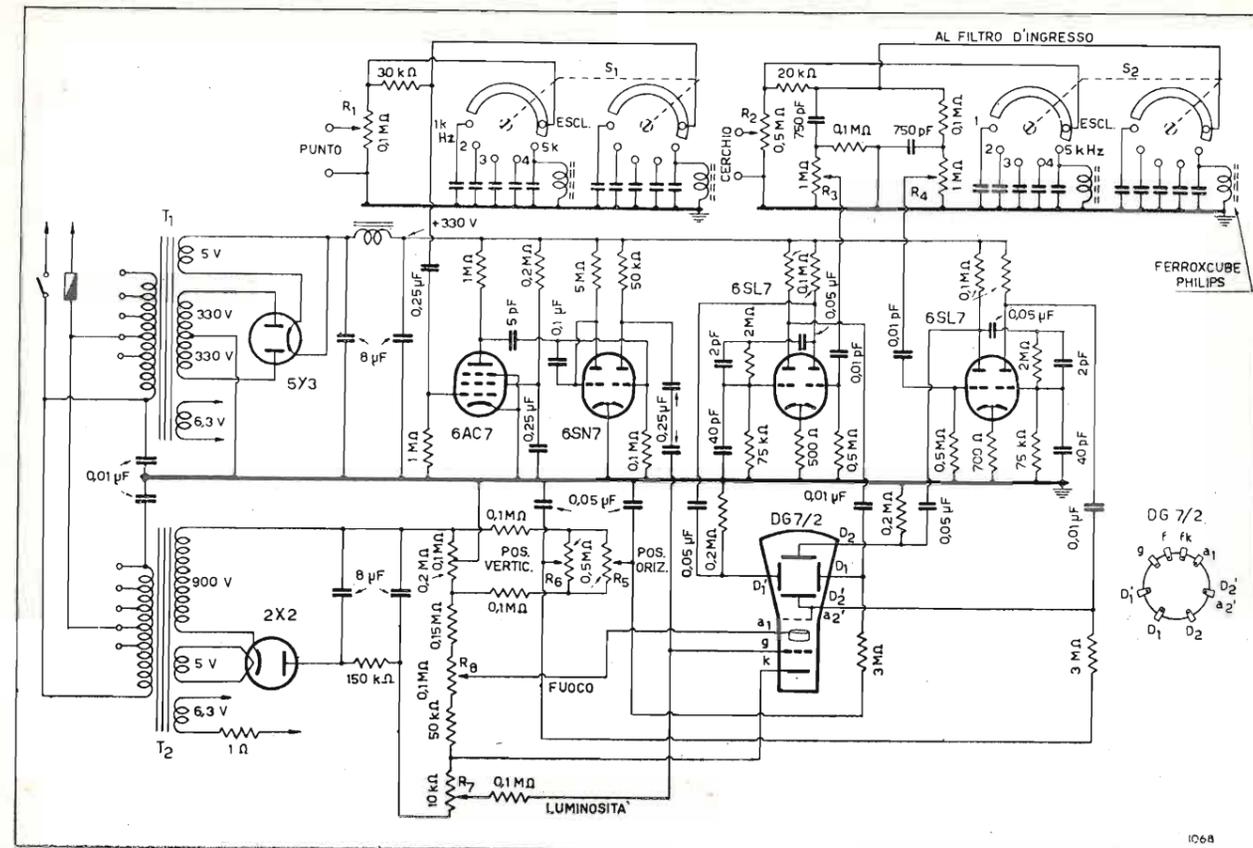


Fig. 8. — Schema dell'oscilloscopio indicatore di frequenza.

mente determinata con precisione mediante un contasecondi.

I due ingressi dell'apparecchiatura, segnati sullo schema rispettivamente con «Punto» e «Cerchio», sono provvisti di potenziometri per la regolazione dei livelli e di un filtro che può essere escluso o accordato sulle frequenze di 1, 2, 3, 4, 5 kHz, probabili frequenze dei battimenti da misurare. Con questi filtri si può ridurre il disturbo che potrebbe essere prodotto sulla figura da tracce di modulazione della stazione.

#### e) Pannello accoppiamenti.

In uno stesso pannello sono compresi il separatore di antenna, i pulsanti di comando del generatore di armoniche e dei relè corrispondenti a ciascuna delle frequenze fondamentali 9, 10, 11 kHz, il pulsante per la taratura dell'oscillatore di interpolazione, le chiavi di inclusione ed esclusione dell'uscita del ricevitore e dell'oscillatore di interpolazione.

Il separatore di antenna (fig. 1), costituito da un preamplificatore accordato sulla frequenza di ricezione, permette l'accoppiamento fra l'uscita del generatore di armoniche e l'ingresso del ricevitore, senza che le armoniche del primo siano irradiate attraverso l'antenna nello spazio circostante. L'efficacia di questo circuito deve essere elevata perchè, data la sensibilità dei ricevitori e la delicatezza degli ascolti effettuati dal Centro, dove si cercano e si controllano le più deboli emissioni, basterebbe una traccia di emissioni perturbatrici per causare dubbi, incertezze ed errori in altri posti di misura o di ascolto dello stesso Centro.

#### f) g) Pannello linee e pannello incroci.

Fanno capo a questi pannelli le linee a bassa frequenza che collegano tutte le apparecchiature del Centro, con la segnalazione ottica di occupato in tutti i posti di lavoro. Sul pannello linee è pure montato un piccolo amplificatore a bassa frequenza, uno strumento per la misura dei livelli di modulazione e un orologio. Sulla parte retrostante dello stesso pannello è montato un amplificatore aperiodico distortente, destinato a produrre le armoniche di 250 Hz usate per la verifica della taratura dell'oscillatore di interpolazione.

### 3. Procedimento delle misure.

Se si tratta di stazione alla quale non si attribuisce una grandissima stabilità, o di cui non interessa conoscere la frequenza con la massima precisione, si fa uso del metodo fondato sull'oscillatore ad audiofrequenza di interpolazione, con errore della misura inferiore a  $\pm 0,5$  Hz.

L'ordine di grandezza della frequenza della stazione, qualora già non si conosca da altre considerazioni, è indicato dalla scala del ricevitore, con precisione di qualche centinaio di Hz.

Dalle apposite tabelle delle armoniche di 9, 10, 11 kHz, si sceglie una armonica adatta, capace di produrre con la stazione un battimento di frequenza abbastanza lontana dagli estremi della scala dell'oscillatore (tarato fra 0 e 5000 Hz). Le combinazioni sono in generale diverse e la scelta è quindi facile.

Come esempio, supponiamo che la stazione sia Roma a onda corta, con frequenza nominale 15 400 000 Hz.

Dalle tabelle si legge subito che una armonica adatta è la 1711<sup>ma</sup> della fondamentale 9 kHz, corrispondente alla frequenza di 15 399 000.

Premendo l'adatto pulsante, si pilota con la frequenza 9 kHz il generatore di armoniche, ricavando all'uscita del ricevitore una nota di battimento dell'ordine di circa 1000 Hz che si misura, per confronto, con l'oscillatore ad audiofrequenza, già precedentemente tarato.

Se la nota di battimento misurata risulta 984 Hz, la frequenza della stazione vale  $15\,399\,000 + 984 = 15\,399\,984$  Hz, dove non esiste una ambiguità di segno (somma o sottrazione della nota di battimento 984) perchè l'ordine di grandezza della frequenza della stazione è noto, come si è detto, dalla taratura della scala del ricevitore. D'altronde, se una simile ambiguità esistesse, per valori molto più bassi della nota di battimento, o per incertezze nella taratura del ricevitore, sarebbe facile risolverla ricorrendo a una differente fondamentale (10, oppure 11 kHz invece di quella impiegata 9 kHz).

L'errore finale della misura è la somma (algebraica) dell'errore dell'armonica del campione (15 399 000) e dell'errore di misura della nota di battimento (984). Il secondo dei due errori è preponderante, e nell'esempio citato, come già detto, è inferiore a  $\pm 0,5$  Hz. L'errore relativo è quindi inferiore a

$$\pm 0,5/15\,400\,000 = \sim \pm 0,3/10^7.$$

Se la frequenza della stazione da misurare è molto inferiore (per esempio appartiene alle onde lunghe, o medie, invece che alle onde corte come nel nostro esempio), col metodo dell'oscillatore di interpolazione l'errore assoluto della misura resta circa lo stesso, cioè inferiore a  $\pm 0,5$  Hz. Aumenta invece in proporzione l'errore relativo che, come già osservato, nelle onde medie è dell'ordine di  $1/10^6$ .

Passiamo ora al caso della misura di una stazione con la massima precisione possibile, escludendo l'oscillatore di interpolazione ed impiegando invece l'oscilloscopio per la misura di un battimento dell'ordine di qualche Hz.

In questi casi la frequenza della stazione è già nota con la precisione di qualche Hz, e nessuna incertezza o ambiguità si presenta per la scelta dell'armonica adatta, che produca con la stazione una nota di battimento di circa uno, o due, o tre o quattro o cinque kHz.

Illustriamo la misura con l'esempio della frequenza di Roma 2 (nominale 845 000 Hz) e supponiamo che la stazione abbia uno scarto di  $+0,3$  Hz rispetto alla frequenza nominale.

Si può utilizzare per la misura per esempio la 77<sup>ma</sup> armonica di 11 000 Hz, cioè 847 000,00 Hz che dà origine a una nota di battimento con la stazione di circa 2000 Hz. Questa nota si invia all'oscilloscopio insieme con una nota di 2000 Hz, conosciuta esattamente. Per mezzo di un contasecondi si misura il tempo del ciclo del punto luminoso sull'oscilloscopio, e quindi la frequenza del battimento 0,3 Hz (avendo pure la possibilità di conoscerne il segno, nel nostro caso negativo). Quindi la nota di battimento cercata è  $2000 - 0,3 = 1999,7$  Hz. La frequenza della stazione nel nostro caso è dunque

$$847\,000,00 - 2000 + 0,3 = 845\,000,3 \text{ Hz.}$$

L'errore relativo dei primi due termini è l'errore relativo della frequenza del campione. L'errore del terzo termine può essere reso piccolo quanto si vuole, prolungando la durata della misura di battimento con l'oscilloscopio.

Nel nostro esempio supponiamo che l'operatore misuri col contasecondi sei passaggi del punto luminoso nel tempo di secondi 21 e  $2/5$ . Se ammettiamo che l'errore della misura col contasecondi sia dell'ordine del quinto di secondo, l'errore assoluto introdotto dall'operatore nella misura della frequenza del

battimento sarà  $\frac{6}{21,4} - \frac{6}{21,6} = \sim 0,0026$  Hz. Questo errore porta nella misura della frequenza della stazione un errore relativo  $\frac{0,0026}{845\,000} = \sim 3/10^9$  che, come

si vede, è già inferiore all'errore relativo della frequenza campione. L'errore finale si riduce quindi al solo errore della frequenza di quest'ultimo.

Accenniamo infine che, per la misura rigorosa dei battimenti può usarsi, ed anzi viene talvolta usato, un registratore meccanico su zona, il quale può avere il vantaggio, occorrendo, di rendere la misura indipendente dall'operatore e di conservare un documento della misura. Le misure con registratore, eseguite comunemente in passato prima di impiegare l'oscilloscopio, nei casi in cui il massimo rigore era richiesto, chiedono però un tempo più lungo. (198)

# ANTENNE TELEVISIVE A LARGA BANDA

## SOLUZIONE GRAFICA DEI PROBLEMI DI ADATTAMENTO

DOTT. ING. ENZO CASTELLI  
della RAI

(Continuazione - Vedi numero precedente a pag. 171)

### 4. L'adattamento su una larga banda di frequenze con trasformazione d'impedenza.

Il caso più frequente che si incontra in pratica è quello in cui la linea di alimentazione ha impedenza caratteristica  $Z_0$  diversa dalla resistenza  $R_0$  che il circuito da compensare presenta alla frequenza di risonanza  $f_0$ .

Dovendo realizzare l'adattamento di impedenza solo alla frequenza  $f_0$ , si userà un tratto di linea lungo un quarto d'onda di impedenza caratteristica  $Z_{01}$ , tale che sia:

$$[23] \quad Z_0 = \frac{Z_{01}^2}{R_0}$$

Pur dovendo ammettere che la linea in quarto d'onda, per la sua struttura inequivocabilmente fissata dalla trasformazione richiesta non è sempre in grado di compensare le variazioni di reattanza del carico, vi sono tuttavia delle condizioni, che saranno oggetto di studio, in cui ciò si verifica.

Si consideri una linea lunga  $\lambda/4$  alla frequenza  $f_0$ , avente impedenza caratteristica  $Z_0$  chiusa su un carico che presenta impedenza  $Z_u$  alla frequenza  $f_0 + hf_0$ . Per questa frequenza, se  $h$  è sufficientemente piccolo, l'impedenza di ingresso  $Z_i$  della linea è approssimativamente:

$$[24] \quad Z_i \cong \frac{Z_0^2}{Z_u} + jZ_0 \left[ 1 - \left( \frac{Z_0}{Z_u} \right)^2 \right] \frac{\pi}{2} h$$

Se il carico è un circuito serie risonante alla frequenza  $f_0$ , si ha:

$$[25] \quad Z_u \cong R_0 + jX_0 \cdot 2h$$

e la [24] si può scrivere nella forma:

$$[26] \quad Z_i \cong \frac{1}{\frac{1}{Z_0^2/R_0} + \frac{1}{-jZ_0^2/(2hX_0)}} + jZ_0 \left[ 1 - \left( \frac{Z_0}{Z_u} \right)^2 \right] \frac{\pi}{2} h$$

Se  $Z_0 < |Z_u|$ , cioè se il termine entro la parentesi quadra è negativo, l'impedenza  $Z_i$  può essere rappresentata come in figura 22. Poichè si è ottenuto, come equivalente della linea, un circuito avente la struttura di un filtro di banda, si deve ammettere che la linea in quarto d'onda che esegue una trasformazione in discesa, è tendenzialmente compensatrice se è chiusa su di un circuito risonante serie.

Calcolando l'ammettenza di ingresso  $1/Z_i$  della stessa linea per la frequenza  $f_0 + hf_0$  si ottiene:

$$[27] \quad \frac{1}{Z_i} \cong \frac{Z_u}{Z_0^2} + j \frac{1}{Z_0} \left[ 1 - \left( \frac{Z_u}{Z_0} \right)^2 \right] \frac{\pi}{2} h$$

Se  $Z_u$  è l'impedenza di un circuito parallelo risonante alla frequenza  $f_0$  e caricato da una resistenza  $R_0$  si ha:

$$[28] \quad Z_u \cong \frac{1}{\frac{1}{R_0} + \frac{1}{-jX_0/(2h)}}$$

e la [27] diventa:

$$[29] \quad \frac{1}{Z_i} \cong \frac{1}{Z_0^2/R_0 + j2hZ_0^2/X_0} + j \frac{1}{Z_0} \left[ 1 - \left( \frac{Z_u}{Z_0} \right)^2 \right] \frac{\pi}{2} h$$

Se il termine entro la parentesi quadra è positivo, cioè se  $Z_0 > |Z_u|$ , il circuito equivalente alla linea (fig. 23) è un elemento di filtro di banda. Ne consegue che una linea in quarto d'onda che esegue una trasformazione in salita è tendenzialmente compensatrice se è chiusa su un circuito risonante parallelo.

Si può avere una visione più completa del comportamento delle linee in quarto d'onda ricorrendo alla rappresentazione grafica sulla carta di Smith (fig. 24). Si consideri la caratteristica di un circuito risonante serie riferita alla resistenza  $R_0$  che esso presenta alla frequenza  $f_0$  (cerchio passante per i punti C e O della carta). Questo circuito presenta alla frequenza  $f_0 + hf_0$  l'impedenza relativa  $Z_A/R_0$  (punto A).

XXXVIII «quaderno della radio»

## I PRIMITIVI, OGGI

Lire 350

Rigorosa documentazione, alla stregua di recenti viaggi, della vita di nuclei umani ancora legati a costumanze e tendenze di tempi remotissimi: Pigmei, Eschimesi, Aborigeni dell'Australia, Mao etiopici, Jivaros delle Amazzoni, Melanesiani e Bantù.

In vendita nelle principali librerie. Per richieste dirette rivolgersi alla EDIZIONI RADIO ITALIANA - Via Arsenale, 21 - Torino

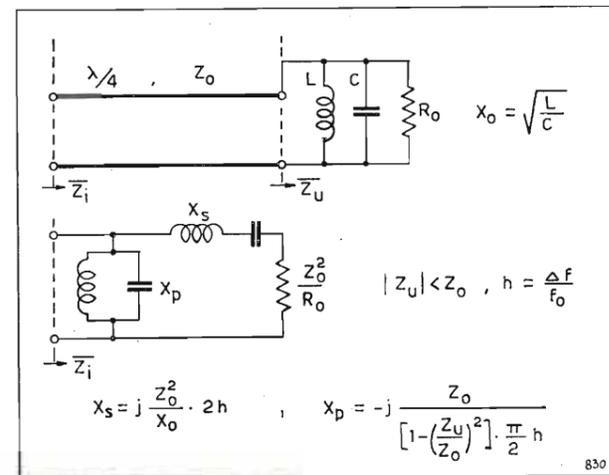
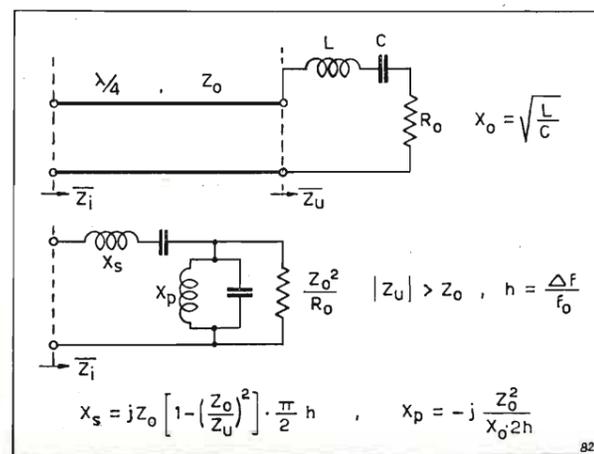


Figure 22-23. — Trasformazione di impedenza ottenuta con una linea in quarto d'onda.

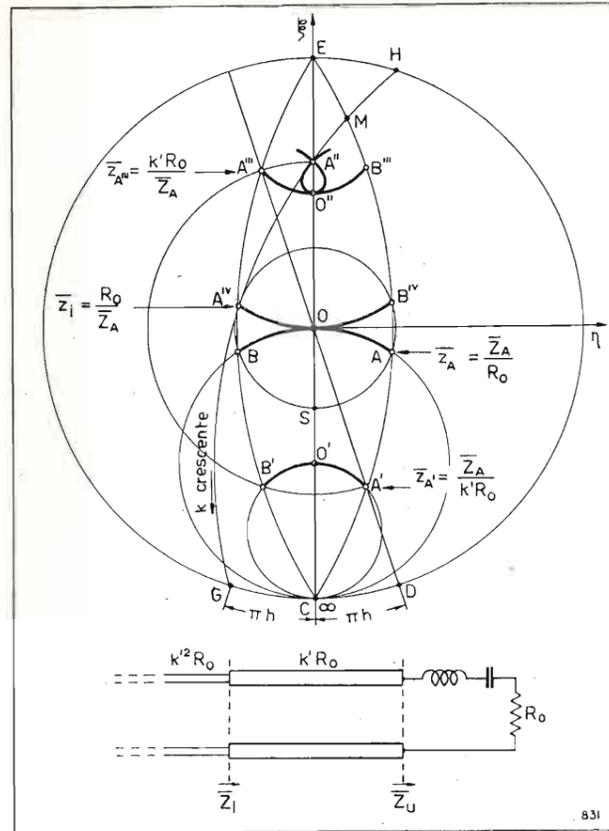


Fig. 24. — Soluzione grafica della trasformazione di impedenza di una linea in quarto d'onda.

Per il punto A con centro in O passa un cerchio  $|\rho| = \text{cost}$  che interseca l'asse reale in S. In corrispondenza di questa intersezione si legge, sulla scala dell'asse, reale, il massimo rapporto di onde stazionarie che si può avere su una linea di impedenza caratteristica  $R_0$  quando la caratteristica del carico, riferita ad  $R_0$ , è B O A. Si tracci per il punto A la curva di fase costante e se ne consideri l'intersezione A' con la retta O D ottenuta ruotando in senso antiorario l'asse reale della carta di  $\pi \cdot h$  radianti.

Per i punti A' e C passa un cerchio avente centro sull'asse reale il quale rappresenta la caratteristica del circuito serie riferita a  $k' R_0$  essendo  $k' = \frac{|Z_A|}{|Z'_A|}$ .

Prendendo ora in esame una linea lunga un quarto d'onda per la frequenza  $f_0$  avente impedenza caratteristica uguale a  $k' R_0$  e chiudendola sul circuito serie, è facile constatare come essa eserciti un'azione compensatrice sulla reattanza che il circuito presenta alla frequenza  $f_0 + hf_0$ . Infatti il punto A' della caratteristica normalizzata rispetto a  $k' R_0$  subisce, per effetto della linea, una rotazione in senso orario di  $\pi(1+h)$  radianti portandosi nel punto A'' dell'asse reale. Eseguendo la costruzione per gli altri punti della caratteristica del circuito serie si ottiene una curva a cappio che rappresenta l'impedenza  $Z_i$  di ingresso della linea, riferita a  $k' R_0$ .

Si pensi ora ad una trasformazione ideale: cioè ad un trasformatore che sia in grado di imprimere ad ogni punto della caratteristica B'O'A' una rotazione di  $\pi$  radianti intorno al centro O della carta: esso può essere concepito come un quadripolo equivalente ad una linea di impedenza caratteristica  $k' R_0$

e di lunghezza variabile con la frequenza in modo che si possa considerare un quarto d'onda per tutte le frequenze interessate dalla caratteristica B'O'A'. Questo trasformatore trasla la curva B'O'A' in B'''O'''A''' senza deformarla. Il punto A''' ha l'impedenza relativa  $z_{A'''} = k' R_0 / Z_A$  riferita a  $k' R_0$  e rappresenta l'effettiva impedenza  $Z_{A'''} = k'^2 R_0 / Z_A$ . Il punto O'' ha la resistenza relativa  $r' = k'$  e rappresenta l'effettiva resistenza  $R' = k'^2 R_0 / R_0 = k'^2 R_0$ .

È possibile constatare che il rapporto di onde stazionarie di una linea di impedenza caratteristica  $k^2 R_0$  chiusa sulla impedenza  $Z_{A''}$  è ancora individuata dal punto S. Infatti riferendo la curva A''' O'' B''' a  $k^2 R_0$  si ottiene la traslazione di O'' in O e di A''' in A''': a questo punto corrisponde l'impedenza relativa  $z_{A'''} = Z_{A'''} / (k^2 R_0) = R_0 / Z_A$  e pertanto A''', potendosi ritenere ottenuto da A per una inversione rispetto al centro O, appartiene al cerchio ASB. Allora, facendo riferimento alla figura 24, si può dire che, terminando una linea di impedenza caratteristica  $k^2 R_0$  sulla  $Z_i$  (ottenuta per trasformazione di  $Z_u$  mediante un trasformatore ideale di impedenza caratteristica  $k' R_0$ ) si ottiene lo stesso rapporto di onde stazionarie che si avrebbe chiudendo la  $Z_u$  su di una linea avente impedenza caratteristica uguale ad  $R_0$ , comunque si vari la frequenza di lavoro. Non così succede se invece del trasformatore ideale si usa una linea in quarto d'onda per la frequenza  $f_0$ : si è visto infatti che il suo comportamento è uguale a quello del trasformatore ideale per la frequenza  $f_0$  (traslazione di O' in O'') ed è differente per altre frequenze in quanto è legato alla sua impedenza caratteristica ed al modo di variare di  $Z_u$ .

Un modo di studiare questa differenza di comportamento è quello di vedere come si spostano sulla carta i punti A'' e A''' quando  $k$  varia. Il punto A''' si può sempre considerare come ottenuto da A'' per la traslazione dello stesso lungo la curva di fase costante E A C in modo che sia  $\frac{|Z_{A'''}|}{|Z_{A''}|} = k$ . La curva

E A'' C si ottiene dalla E A C per rotazione di  $\pi$  radianti. Il punto A'' invece al variare di  $k$  si sposta lungo una curva G A'' H che si può dimostrare essere la curva di fase costante E A C ruotata in senso orario di  $\pi(1+h)$ . Il punto A'' per un certo  $k$  si ottiene quindi per rotazione di A''' intorno al centro O di  $\pi \cdot h$  radianti in senso orario.

Si nota così che per  $k$  molto prossimo ad 1 la linea in quarto d'onda non è compensante in quanto il punto A'' cade in prossimità dell'intersezione fra le curve E A'' C e G A'' H. Se  $k$  diminuisce fino ad un valore prossimo a quello corrispondente ad O'' la linea tende a compensare la reattanza di  $Z_A$ , cioè tende a chiudere la curva dell'impedenza  $Z_i$  in modo da formarne un cappio. Se  $k$  diminuisce ancora il cappio si restringe e l'effetto dell'azione compensatrice diminuisce rapidamente fino a che si produce l'effetto contrario. Se  $k$  diventa maggiore di 1 si osserva che non vi è compensazione, anzi un peggioramento rispetto al comportamento del trasformatore ideale.

Simili considerazioni possono essere applicate anche al caso in cui la linea in quarto d'onda venga chiusa su di un circuito risonante parallelo. Si voglia ad esempio trasformare la resistenza  $R_0$  di un circuito risonante parallelo alla frequenza di risonanza  $f_0$  nella resistenza  $k^2 R_0$ : si userà un tratto di linea avente impedenza caratteristica  $k R$  lungo un quarto d'onda

per la frequenza  $f_0$ . Si consideri ora la componente reattiva dell'impedenza del circuito risonante alla frequenza  $f_0 + hf_0$ . Si osserverà, eseguendo una costruzione analoga a quella di figura 24, che la reattanza dell'impedenza trasformata si annulla per un certo valore di  $k$  maggiore di 1, cioè il trasformatore esegue una compensazione se  $k$  è maggiore di 1, mentre produce l'effetto contrario se  $k$  è minore di 1.

Si faccia ora riferimento al problema enunciato all'inizio di questa parte e si consideri una linea di impedenza caratteristica  $k^2 R_0$  ed un circuito risonante caricato avente resistenza  $R_0$  alla frequenza di risonanza; occorre adattare l'impedenza di questo circuito alla linea in modo che per una certa banda di frequenza il rapporto di onde stazionarie non superi un certo valore. Stando a quanto si è detto in precedenza è facile prevedere che, intendendo usare una linea lunga un quarto d'onda, è necessario che la caratteristica di frequenza abbia una particolare forma, che si può ricavare come indicato in figura 25. Qui è riportato con centro nel punto 1 della carta di Smith il cerchio  $|\rho| = \text{cost}$  cui corrisponde il  $\sigma$  assegnato.

Si moltiplichino per  $k$  i valori numerici corrispondenti a ciascun punto del cerchio e si riportino i nuovi valori sulla carta: si ottiene così un nuovo cerchio A'B'C'D' avente centro F' sull'asse reale. Trasformando nello stesso modo il punto O si ha O' il quale non coincide con il centro di questo cerchio.

Il cerchio A'B'C'D' contiene tutti i valori dell'impedenza  $z_i$  della linea in quarto d'onda (riferita all'impedenza caratteristica  $k R_0$  di quest'ultima) che soddisfanno al rapporto di onde stazionarie assegnato.

Essendo  $f_0 + hf_0$  la massima frequenza della banda utile, si ruoti il cerchio A'B'C'D' e i punti F' e O' in senso antiorario dell'angolo  $\pi(1+h)$  radianti. Il nuovo cerchio A''B''C''D'' contiene tutte le possibili impedenze di ingresso della linea in quarto d'onda (riferite alla sua impedenza caratteristica) che possono essere trasformate in modo da ottenere il rapporto di onde stazionarie richiesto per la frequenza  $f_0 + hf_0$ .

Riferendo A''B''C''D'' nonchè O'' ed F'' ad  $R_0$  (si moltiplicano i valori numerici corrispondenti a ciascun punto per  $k$ ) si ottiene il cerchio A'''B'''C'''D''' avente centro in G distinto da F''' e O'''. In esso dovrà essere contenuto il punto corrispondente alla frequenza  $f_0 + hf_0$  della caratteristica da compensare, normalizzata rispetto ad  $R_0$ . Ripetendo la costruzione per altre frequenze della banda utile, si trova una famiglia di cerchi nei quali deve essere contenuta la

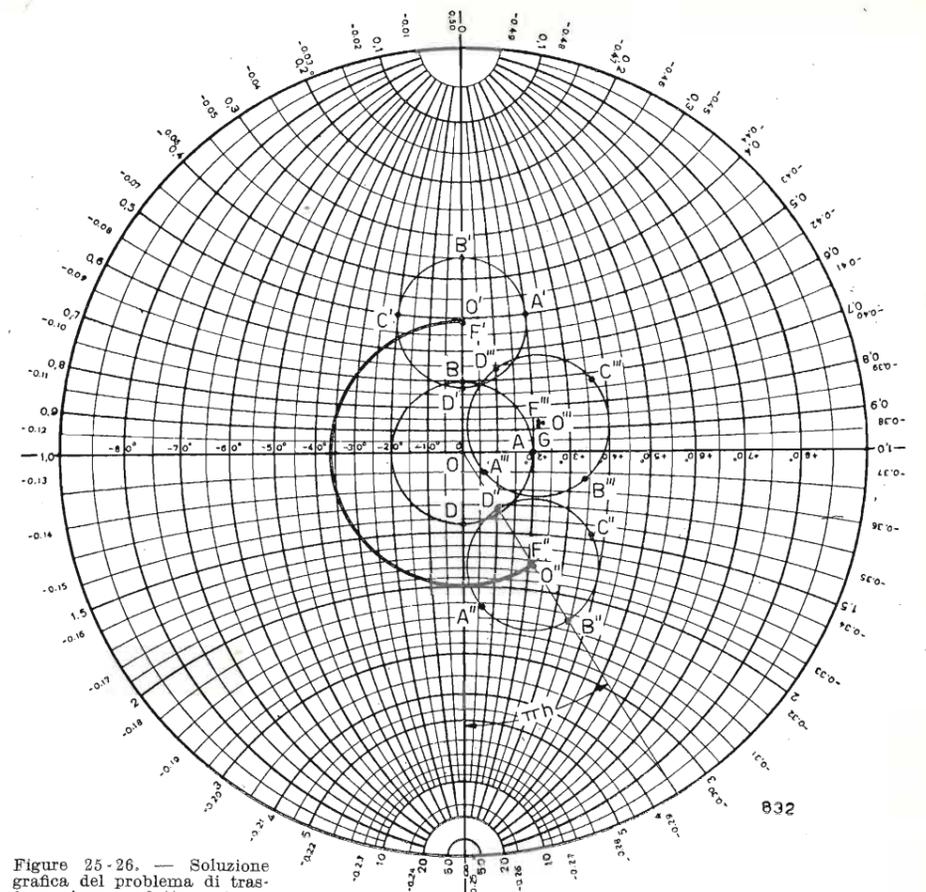
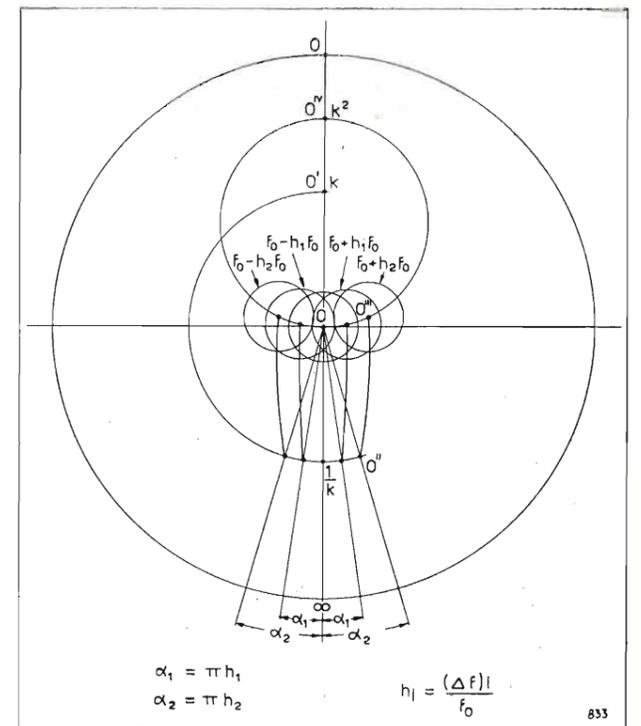


Figure 25-26. — Soluzione grafica del problema di trasformazione e adattamento su larga banda con una linea in quarto d'onda.



curva da compensare. Siccome per i valori di  $\sigma$  e di  $k$  che si incontrano nella pratica i punti O''', F''' e G si possono ritenere coincidenti e il raggio del cerchio A'''B'''C'''D''' si può ritenere uguale a quello di ABCD, si può adottare normalmente, per tracciare

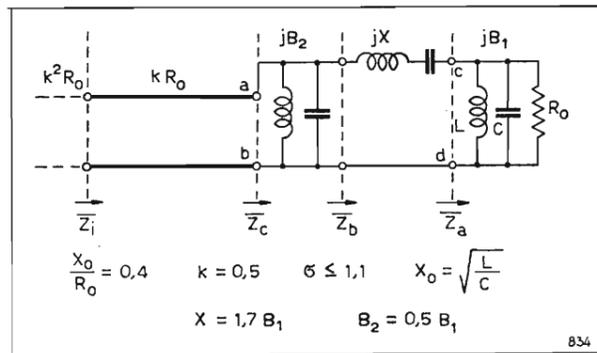


Fig. 27. — Circuito di trasformazione e adattamento su larga banda.

una famiglia di cerchi, la costruzione approssimata di figura 26.

Si trovano i punti  $O' = k$  ed  $O^{IV} = k^2$  sull'asse reale della carta. Si traccia per  $O'$  un cerchio con centro in  $O$  e si considera la sua intersezione  $O''$  con una retta che si ottiene ruotando l'asse reale di  $\pi \cdot h$  in senso orario o antiorario a seconda che la frequenza considerata sia minore o maggiore di  $f_0$ . Si traccia per  $O''$  la curva di fase costante e si trova la sua intersezione  $O'''$  con il cerchio passante per  $O$  e  $O^{IV}$ . Si descrive con centro in  $O'''$  un cerchio avente raggio uguale a quello del cerchio  $|p| = \text{cost}$ .

Completando la figura con altri cerchi corrispondenti ai diversi valori di  $h$ , si ottiene la zona in cui deve essere contenuta la caratteristica di frequenza del circuito da compensare.

Il problema della compensazione diventa quindi solubile se la caratteristica iniziale può essere trasformata in quella che soddisfa alle condizioni sopra specificate. Questa trasformazione potrà essere realizzata caso per caso inserendo in serie od in parallelo al circuito da compensare risuonatori a costanti concentrate o distribuite oppure per mezzo di linee in mezz'onda aventi impedenza caratteristica opportuna.

Un esempio chiarirà questi concetti. Si consideri un circuito risonante parallelo caricato dalla resistenza  $R_0$  avente  $X_0/R_0 = 0,4$  (fig. 27) da adattare per la banda di frequenze  $f_0 (1 \pm 0,1)$  ad una linea avente impedenza caratteristica  $k^2 R_0$  essendo  $k = 0,5$  con un rapporto di onde stazionarie non superiore ad 1,1. Si tracci (fig. 28) la caratteristica I del circuito risonante riferita ad  $R_0$  ed il cerchio  $|p| = \text{cost}$  passante per il punto 1,1 della carta. Con la

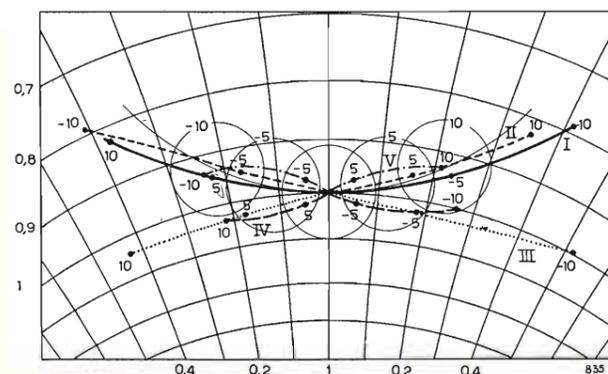


Fig. 28. — Trasformazione della curva di impedenza di un circuito risonante parallelo prima dell'adattamento con una linea in quarto d'onda (fig. 27).

I) curva dell'impedenza  $Z_a/R_0$  del circuito risonante parallelo di figura 27; II) curva dell'impedenza  $Z_b/R_0$ ; III) curva dell'ammittenza  $R_0/Z_b$ ; IV) curva dell'ammittenza  $R_0/Z_c$ ; V) curva dell'impedenza  $Z_c/R_0$ .

costruzione di figura 26 si trovano i cerchi di ugual raggio corrispondenti alle frequenze  $f_0$ ;  $f_0 + 0,05 f_0$ ;  $f_0 + 0,1 f_0$ ;  $f_0 - 0,05 f_0$  ed  $f_0 - 0,1 f_0$ .

Per ottenere con la linea in quarto d'onda la desiderata trasformazione compensante occorre fare in modo che i punti della caratteristica I contrassegnati dagli stessi valori di frequenza, appartengano ai cerchi corrispondenti (curva V).

Nel caso particolare si raggiunge lo scopo inserendo fra il circuito risonante parallelo e la linea in quarto d'onda il quadripolo abcd (fig. 27) con  $X = 1,7 B_1$  e  $B_2 = 0,5 B_1$ .

Con l'inserimento del circuito serie si trasforma la curva I che rappresenta l'impedenza  $Z_a/R_0$  nella II (impedenza  $Z_b/R_0$  di fig. 27). Mediante l'inversione rispetto al centro della carta si passa dalla II alla III curva che è quella dell'ammittenza  $R_0/Z_b$ . Inserendo il circuito parallelo si passa alla curva IV (ammittenza  $R_0/Z_c$ ). Con inversione rispetto al centro della carta si trasforma questa curva nella V, che è il luogo di  $Z_c/R_0$ , da cui, mediante la linea in quarto d'onda d'impedenza caratteristica  $k R_0$ , si ottiene il luogo di  $Z_i$ . La curva di  $Z_i$  riferita a  $k^2 R_0$  è riportata in figura 29.

Cambiando  $k$  e a seconda delle caratteristiche del circuito di carico si presentano in pratica svariati problemi di correzione della curva d'impedenza di quest'ultimo che si possono risolvere tenendo presente l'azione compensante degli elementi a costanti concentrate o distribuite nella prima parte.

Un altro importante sistema di trasformazione di impedenza con compensazione è quello delle due linee in quarto d'onda. Si è visto che una linea in quarto d'onda chiusa su un circuito risonante serie caricato è tendenzialmente compensatrice se la trasformazione è in discesa ( $k < 1$ ), mentre la stessa cosa si ha per un circuito risonante parallelo se la trasformazione è in salita ( $k > 1$ ).

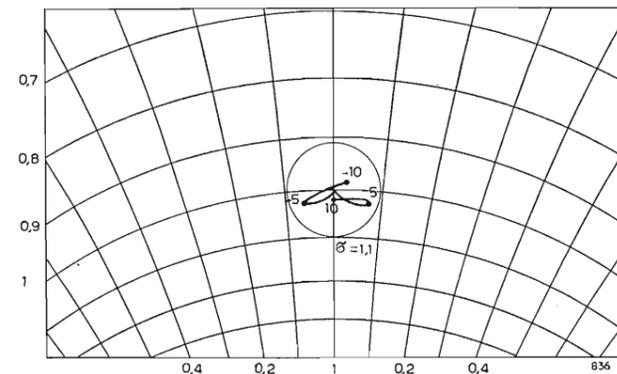


Fig. 29. — Curva dell'impedenza relativa  $Z_i/k^2 R_0$  di figura 28.

Si dia ora il caso di dover realizzare una trasformazione in salita ( $k > 1$ ) con compensazione per un circuito risonante serie (fig. 30).

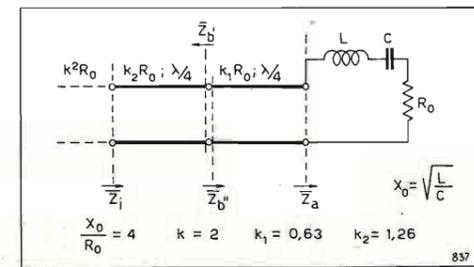


Fig. 30. — Circuito di trasformazione e adattamento su larga banda con due linee in quarto d'onda.

Si può ottenere la trasformazione desiderata con due linee in quarto d'onda di impedenza caratteristica  $k_1 R_0$  e  $k_2 R_0$  rispettivamente (essendo  $k_1 > 1$  e  $k_2 < 1$ ), purchè sia soddisfatta la condizione:

$$[30] \quad k = k_2/k_1.$$

La prima linea esegue una compensazione sul circuito serie e trasforma la sua caratteristica in un'altra la quale giace nella regione della carta delle reattanze positive per frequenze inferiori a quella di risonanza, nella regione delle reattanze negative per le frequenze superiori, analogamente a quanto succede per la caratteristica di un circuito risonante parallelo. Pertanto la seconda linea in quarto d'onda è in grado di eseguire un'ulteriore compensazione di reattanza. Anche quando l'uso di una sola linea determina una insufficiente compensazione od una sovracompensazione, il sistema della doppia trasformazione di impedenza permette di ottenere i risultati richiesti.

La determinazione dei valori di  $k_2$  e  $k_1$  che, pur soddisfacendo alla [30] producono la desiderata compensazione, può avvenire per via grafica (fig. 31) con l'uso della carta di Smith con rappresentazione delle impedenze in modulo e fase.

Si consideri un circuito risonante serie (fig. 30) caricato con la resistenza  $R_0$ , avente  $X_0/R_0 = 4$ , da adattare su larga banda ad una linea di impedenza caratteristica  $k^2 R_0$  (essendo  $k = 2$ ). In particolare si desidera fare in modo che dopo la trasformazione il punto A (fig. 31) della caratteristica corrispondente alla frequenza  $f_0 - 0,04 f_0$ , cada sull'asse reale della carta affinché la curva trasformata formi un cappio.

Per fare in modo che  $z_i$  (fig. 30) sia reale alla frequenza  $f_0 - 0,04 f_0$  l'impedenza relativa  $Z'_b/(k_2 R_0)$  alla stessa frequenza deve appartenere ad una retta  $r$  che si ottiene ruotando l'asse reale della carta in senso orario di un angolo di  $0,04 \cdot \pi$  radianti. Al variare di  $k_2$  l'impedenza  $Z'_b/(k_2 R_0)$  descrive questa retta. Per contro l'impedenza  $Z''_b/(k_1 R_0)$  alla frequenza  $f_0 - 0,04 f_0$ , ottenuta trasformando la  $Z_a/(k_1 R_0)$  per mezzo della prima linea, appartiene ad una curva che si ottiene ruotando quella di fase costante passante per A di  $(1 - 0,04) \pi$  radianti in senso orario (curva  $f$ ).

Affinchè  $Z_a$  possa venire trasformata in  $Z_i$ , deve essere  $Z'_b = Z''_b$ , ovvero:

$$\frac{Z'_b}{k_1 R_0} = \frac{Z''_b}{k_1 R_0}$$

$Z'_b/(k_1 R_0)$  si ottiene moltiplicando  $Z'_b/(k_2 R_0)$  per  $k_2/k_1$

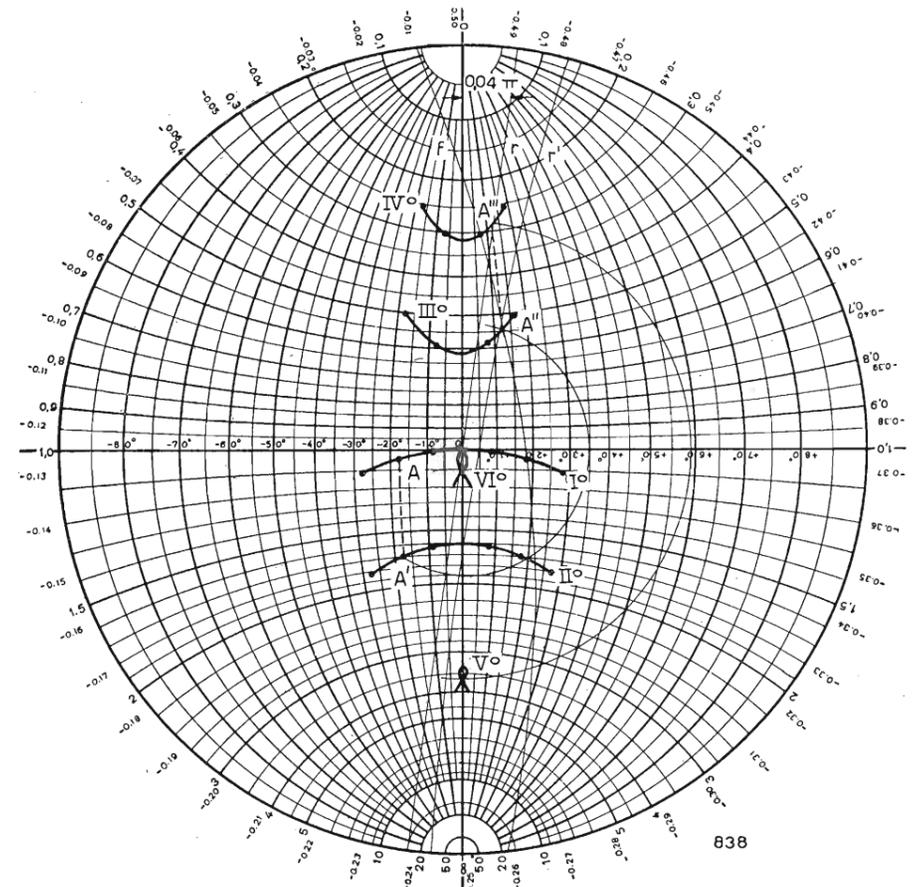


Fig. 31. — Soluzione grafica del problema di trasformazione e adattamento su larga banda con due linee in quarto d'onda.

ovvero per  $k$  (equazione 30). Pertanto il luogo di  $Z'_b/(k_1 R_0)$  per  $k_2$  variabile si ottiene traslando ciascun punto della retta  $r$  lungo una curva di fase costante, in modo da passare da un cerchio  $|z| = \text{costante}$  ad un cerchio  $|kz| = \text{costante}$ . Questa curva  $r'$  interseca la  $f$  in  $A''$  a cui corrisponde la coppia di valori  $k_1$  e  $k_2$  cercati. Si tracci, con centro nel punto centrale della carta, un cerchio passante per  $A''$  e si consideri la sua intersezione  $A'$  con la curva di fase costante passante per A.

Il rapporto fra il modulo dell'impedenza corrispondente al punto A e il modulo di quella corrispondente ad  $A'$  dà il valore di  $k_1$ .

Dalla [30] si ricava poi  $k_2 = k_1 \cdot k$ . Nel caso particolare si ottiene  $k_1 = 0,63$ ,  $k_2 = 0,63 \cdot 2 = 1,26$ . Si può verificare questa costruzione seguendo le trasformazioni operate dalle due linee.

Riferendo la caratteristica I alla resistenza di  $k_1 R_0$  si ottiene la II che viene trasformata nella III dalla prima linea. Riferendo questa curva alla resistenza  $k_2 R_0$  si ottiene la IV. La seconda linea trasforma la IV nella V. La VI si ottiene dalla V riferendola a  $k^2 R_0$ .

## APPENDICE

### Trasformazione d'impedenza delle linee - Rappresentazioni grafiche.

L'impedenza d'ingresso  $Z_i$  di una linea senza perdite (fig. 1) chiusa sull'impedenza  $Z_u$ , avente lun-

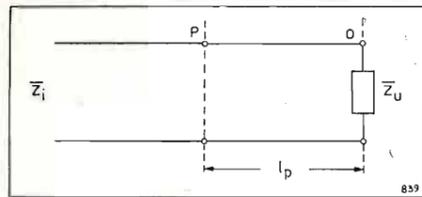


Fig. 1.

ghezza  $l$  e impedenza caratteristica  $Z_0$ , è

$$[1] \quad Z_i = Z_0 \frac{Z_u \cos \beta l + j Z_0 \sin \beta l}{Z_0 \cos \beta l + j Z_u \sin \beta l}$$

dove  $\beta = \frac{2\pi f}{c} l$ , essendo  $c$  la velocità di propagazione sulla linea.

Se  $Z_u$  è diverso da  $Z_0$ , la linea è sede di due onde progressive che si propagano, una verso il carico (onda incidente) e l'altra verso il generatore (onda riflessa).

Il coefficiente di riflessione  $\rho_P$  nel punto P viene definito come il rapporto complesso fra la tensione riflessa e quella incidente in quel punto:

$$[2] \quad \rho_P = \frac{E_{P^-}}{E_{P^+}}$$

Si indichi con  $E_0^+$  ed  $E_0^-$  la tensione incidente e riflessa nel punto 0 e con  $\varphi_0$  la fase di  $E_0^+$  rispetto ad  $E_0^- \cdot E_{P^+}$ , nell'ipotesi di una linea senza perdite, ha la stessa ampiezza di  $E_0^+$  ma è sfasata in anticipo, cioè:

$$[3] \quad E_{P^+} = E_0^+ \cdot e^{j \cdot 2\pi f \cdot l_P / c} = E_0^+ \cdot e^{j\beta l_P}$$

La  $E_{P^-}$  è invece sfasata in ritardo rispetto ad  $E_0^-$ , cioè:

$$[4] \quad E_{P^-} = E_0^- \cdot e^{-j\beta l_P}$$

Tenendo conto delle [3] e [4], la [2] diventa:

$$[5] \quad \rho_P = \frac{E_0^- e^{-j\beta l_P}}{E_0^+ \cdot e^{j\beta l_P}} = |\rho| e^{-j(\varphi_0 + 2\beta l_P)}$$

Si indica con  $|\rho|$  il modulo del coefficiente di riflessione che è costante al variare di  $l_P$ , essendo la linea senza perdite.

La tensione effettiva  $E_P$  nel punto P è la somma delle tensioni incidenti e riflesse nello stesso punto:

$$[6] \quad E_P = E_{P^+} + E_{P^-} = E_{P^+} \left( 1 + \frac{E_{P^-}}{E_{P^+}} \right) = E_{P^+} [1 + |\rho| \cdot e^{-j(\varphi_0 + 2\beta l_P)}]$$

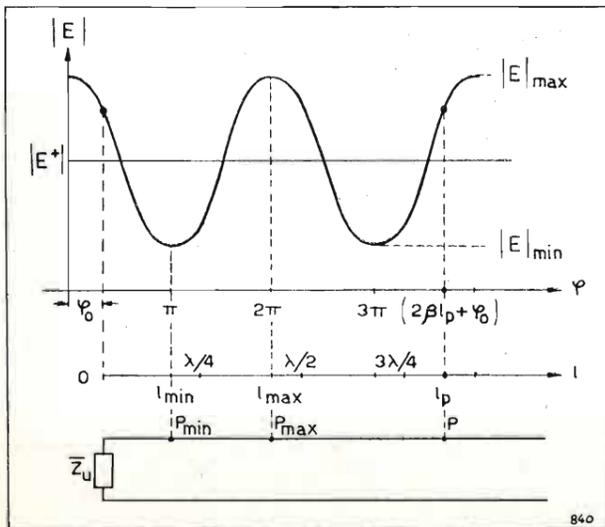


Fig. 2.

Esistono lungo la linea dei punti  $P_{\min}$  e  $P_{\max}$  di ascissa  $l_{\min}$  e  $l_{\max}$  (fig. 2) in cui la tensione è rispettivamente minima e massima. Questo accade per:

$$[7] \quad \begin{aligned} 2\beta l_{\min} + \varphi_0 &= (2n - 1)\pi & n &= 0, 1, 2, \dots \\ 2\beta l_{\max} + \varphi_0 &= 2n\pi \end{aligned}$$

Si definisce come rapporto di onde stazionarie  $\sigma$  il rapporto fra le ampiezze delle tensioni massima e minima:

$$[8] \quad \sigma = \frac{|E|_{\max}}{|E|_{\min}} = \frac{|E^+| + |E^-|}{|E^+| - |E^-|} = \frac{1 + |\rho|}{1 - |\rho|}$$

Dalla [8] si ricava:

$$[9] \quad |\rho| = \frac{\sigma - 1}{\sigma + 1}$$

Il coefficiente di riflessione nel punto P della linea si può esprimere in funzione dell'impedenza che la linea presenta in P e della sua impedenza caratteristica.

Nel punto P della linea la tensione è:

$$[10] \quad E_P = E_{P^+} + E_{P^-} = E_{P^+} (1 + \rho_P)$$

mentre la corrente è:

$$[11] \quad I_P = I_{P^+} - I_{P^-} = I_{P^+} (1 - \rho_P)$$

Allora l'impedenza in P vale:

$$[12] \quad Z_P = \frac{E_{P^+} (1 + \rho_P)}{I_{P^+} (1 - \rho_P)} = Z_0 \frac{1 + \rho_P}{1 - \rho_P}$$

da cui:

$$[13] \quad \rho_P = \frac{Z_P - Z_0}{Z_P + Z_0}$$

### Rappresentazione grafica delle trasformazioni di impedenza.

#### a) CARTA IN COORDINATE CARTESIANE.

Si consideri l'equazione [1] in cui si sostituisce  $Z_u$  con una resistenza pura  $R_u$ . Si ottiene:

$$[1'] \quad Z_i = Z_0 \frac{R_u \cos \beta l + j Z_0 \sin \beta l}{Z_0 \cos \beta l + j R_u \sin \beta l}$$

ovvero:

$$[1''] \quad z_i = \frac{r_u \cos \beta l + j \sin \beta l}{\cos \beta l + j r_u \sin \beta l}$$

dove  $z_i = \frac{Z_i}{Z_0}$  ed  $r_u = \frac{R_u}{Z_0}$  sono impedenze relative.

Si desidera individuare sul piano complesso ( $r, x$ ) il valore immaginario  $r + jx$  come rapporto dei due numeri immaginari noti  $r_u \cos \beta l + j \sin \beta l$  e  $\cos \beta l + j r_u \sin \beta l$ .

Come premessa si consideri il rapporto:

$$[14] \quad a + jb = \frac{a_1 + j b_1}{a_2 + j b_2}$$

da cui, eguagliando le parti reali e immaginarie, si deduce:

$$[15] \quad \begin{aligned} a a_2 - b b_2 &= a_1 & b &= \frac{a_2}{b_2} a - \frac{a_1}{b_2} \\ a b_2 + b a_2 &= b_1 & b &= -\frac{b_2}{a_2} a + \frac{b_1}{a_2} \end{aligned}$$

Considerando  $a$  e  $b$  come variabili si osserva che le [15] sono equazioni di due rette ortogonali passanti

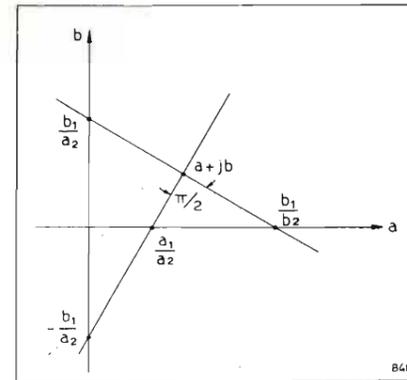


Fig. 3.

l'una per i punti  $(0, -a_1/b_2)$  e  $(a_1/a_2, 0)$  l'altra per i punti  $(0, b_1/a_2)$  e  $(b_1/b_2, 0)$  (fig. 3).

L'intersezione di queste rette rappresenta il numero  $a + jb$ . Applicando quanto sopra all'equazione 1'' si ha:

$$[16] \quad \begin{aligned} -\frac{a_1}{b_2} &= -\cotg \beta l; & \frac{a_1}{a_2} &= r; \\ \frac{b_1}{a_2} &= \tg \beta l; & \frac{b_1}{b_2} &= \frac{1}{r_u} \end{aligned}$$

Si riportano questi valori sulle coordinate  $r$  e  $x$  di figura 4 e si tracciano le rette ortogonali DC ed EB.

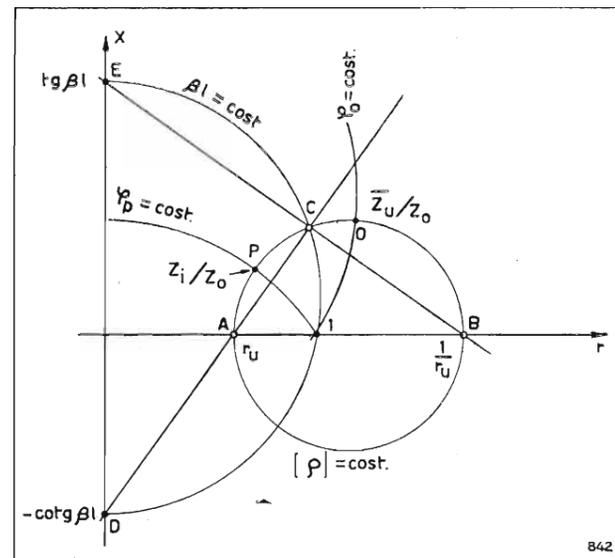


Fig. 4.

Al variare della lunghezza  $l$  della linea si spostano solo i punti E e D, pertanto il vertice C del triangolo rettangolo ABC si sposta su una circonferenza di diametro AB. Questo cerchio è esclusivamente individuato dal valore della resistenza di chiusura della linea e dalla sua impedenza caratteristica ed è il luogo di tutte le possibili impedenze che si possono ottenere all'ingresso della linea se la sua lunghezza varia. Esso è pertanto un cerchio  $|\rho| = \text{costante}$ , essendo:

$$[17] \quad |\rho| = \frac{r_u - 1}{r_u + 1}$$

Mantenendo costante la lunghezza della linea e variando  $r_u$ , i punti E e D rimangono fissi, mentre A e B si spostano sull'asse  $r$ . Il vertice C del triangolo rettangolo ECD descrive allora un cerchio di diametro ED. Questo cerchio passa per il punto 1,

ed è il luogo di tutte le possibili impedenze che si possono ottenere all'ingresso della linea di lunghezza  $l$  quando se ne faccia variare l'impedenza caratteristica o la resistenza di chiusura.

Esso è pertanto un cerchio  $\beta l = \text{costante}$ .

I cerchi  $|\rho| = \text{cost}$  e  $\beta l = \text{cost}$  si intersecano ad angolo retto. Attribuito a  $|\rho|$  e a  $\beta l$  valori diversi si possono descrivere sul piano ( $r, x$ ) due famiglie di curve ortogonali, le quali forniscono la rappresentazione grafica della funzione:

$$[18] \quad |\rho| \cdot e^{-j\varphi} = \frac{z - 1}{z + 1}$$

che lega il modulo e la fase del coefficiente di riflessione in un punto di una linea con l'impedenza relativa in quel punto.

Desiderando trovare su una carta così preparata l'impedenza  $Z_i$  d'ingresso di una linea lunga  $l$  e chiusa sull'impedenza  $Z_u$ , si procede nel seguente modo: si

riporta sulla carta l'impedenza relativa  $\frac{Z_u}{Z_0}$  (punto 0):

si trova così il coefficiente di riflessione  $|\rho| \cdot e^{-j\varphi_0}$  nel punto di chiusura della linea. Sapendo che al suo ingresso il coefficiente di riflessione deve essere  $|\rho| \cdot e^{-j(\varphi_0 + 2\beta l)}$ , si cerca la curva  $\varphi_P = \text{cost}$ , tale che  $\varphi_P - \varphi_0 = 2\beta l$  e se ne considera l'intersezione P con il cerchio  $|\rho| = \text{cost}$ . In P si legge l'impedenza relativa  $Z_i/Z_0$ .

#### b) CARTA DI SMITH.

Le equazioni [13] e [18] possono essere scritte sotto questa forma:

$$[19] \quad \xi + j\eta = \frac{z - 1}{z + 1} = \frac{r + jx - 1}{r + jx + 1} = \frac{r - 1 + jx}{r + 1 + jx}$$

$\xi$  ed  $\eta$  sono le componenti cartesiane del coefficiente di riflessione all'ingresso della linea lunga  $l$ .

Trascrivendo le [14] per questo caso si ha:

$$\begin{aligned} -\frac{a_1}{b_2} &= -\frac{r - 1}{x}; & \frac{a_1}{a_2} &= \frac{r - 1}{r + 1}; \\ \frac{b_1}{a_2} &= \frac{x}{r + 1}; & \frac{b_1}{b_2} &= 1. \end{aligned}$$

L'intersezione C delle rette ortogonali DF e BE è il punto  $\xi + j\eta$  (fig. 5).

Il punto F ha coordinate  $(1, 2/x)$  secondo quanto risulta dalla similitudine dei triangoli OAD e BAF.

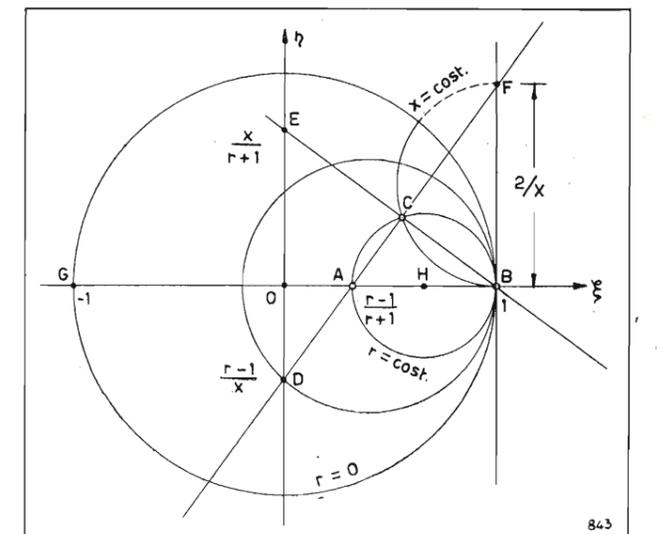


Fig. 5.

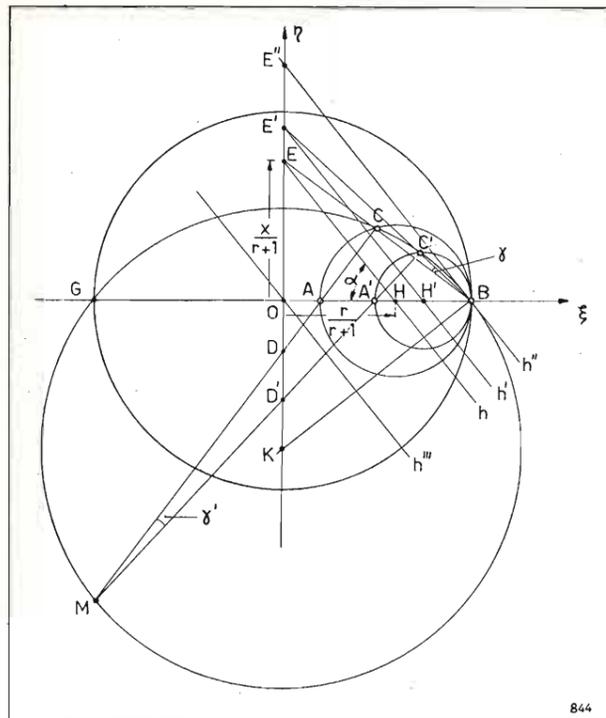


Fig. 6.

Se della linea si varia la lunghezza e l'impedenza relativa di chiusura in modo che la componente reale  $r$  dell'impedenza d'ingresso rimanga costante, i punti A e B rimangono fissi e pertanto il vertice C del trian-

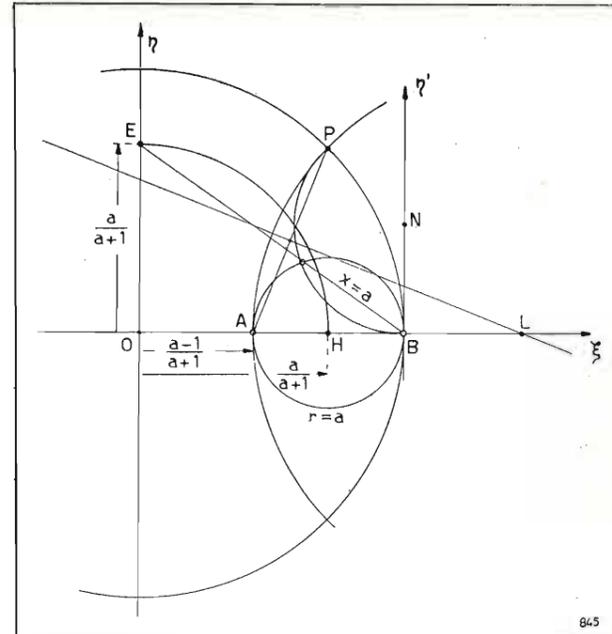


Fig. 7.

golo rettangolo ACB descrive un cerchio: esso è il luogo di tutti i possibili valori di  $\xi + j\eta$  che consentono di ottenere all'ingresso della linea la stessa componente ohmica.

Questo è un cerchio  $r = \text{costante}$ .

Se nello stesso modo si procede per mantenere  $x$  costante, si trova che il cerchio BCF è il luogo di tutti i possibili valori di  $\xi + j\eta$  che soddisfano a questa condizione.

Esso è un cerchio  $x = \text{costante}$ .

Per  $r = \infty$  il cerchio  $r = \text{cost}$  si riduce al punto B.

Per  $r = 0$  esso passa per i punti B e G di ascissa 1 e -1 rispettivamente.

Quindi ogni altro cerchio  $r = \text{costante}$  è contenuto nel cerchio  $r = 0$  che pertanto stabilisce il limite della carta.

Le due famiglie di curve  $x = \text{costante}$  e  $r = \text{costante}$  sono fra loro ortogonali.

Le curve  $|\rho| = \sqrt{\xi^2 + \eta^2} = \text{cost}$  sono cerchi con centro nella origine degli assi; le curve  $\varphi = \arctg \frac{\eta}{\xi}$  sono rette passanti per l'origine.

Anziché i luoghi  $r = \text{cost}$  e  $x = \text{cost}$ , possono essere riportati sul piano  $(\xi, \eta)$   $\sqrt{r^2 + x^2} = \text{cost}$  e  $\arctg x/r = \text{cost}$ .

Si congiunga (fig. 6) il punto E di coordinate  $0, x/(r+1)$  con il centro H del cerchio  $r = \text{cost}$ , di coordinate  $r/(r+1), 0$ , mediante la retta  $h$ . Essa forma con l'asse  $\xi$  l'angolo  $\alpha = \arctg x/r$ . La congiungente di E con B individua, sulla curva  $r = \text{cost}$  il punto C per il

quale passa il cerchio  $x = \text{cost}$ : pertanto C appartiene alla curva  $\arctg x/r = \alpha$ .

Tracciando una retta  $h'$  parallela ad  $h$  si trovano per intersezione con gli assi  $\eta$  e  $\xi$ , i punti E' e H' di coordinate  $0, x'/(r'+1)$  e  $r'/(r'+1), 0$ . Si descriva con centro in H', un cerchio passante per B: esso è la curva  $r' = \text{cost}$ . Congiungendo E' con B si trova l'intersezione C' con detta curva: poichè per C' passa il cerchio  $x' = \text{cost}$ , per esso dovrà pure passare la curva  $\arctg x'/r' = \alpha$ . Essa, ed anche tutte le altre, passa per G e per B, come si può verificare tracciando le rette  $h''$  passante per B e  $h'''$  passante per 0 e ripetendo la stessa costruzione che dà luogo peraltro a due casi degeneri.

Si dimostra infine che la curva  $\arctg x/r = \alpha$  è un cerchio passante per M: infatti  $\gamma$  e  $\gamma'$  sono uguali, poichè le rette che li comprendono sono normali fra loro per costruzione. Si conclude che tutte le curve  $\arctg x/r = \text{cost}$  sono cerchi passanti per B e G ed aventi, di conseguenza, il centro sull'asse  $\eta$ . Fissato un valore  $\alpha$  di  $\arctg x/r$ , è possibile tracciare il cerchio  $\arctg x/r = \text{cost} = \alpha$  osservando ancora che la retta  $h''$  che forma l'angolo  $\alpha$  con l'asse  $\xi$  è tangente al cerchio desiderato. Tracciando quindi per B la normale a questa retta se ne trova il centro K.

Le curve luogo  $|z| = \sqrt{r^2 + x^2} = \text{cost}$  sono traiettorie ortogonali alle curve  $\arctg x/r = \text{cost}$  e pertanto sono cerchi con centro sull'asse  $\xi$ .

Se si vuole trovare il cerchio  $|z| = \text{cost} = a$  (fig. 7), si porta sull'asse  $\xi$  il segmento  $OH = a/(a+1)$  e si traccia il cerchio con centro in H passante per B. Si trova così il punto A che rappresenta la resistenza relativa  $a$ . Si prende ora sull'asse il segmento  $OE = -a/(a+1)$  e si traccia poi la retta BE che interseca il cerchio  $r = a$  nel punto C. Si traccia un cerchio passante per B e C con centro N sull'asse  $\eta'$ : esso è il cerchio  $x = \text{cost} = a$  ed interseca il cerchio limite della carta in un punto P cui corrisponde la reattanza relativa  $x = a$ . Il cerchio  $|z| = \text{cost} = a$  che si desidera tracciare deve passare proprio per il punto P e per il punto A.

Nelle figure 8 e 9 sono riportate le carte di Smith nelle due forme: rappresentazione delle impedenze mediante le componenti  $r$  ed  $x$  e rappresentazione delle stesse in modulo e fase.

### c) USO DELLA CARTA DI SMITH.

1) Trovare l'impedenza  $Z_i$  all'ingresso di una linea di impedenza caratteristica  $Z_0$  e lunghezza  $l$ , chiusa su  $Z_u$ .

Si riporta sulla carta di figura 8 l'impedenza relativa  $Z_u/Z_0$  (punto A). Si calcola l'angolo  $\alpha = 2\pi l/c$  e si trasla A in senso orario di  $\alpha$  lungo un cerchio con centro in 0 passante per A (cerchio  $|\rho| = \text{cost}$ ). Si trova così il punto A' dove si legge l'impedenza  $Z_i/Z_0$ .

2) Trovare l'ammittenza  $y = 1/Z_u$  data l'impedenza  $Z_u$ .

Una linea lunga  $\lambda/4$  chiusa su  $Z_u$  presenta all'ingresso un'impedenza  $Z_i$  tale che:

$$Z_i \cdot Z_u = Z_0^2,$$

cioè

$$\frac{Z_0}{Z_u} = \frac{Z_i}{Z_0}$$

Si deduce che l'ammittenza relativa  $y = Z_0/Z_u$  è uguale all'impedenza relativa d'ingresso di una linea lunga  $\lambda/4$  chiusa su  $Z_u$ . Ne consegue allora la soluzione grafica seguente:

Si riporta sulla carta l'impedenza relativa  $Z_u/Z_0$  (punto A) essendo  $Z_0$  scelto a piacere; si trasla A lungo un cerchio con centro in 0 per un angolo di  $\pi$  radianti (per una linea lunga  $\lambda/4$  si ha  $2\pi l/c = \pi$ ) e si trova A''. Si legge qui l'ammittenza relativa  $y = Z_0/Z_u$ , da cui si ricava  $y = 1/Z_u$ .

(170)

### BIBLIOGRAFIA

- 1 - RUMSEY V. H.: *The design of frequency-compensating matching sections*. « Proc. I.R.E. », XXXVIII, n. 10, ottobre 1950, p. 1191.
- 2 - SMITH P. H.: *Transmission line calculator*. « Electronics », gennaio 1939, p. 29.
- 3 - SMITH P. H.: *An improved transmission line calculator*. « Electronics », gennaio 1944.

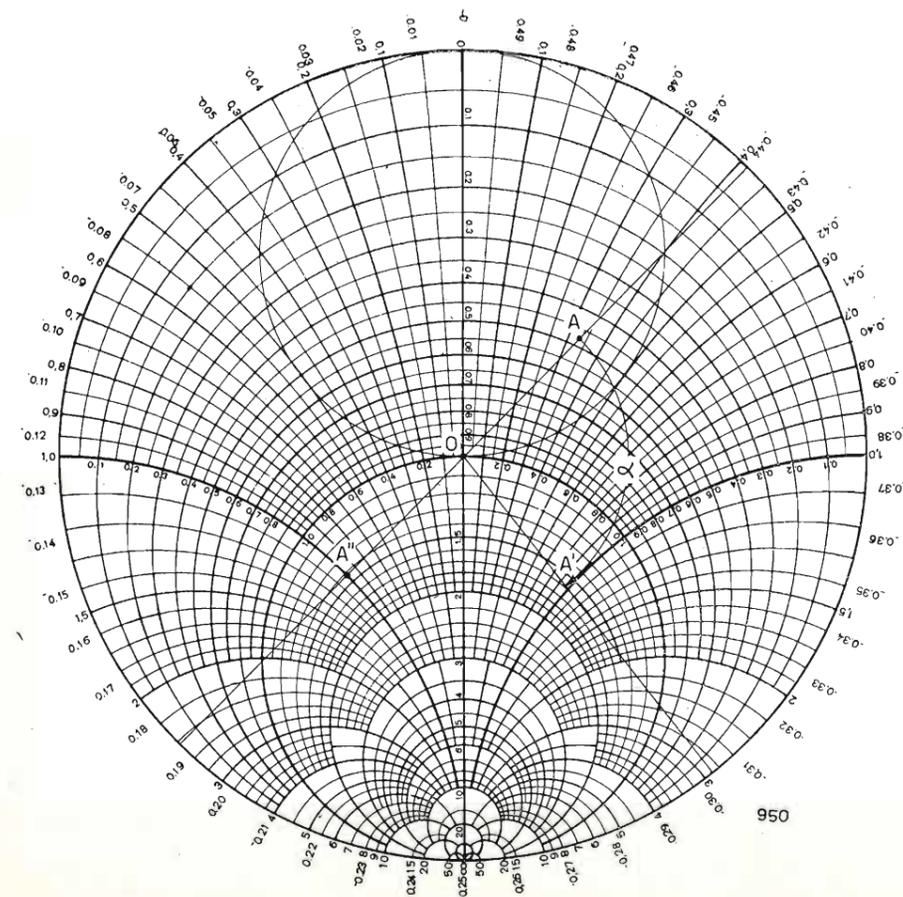


Fig. 8. — Carta di Smith con rappresentazione delle impedenze nelle componenti reale ed immaginaria.

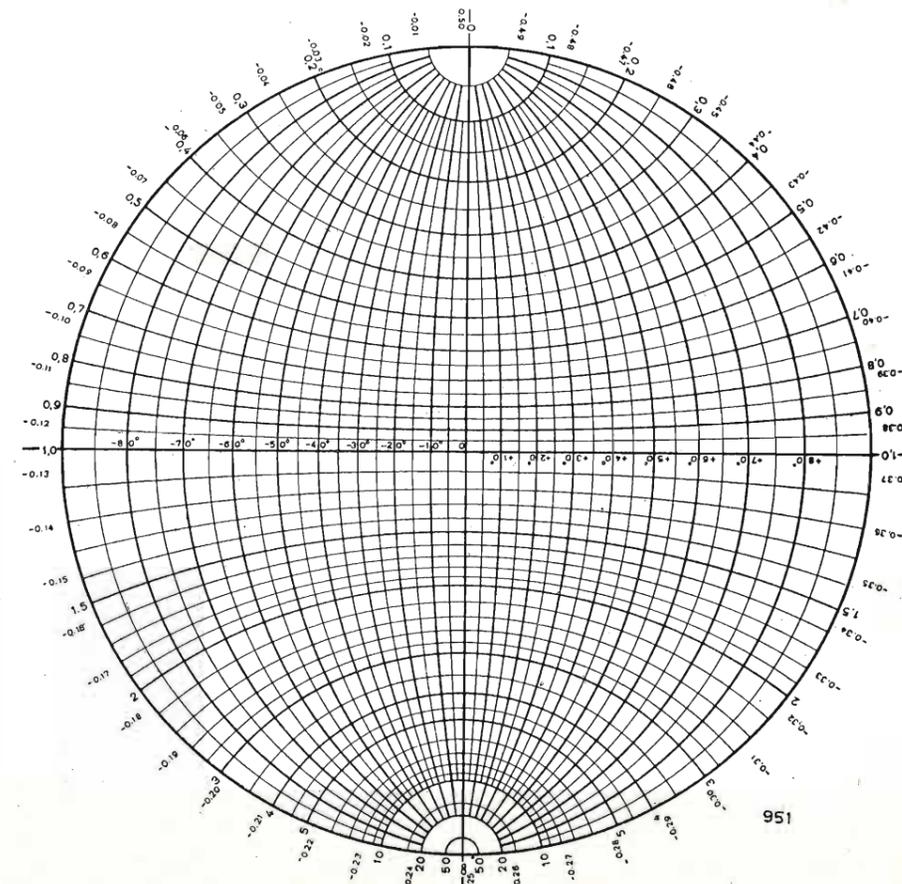


Fig. 9. — Carta di Smith con rappresentazione delle impedenze in modulo e fase.

- 4 - BRYAN H. E.: *Impedance circle diagrams*. « Radio and Television News », febbraio 1951, p. 15A.
- 5 - ZINKE O.: *Antennes à large bande et circuits résonnants avec simple et double compensation*. « La Radio française », dicembre 1949, p. 13.
- 6 - RUHRMANN A.: *Die Reaktanz fehlangepasster Resonanzleitungen*. « Arkiv der Elektrischen Uebertragung », maggio 1951, p. 219.
- 7 - MEINKE H. H.: *Das Breitband problem der Dezimeterwellentechnik*. « Elektrotechnik », febbraio 1948, p. 137.
- 8 - ZAMBERTS K. E PUNGS L.: *Experimentelle Untersuchungen an Meter-und Dezimeterwellen-Antennen für breite Frequenzbänder*. « Fernmeldtechnische Zeitschrift », maggio 1950.
- 9 - GREIF R.: *Fernseh - Sende - und Empfangs-Antennen*. « Rohde e Schwarz Mitteilungen », n. 2, 1952, p. 50.

## SCHEMARIO TV

Raccolta di 59 schemi, tutti ripresi direttamente dai disegni originali delle varie case, di circuiti dei più recenti televisori in commercio, con l'indicazione dei valori numerici di tutte le parti componenti (Ed. « Il Rostro ») . . . . . L. 2500

In vendita nelle principali librerie. Per richieste dirette rivolgersi alla **EDIZIONI RADIO ITALIANA - Via Arsenale, 21 - Torino**

## Elettrosaldatore Istantaneo 2000

illumina il punto di saldatura *mod. 1954*

Salda in 8''



DIMENSIONI RIDOTTE  
VERNICIATURA ISOLANTE

**UNIVERSALDA torino**

AGENTE DI VENDITA PER L'ITALIA :

**S.R.L. CARLO ERBA**  
MILANO

VIA CLERICETTI, 40 - TELEF. 292-867

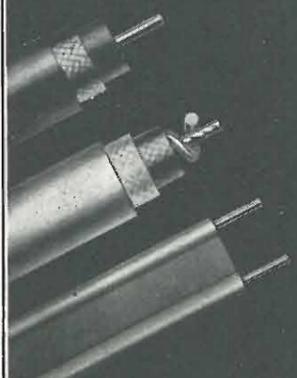


- CAVI PER ALTA FREQUENZA E TELEVISIONE
- CAVI PER RADAR
- CAVI PER PONTI RADIO
- CAVI PER RAGGI X
- CAVI PER A.T. IN POLITENE
- CAVI PER MACCHINE ELETTRONICHE E APPARECCHI DI MISURA
- FILI DI RAME CON SMALTO TIPO SALDABILE SOLVIT
- FILI SMALTATI AUTOIMPREGNANTI
- FILI PER CABLAGGI E CONNESSIONE M. 49 Dätwyler (Brevettati)
- GORDONCINI LITZ SALDABILI
- GIUNTI E TERMINALI PER CAVI T.V. E A.F.

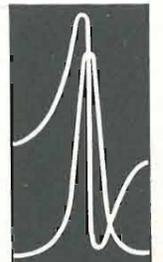
DEPOSITI A:

MILANO - ROMA - FIRENZE - BOLOGNA - TORINO - PADOVA

CAVI ALTA FREQUENZA  
E TELEVISIONE

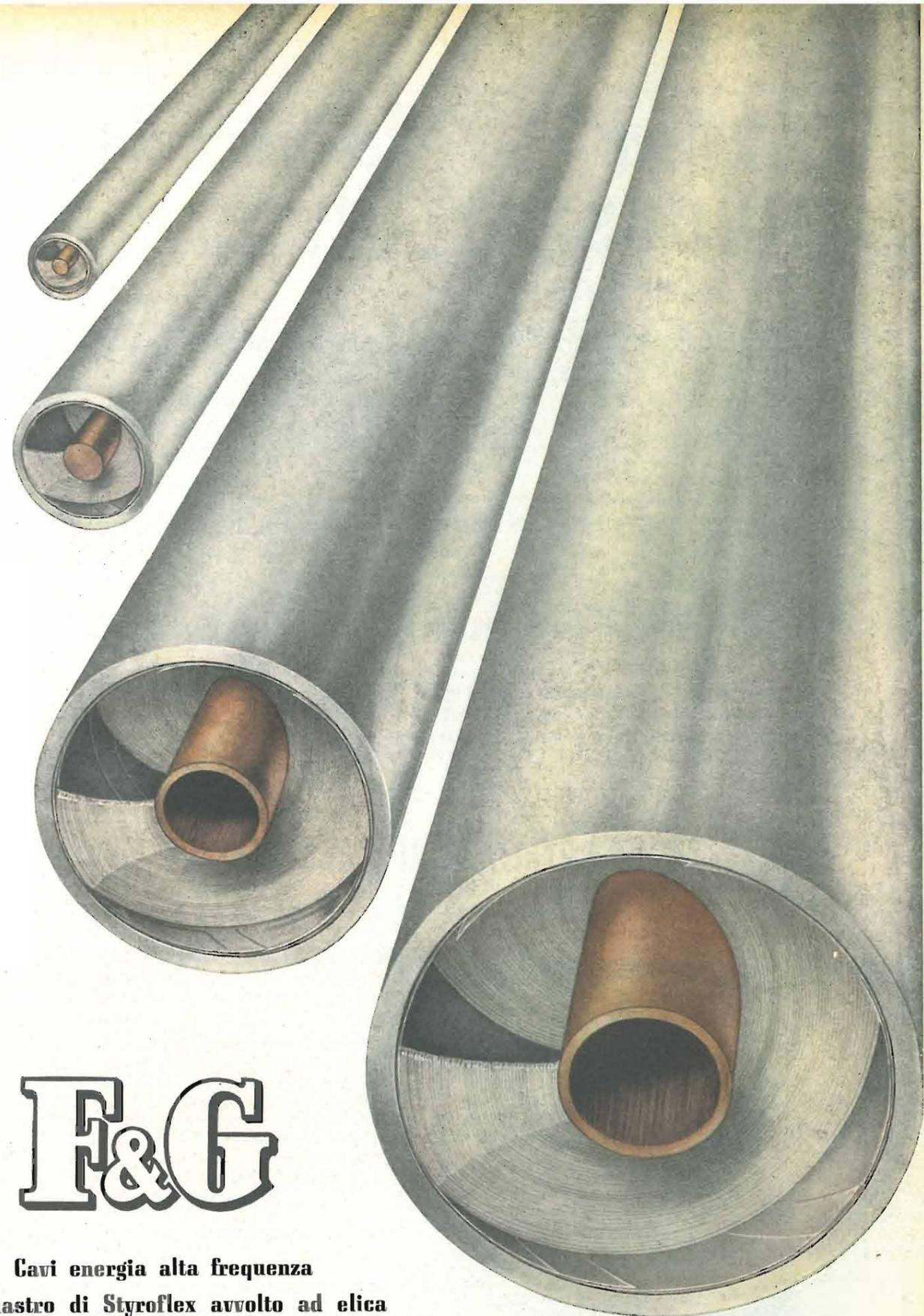


*Dätwyler* S.A.



Tutti i tipi RG  
secondo prescrizioni  
Army-Navy e tipi  
speciali su richiesta

MANIFATTURA SVIZZERA  
DI FILI, CAVI E CAUCCIU  
ALTDORF - URI



# F&G

Cavi energia alta frequenza  
con nastro di Styroflex avvolto ad elica

**Felten & Guilleaume Carlswerk AG**  
Köln - Mülheim



Rappresentante Generale  
**Ing. OSCAR ROJE**  
MILANO - Via T. Tasso 7  
Tel. 42.241

Soc. per Az. **ZUST**  
**AMBROSETTI**  
**TRASPORTI**  
**INTERNAZIONALI**

TORINO - Via Cellini, 2 - Tel. 693-435 - 690-603/607

MILANO-GENOVA-SAVONA  
COMO-FIRENZE-ROMA-NAPOLI

Casa Alleata  
**ZUST & BACHMEIER** Soc. An.  
con Filiali ad  
AMBURGO - BARMEN - BERLINO  
BREMA - DUESSELDORF - FRANCOFORTE  
LIPSIA - NORIMBERGA - STOCCARDA

**NON PERDETE TEMPO!**

RITAGLIATE IL TALLONCINO IN  
CALCE E SPEDITELO ALLA DITTA

*Gian Bruno Castelfranchi*

Vi saranno inviate le ultime pubblicazioni e  
i famosissimi "PACCHI STANDARD"

**Ditta G. B. CASTELFRANCHI**

MILANO - Via Petrella, 6

NOME  
COGNOME  
VIA  
CITTÀ

**SIAE** SOCIETÀ ITALIANA APPARECCHIATURE ELETTRONICHE

S. R. L. MILANO - VIA PONTE SEVESO, 43 - TELEFONO 60.30.61



**ANALIZZATORE UNIVERSALE MOD. 620**

20'000 Ohm/Volt in c.c.  
e 1'000 Ohm/Volt in c.a.  
40 portate differenti!

Assenza di commutatori, sia rotanti che a leva.  
Scala unica (nera) per tutte le misure in corrente continua.  
Scala unica (rossa) per tutte le misure in corrente alternata.  
Puntali con spine di passo e lunghezza normali americane.

- Misure di capacità tarate completamente in  $\mu F$
- Misure d'uscita tarate direttamente in dB (8 portate)
- Misure Ohmmetriche (4 portate differenti) da 1 Ohm a 20 Megaohm ottenute con una normale pila da 4,5 V. interna all'analizzatore stesso.
- Misure Milliamperometriche e Amperometriche sia in c.c. che in c.a. (1-5-50-500-5000 mA) portata di 50  $\mu A$  in c.c.
- Misure Voltmetriche sia in c.c. che in c.a. (5-10-25-50-100-250-500-1000 V.).  
Puntale separato ad alto isolamento per misure fino a 25'000 V.

Strumento indicatore "originale I.C.E.", ad ampia scala (125 mm.) con magneti in lega speciale che dà all'indice uno smorzamento molto rapido e conferisce allo strumento una robustezza che gli permette di sopportare, senza alcun danno, sovraccarichi ed urti molto forti.

Dimensioni: mm. 195 x 135 x 75 ca. Peso: kg 1,100 ca.

**CONGRESSO SUI PROCEDIMENTI DI REGISTRAZIONE  
SONORA E LORO ESTENSIONE ALLA REGISTRAZIONE  
DELL'INFORMAZIONE**

(Continuazione - Vedi numero precedente a pagina 183)

SEZIONE IV - **Registrazione meccanica**

CALLEZ Y.: *I rumori di fondo del disco: difficoltà di fabbricazione.*

Si possono dividere i rumori di fondo in un disco in due categorie ben distinte: crepitio dovuto a fabbricazione imperfetta e soffio prodotto al passaggio della puntina e causato in generale dalla composizione del disco.

I fattori che si debbono considerare nello studio dei rumori di fondo sono:

- a) il processo galvano-plastico;
- b) lo stampaggio del disco;
- c) il materiale del disco.

L'autore passa in rassegna tutti i processi di fabbricazione e determina tutte le possibili cause di disturbo. In genere si deve ricorrere a compromessi tra le esigenze di fabbricazione, quelle di carattere meccanico e di usura ed il rumore di fondo che ne consegue.

In questo campo si sono ottenuti già notevoli progressi; e si deve ritenere che si potrà giungere alla costruzione di dischi di buone qualità generiche, aventi rumore di fondo del tutto trascurabile.

SEZIONE V - **Applicazioni ed estensioni.**

DUMOUSSEAU C.: *Memoria di grande capacità su nastro magnetico e sue applicazioni.*

La possibilità di registrare impulsi su un nastro magnetico unitamente a quella di poterlo svolgere a velocità diverse consente di creare un apparecchio « a memoria » dotato di proprietà quanto mai interessanti.

In particolare la memoria magnetica può essere utilizzata nei seguenti casi: quando la quantità di informazione è considerevole, dato il piccolo ingombro di questo tipo di memoria; quando le operazioni da effettuare sulle informazioni sono sufficientemente semplici; quando il numero di ripetizioni della memoria fra due operazioni successive può essere notevole (economia del supporto); quando intervengono macchine da stampa (possibilità di grandi variazioni di velocità). In modo particolare la memoria magnetica è utilizzabile in alcuni problemi di carattere statistico.

DUPON-TERSEN: *La registrazione magnetica utilizzata in audiologia clinica, il fenomeno dell'autoaudizione ritardata.*

Mediante un magnetofono con testina di lettura mobile si può ascoltare la propria voce con un ritardo variabile. Si ottengono come risultato diverse alterazioni della voce e della parola, precisamente in ordine di frequenza: il

rallentamento della parola, il fenomeno di Lombard-Tarneau, la balbuzie classica.

Queste alterazioni sono causate da riflessi, e quindi indipendenti dalla volontà; presentano un notevole interesse per lo studio psicofisiologico della parola e nel campo dell'audiologia clinica per individuare la simulazione di sordità.

POULLIN J.: *Contributo della tecnica della registrazione alla creazione di nuove forme musicali. Applicazione alla « musica concreta ».*

Uno degli aspetti della registrazione sonora è quello di rendere tangibile il suono, per sua natura fugace: infatti il supporto sonoro dà la possibilità di ricostruire il fenomeno a piacimento e permette un'analisi del suono. Potendosi con questo mezzo isolare e studiare anche i suoni e rumori elementari, si viene a definire l'oggetto sonoro.

Esso viene ad avere un'esistenza materiale e può essere analizzato, classificato e, mediante manipolazioni elettroacustiche, trasformato fino a ricavarne nuovi oggetti sonori. Con questo concetto il gruppo di ricerche di « musica concreta » della R.T.F. crea nuovi oggetti sonori e l'autore dell'articolo si propone di studiare gli aspetti tecnici della notazione, la creazione di nuovi suoni, la loro composizione fino a giungere alla diffusione di opere musicali così elaborate.

Analisi e notazione. — La rappresentazione di un oggetto sonoro in un piano, non è sufficiente secondo l'autore, come pure l'analisi armonica, per quanto dia risultati migliori. Infatti queste rappresentazioni non possono fornire l'esame del timbro e dell'intensità psicologici.

Allo scopo di avvicinarsi alla sensazione P. Schaeffer ha immaginato la rappresentazione di un suono complesso nello spazio a tre dimensioni: un asse per la frequenza, uno per il tempo, e uno per la sensazione psicologica: la notazione può essere fatta anche sul pentagramma musicale — secondo Schaeffer — potendosi dare indicazioni melodiche e dinamiche, i caratteri di attacco, di estensione e di durata dell'oggetto sonoro.

Creazione di oggetti sonori. Si basa fondamentalmente sulla possibilità offerta dalla registrazione magnetica sul nastro: mediante tale mezzo, un suono può essere riprodotto a rovescio, a velocità alterata, distorto, riverberato, ecc. e i suoni — o oggetti sonori elementari — possono essere mescolati e dare un oggetto sonoro complesso. L'autore s'intrattiene molto diffusamente sugli effetti ottenibili sulla voce umana, sui rumori e suoni e passa a parlare di una macchina magnetica, con la quale è possibile creare la « mu-

sica concreta ». Tale macchina ha 12 velocità differenti in rapporto fra loro come la scala temperata. Il motore di trasporto ha due velocità e si hanno così 24 velocità disponibili; il nastro è ad anello chiuso e la macchina ha tutti gli elementi di un magnetofono.

Così il suono registrato può essere, a sua volta, spezzettato, frammentato e trasposto di ottave per ottenere suoni nuovi e nuovi effetti sonori.

Diffusione sonora della « musica concreta ». — Questa nuova musica non può essere riprodotta da un comune altoparlante, ma va diffusa nello spazio di una sala con mezzi stereofonici, in modo che si abbia il rilievo sonoro statico e dinamico degli oggetti sonori.

Il sistema stereofonico, a quattro altoparlanti uguali, direttivi, viene comandato con mezzi elettrici (per induzione), dagli stessi gesti del direttore, il quale può dare agli spettatori in sala la sua personale interpretazione alla riproduzione.

Variando con gesti l'intensità relativa di questi altoparlanti si produce la sensazione di movimento della sorgente sonora virtuale situata nello spazio. Il magnetofono di riproduzione ha cinque piste, la quinta pista potendo già essere registrata in precedenza, con segnali speciali per ottenere il rilievo statico e dinamico.

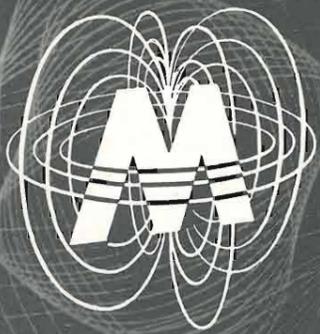
Conclusioni. — Dal 1948 — anno di nascita della « musica concreta » — numerose opere di repertorio, aventi per ora carattere sperimentale sono state già riprodotte ed hanno dato luogo a discussioni e critiche non sempre favorevoli; ma l'interesse destato da questa nuova musica nei giovani compositori ha determinato in certuni, un orientamento artistico e tecnico completamente nuovo.

TOUTAN N.: *Una linea di ritardo variabile a nastro magnetico.*

Si studia un correlatore analogico che permette di tracciare per punti sia una funzione di correlazione sia una funzione di mutua correlazione.

Per conseguire questo scopo è necessario poter disporre della lettura contemporanea di due punti registrati con un intervallo di tempo  $t$ , nel caso considerato variabile da 3 a 200 millisecondi. L'autore realizza un dispositivo mediante due testine magnetiche, che si spostano l'una relativamente all'altra. Si studia l'influenza delle fluttuazioni di velocità sulla precisione del rilievo e si espongono i requisiti ai quali debbono soddisfare i vari organi del registratore per poter conseguire una determinata precisione nel rilievo della funzione di autocorrelazione.

B. C. S.



*Serie Super "M."*

BI. 140 A.



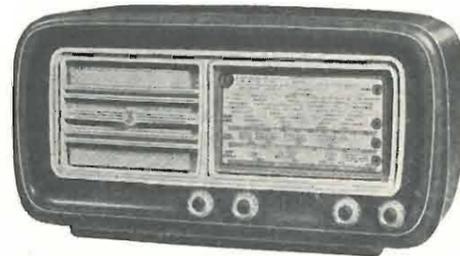
BX. 433 A.



BI. 192 A.



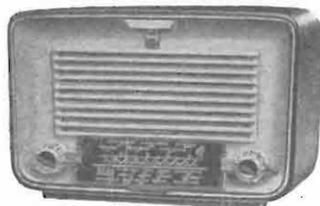
BI. 521 A.



BI. 421 A.



BI. 210 A.



BX. 533 A.



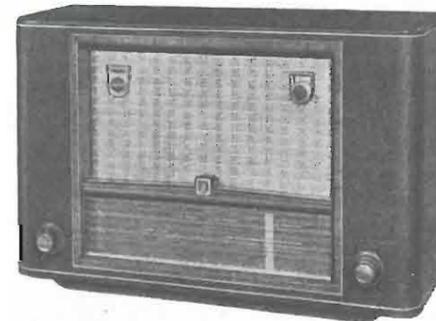
**PHILIPS** ESPRESSIONE

# PHILIPS



1954 - 1955

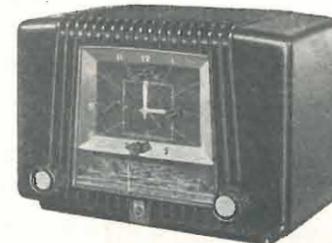
BX. 632 A.



LI. 437 AB.



BI. 332 A.



NI. 524 ML.



NI. 344 M.



AF. 7505.



**BI. 140 A.** 4 valvole "Noval-Rimlock"; onde medie; autotrasformatore di alimentazione.

**BI. 192 A.** 4 valvole "Noval-Rimlock"; onde medie; autotrasformatore di alimentazione.

**BI. 421 A.** 5 valvole "Rimlock" e nuova "Mixer-Noval" più indicatore di sintonia; onde medie e corte; presa per fono.

**BI. 210 A.** "SERIE ANIE 54" (Abb. RAI gratuito per 6 mesi, in palio FIAT 500 C); 5 valvole "Rimlock"; onde medie e corte.

**BX. 433 A.** 7 valvole "Noval-Rimlock" più occhio magico; 4 gamme d'onda di cui una FM; comandi a tastiera; presa per fono.

**BI. 521 A.** 5 valvole "Rimlock" più occhio magico; 4 gamme d'onda; presa per fono e con "onde pescherecci".

**BX. 533 A.** 8 valvole "Miniatura-Noval-Rimlock" più occhio magico; 4 gamme d'onda di cui una FM; comandi a tastiera; 2 antenne a telaio orientabili; presa per fono.

**BX. 632 A.** 7 valvole "Miniatura-Noval" più occhio magico; 4 gamme d'onda di cui una FM; 3 antenne incorporate; presa per fono.

**BI. 332 A.** Ricevitore con orologio-sveglia collegato all'accensione; 5 valvole "Rimlock"; onde medie e corte, regolatore di tono.

**LI. 437 AB.** Alimentazione su rete a c. a. ed a batterie; 5 valvole più indic. sintonia; 3 gamme d'onda; antenna a telaio.

**NI. 524 ML.** Autoradio 6-12 V; 5 valvole e raddrizzatore; onde medie e lunghe; presintonizzazione O. M. a pulsanti.

**NI. 344 M.** Autoradio 6-12 V; 4 valvole più raddrizzatore; onde medie.

**AF. 7505.** Unità onde corte per autoradio; 6 gamme; comando a pulsanti.

DELLA TECNICA PIÙ AVANZATA

*Serie Super* **M** PHILIPS  
 ESPRESSIONE DELLA TECNICA PIÙ AVANZATA



**HI. 434 A.** Radiofonografo da tavolo; 5 valvole "Rimlock" più indicatore di sintonia; onde medie e corte; regolatore di tono; giradischi a 3 velocità.



**FI. 640 A.** Radiofonografo; 7 valvole "Noval" più occhio magico; 4 gamme d'onda di cui una FM; comandi a tastiera; cambiadischi a 3 velocità.

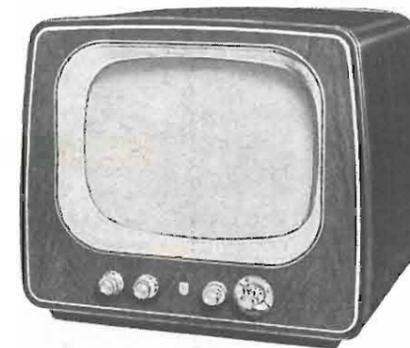


**FI. 840 A.** "Gran Concerto", radiofonografo di lusso; 15 valvole "Noval" e "Miniatura" più occhio magico; 8 gamme d'onda di cui una a modulazione di frequenza; cambiadischi a 3 velocità; a richiesta può essere fornito con magnetofono PHILIPS.



**DI. 700 A.** "Gran Concerto", radiofonografo di lusso; 14 valvole "Rimlock" più occhio magico; 6 gamme d'onda di cui una FM; cambiadischi a 3 velocità.

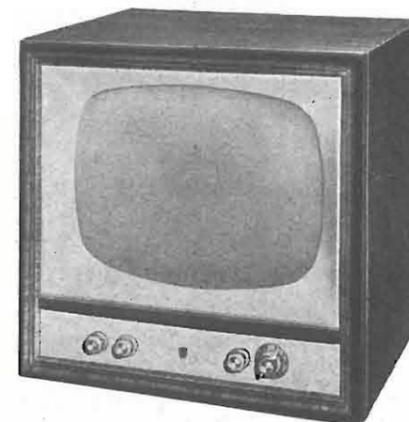
PHILIPS



**TI 1721 A/05.** Intercarrier; quadro da 17 pollici; 21 valvole serie speciale per TV.; tutti i canali italiani.



**21 CI 101 A/38.** "Console", Intercarrier; quadro da 21 pollici; 21 valvole serie speciale per TV.; tutti i canali italiani.



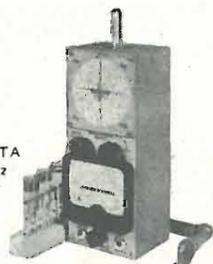
**21 TI 100 A/38.** Intercarrier; quadro da 21 pollici; 21 valvole serie speciale per TV.; tutti i canali italiani.



**TX 1421 A/68.** Intercarrier; quadro da 14 pollici; 21 valvole serie speciale per TV.; tutti i canali italiani.

### MEGACICLIMETRO Mod. 32/S

IL GRID DIP  
CHE COPRE LA VASTA  
GAMMA: 2,5 - 350 Mz  
ED È GENERATORE  
DI BARRE



Taratura di frequenza:  $\pm 2\%$

Per determinare frequenze di risonanze di circuiti accordati, antenne, linee di trasmissione, condensatori di fuga, bobine di arresto ecc. Per misure di induttanze e capacità. Può essere usato come generatore di segnali, marker, generatore per TV. Modulato al 100% con barre ecc.

Richiedete: Bollettini di Informazioni MECRONIC

### MISURATORE DI CAMPO MOD. 105/S

L'APPARECCHIO  
ADOTTATO DALLE  
GRANDI INDUSTRIE  
ITALIANE E DAI PIÙ  
QUOTATI COSTRUT-  
TORI ED INSTALLA-  
TORI DI ANTENNE



Sensibilità da  $5 \mu V$  a  $50.000 \mu V$

Per la determinazione dell'antenna più adatta in ogni luogo, anche dove il campo è debolissimo. Per la determinazione dell'altezza e dell'orientamento delle antenne. Per la ricerca di riflessioni. Controllo dell'attenuazione delle discese, del funzionamento dei Booster di impianti multipli ecc.

Richiedete: Bollettini di Informazioni MECRONIC

### ANALIZZATORE ELETTRONICO MOD. 130/S

L'ANALIZZATORE  
CHE MISURA  
ANCHE CAPACITÀ  
DA 10 pF A 4000 pF  
ED HA LA TESTINA  
R.F. CON TUBO  
ELETTRONICO



Sonda per A.T. fino a 50.000 VOLT

Per la misura del valore fra picco e picco di tensioni di forma qualsiasi da 0,2 a 4200 V; del valore efficace di tensioni sinusoidali da 0,1 a 1500 V; di tensioni c.c. positive e negative da 0,1 a 1500 V; di resistenze da  $0,2 \Omega$  a  $1000 M\Omega$ , di capacità da 10 pF a 4000 pF. Con la Testina R.F. le misure di valore efficace si estendono fino a 250 MHz.

Richiedete: Bollettini di Informazioni MECRONIC

FABBRICA  
APPARECCHI  
DI MISURA E



ITALIANA  
ELETTRONICI  
CONTROLLO

Via Giorgio Jan 5 MILANO Telef. 221.617

FABBRICA  
APPARECCHI  
DI MISURA E



ITALIANA  
ELETTRONICI  
CONTROLLO

Via Giorgio Jan 5 MILANO Telef. 221.617

FABBRICA  
APPARECCHI  
DI MISURA E



ITALIANA  
ELETTRONICI  
CONTROLLO

Via Giorgio Jan 5 MILANO Telef. 221.617

## Una meravigliosa innovazione

NEL CAMPO DELLA

# TV

## ANTENNA INTERNA

A: DIPOLO CHIUSO

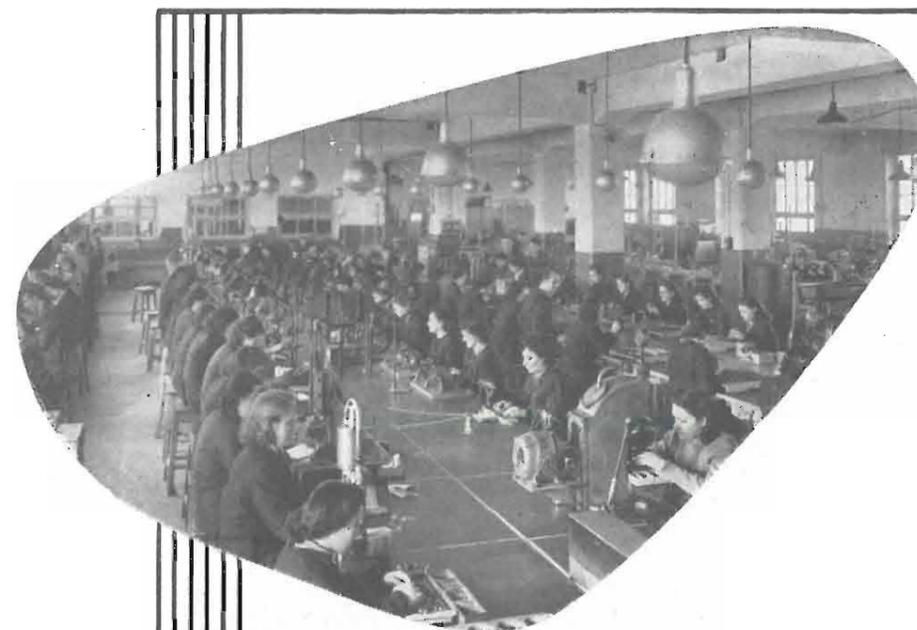
Da poggiare su qualsiasi mobile di  
apparecchio televisivo (Brev. N. 22.875)

- \* MAGGIOR POTENZA DI RICEZIONE
- \* UTILE - COMODO - PRATICO
- \* ELEGANTE E DI MINIMO INGOMBRO

“È l'antenna necessaria  
per tutti i televisori...”

Laboratorio Radiotecnico  
**LUCIO PIANA**  
SOPRANA (VERCELLI)

il manichino



## Tutte le apparecchiature per telecomunicazioni

Trasmissione  
Radio  
Telefonia



**F.A.C.E.** FABBRICA APPARECCHIATURE PER  
COMUNICAZIONI ELETTRICHE S.p.A.

MILANO - VIA L. BODIO 33-39 - TELEFONO 973.241-2 3-4 5 - 970.991-2-3-4 - ROMA VIA EMILIA 86 TELEFONO 481.200 - 45.119



**ELETRONICA ITALIANA** s. r. l.  
MILANO

VIA SALVIONI, 14 ■ TELEFONO 91.888

● **APPARECCHI DI MISURA PER ELETTROACUSTICA**

Millivoltmetri amplificatori  
Fonometri  
Generatori di rumore termico  
Filtri variabili a 1/3 di ottava

● **APPARECCHIATURE ELETTRONICHE  
AD AUDIOFREQUENZA DI ALTA QUALITÀ**

Amplificatori a più ingressi e speciali  
Filtri e correttori

● **RICETRASMETTITORI  
A MODULAZIONE DI FREQUENZA**

Misuratori di onde stazionarie

La "Edizioni Radio Italiana" presenta, con i tipi della ILTE di Torino, un eccezionale volume d'arte:

**DISEGNI DI MAESTRI FIORENTINI  
DEL RINASCIMENTO IN FIRENZE**

nella scelta e nel commento di Bernard Berenson.

Ricca raccolta di disegni dovuti ai più grandi pittori italiani del Quattrocento e Cinquecento: Paolo Uccello, Pollajuolo, Benozzo Gozzoli, Verrocchio, Botticelli, Filippino Lippi, Ghirlandaio, Leonardo, Michelangelo, Andrea Del Sarto, Pontormo ed altri.

Bernard Berenson ha scritto la relativa nota introduttiva e le schede critiche che accompagnano le riproduzioni, recando il frutto della sua vasta dottrina e squisita sensibilità.

Edizione numerata di 192 pagine con 53 illustrazioni in fac-simile.

In vendita nelle principali librerie. Per richieste dirette rivolgersi alla EDIZIONI RADIO ITALIANA - Via Arsenale, 21 - Torino.

**Le Parabole  
del Vangelo**

Lire 300

Raccolta delle conversazioni trasmesse durante la Quaresima di quest'anno, e dedicate al commento di alcune delle più note e più belle Parabole del Vangelo.

In vendita nelle principali librerie. Per richieste dirette rivolgersi alla EDIZIONI RADIO ITALIANA - Via Arsenale, 21 - Torino.

**"VORAX RADIO"**

MILANO

Viale Piave N. 14 - Telef. 793.505



*Strumenti di misura,  
scatole di montaggio,  
minuterie, viterie  
e pezzi staccati per  
la radio e televisione*

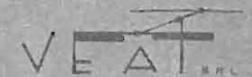


Tecnicamente  
creata per  
la migliore  
ricezione  
televisiva

Installazioni  
antenne

Preferite  
antenne VEAT  
per il facile  
montaggio,  
massimo  
guadagno  
e per l'ottimo  
materiale  
impiegato

Servizio Assistenza Tecnica TV



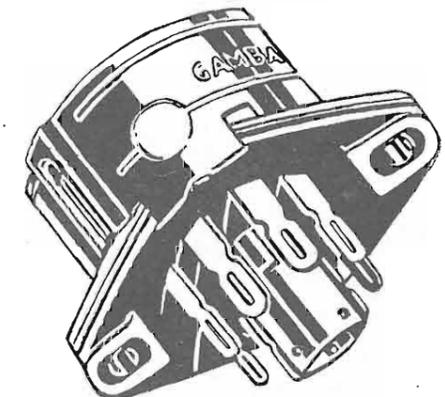
ANTENNE TELEVISIONE e F. M.

Piazza Pioia 12 MILANO Telefono 292.292

PRIMARIA FABBRICA EUROPEA SUPPORTI PER VALVOLE

**SUVAL**

di G. Gamba



Sede:

MILANO - Via G. Dezza N. 47  
Telef. 44.330 - 44.321 - 48.77.27

Stabilimenti:

MILANO - Via G. Dezza N. 47  
BREMBILLA (Bergamo)

ESPORTAZIONE

# MICROSOLCO! MICROSOLCO!

scandiani

SOLO GLI  
EQUIPAGGI  
FONOGRAFICI

# LESA

OFFRONO TUTTE LE GARANZIE

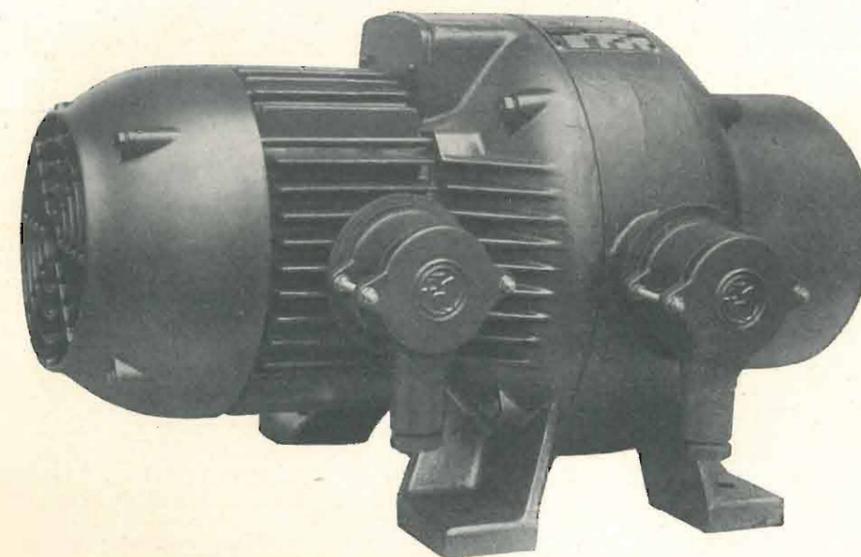
GRAMMOFONIA  
AMPLIFICAZIONE  
ELETTOACUSTICA  
TELEFONIA  
POTENZIOMETRI  
ELETTODOMESTICI  
MACCHINARIO ELETTRICO

*nel 25° anno della  
sua fondazione  
la Lesa ricorda  
la vasta gamma  
della sua produzione*

MILANO  
VIA BERGAMO 21

# Marelli

MACCHINE ELETTRICHE - POMPE - VENTILATORI DI OGNI TIPO E POTENZA PER QUALSIASI APPLICAZIONE - CONDIZIONAMENTO, RAFFRESCAMENTO, REFRIGERAZIONE, RISCALDAMENTO, UMIDIFICAZIONE, VENTILAZIONE, PER USI CIVILI, INDUSTRIALI, NAVALI.



CONVERTITORE DI FREQUENZA PER APPLICAZIONI ELETTRONICHE

**ERCOLE MARELLI & C. S.P.A. - MILANO**

FILIALE DI TORINO: CORSO MATTEOTTI, 13

TELEF. 43.679 - 520.734



*Condensatori in carta ed olio  
in custodia di materiale isolante  
a tenuta ermetica*



**FACON - FABBRICA CONDENSATORI ELETTRICI S.R.L.**

VIA APPIANI, 14 - VARESE - TELEF. 225-01