

# ELETRONICA

EDIZIONI RADIO ITALIANA - ANNO V - 3° TRIMESTRE - 1956 - NUMERO 3 - L. 300

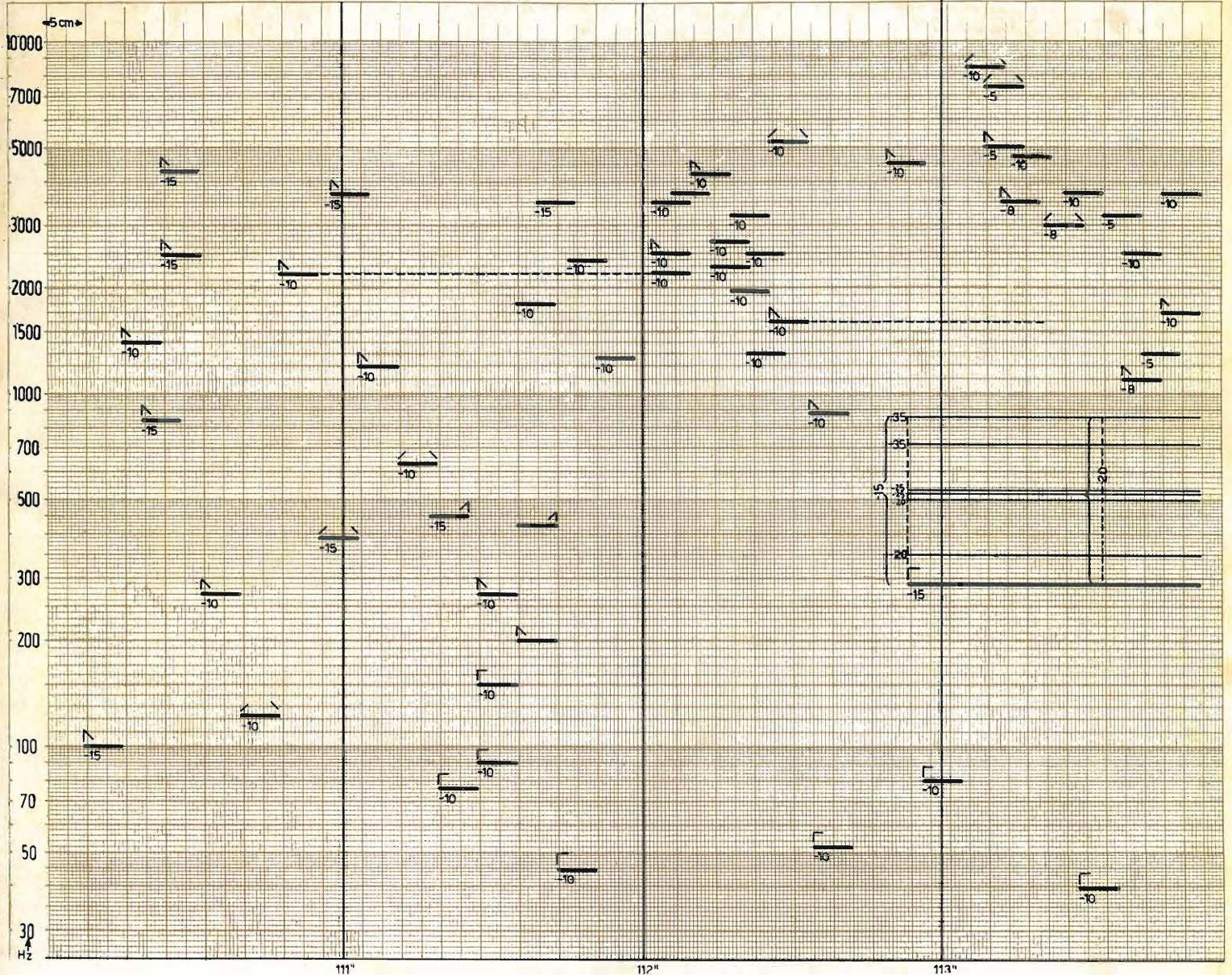
1:5 (15" = 38 cm · sec)

111"

112"

113"

← T. in sec.



$\text{♩} = 120 \text{ a}$

*sempre pp*

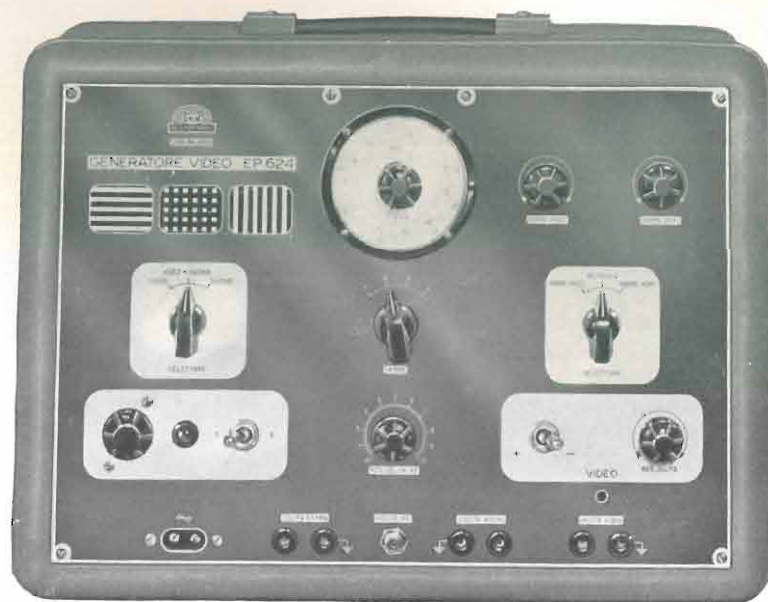
Handwritten musical score for piano, consisting of two staves. The top staff is in treble clef and the bottom staff is in bass clef. The time signature is 2/8. The music features complex rhythmic patterns, including triplets and sixteenth notes. The piece is marked *sempre pp* (pianissimo).

"Mutazioni" di L. Berio



# GENERATORE VIDEO EP 624

- GENERATORE VIDEO COMPLETO DI BARRE - SUONO E SINCRONISMI SECONDO LE NORME C.C.I.R.
- SOSTITUISCE LA TRASMETTENTE TV PER UN ACCURATO CONTROLLO PARZIALE E TOTALE DEL TELEVISORE
- ... IMPIEGO FACILE
- ... RIPARAZIONI RAPIDE
- ... DIMENSIONI RIDOTTE



## PRINCIPALI CARATTERISTICHE

- |   |   |
|---|---|
| SEGNALI DI SINCRONISMO - Secondo le norme del C.C.I.R.                                | USCITA 5.5 MHz: Circa 100 mV modulati in frequenza a 400 Hz.                        |
| IMPULSI DI SINCRONISMO ORIZZONTALE: 15.625 Hz, corrispondenti a 625 righe per quadro. | USCITA R.F.: Circa 50 mV in tutto il campo di frequenza. Regol. con continuità.     |
| IMPULSI DI SINCRONISMO VERTICALE: 50 Hz, corrispondenti a 25 quadro/secondo.          | CAMPO DI FREQUENZA DELL'OSCILLATORE DI PORTANTI: Da 20 a 90 MHz e da 150 a 230 MHz. |
| MODULAZIONE VIDEO CON BARRE VERTICALI, ORIZZONTALI E RETICOLO: Regol. con continuità. | TUBI: N. 1 6U8, N. 4 12AU7, N. 3 6AJ8, N. 2 6C4, N. 1 6X4, N. 1 0A85.               |
| USCITA VIDEO: Circa 2 V. p.p. positivi e negativi. Regol. con continuità.             | ALIMENTAZIONE: 100 ÷ 280 Volt c.a. - 50 Hz.   |
| USCITA B.F.: A 400 Hz circa a 1 V. a circuito aperto.                                 | DIMENSIONI: 330 x 400 x 200 mm.; PESO: Kg. 11.                                      |



**UNA** s.r.l. APPARECCHI RADIOELETTRICI  
MILANO VIA COLA DI RIENZO, 53a - TELEF. 47.40.60 - 47.41.05

## Ing. S. & Dr. GUIDO BELOTTI

Teleg. { *Ingbelotti*  
          *Milano*

MILANO  
PIAZZA TRENTO, 8

Telef. { 54.20.51  
          54.20.52  
          54.20.53  
          54.20.20

GENOVA  
Via G. D'Annunzio, 1/7  
Telef. 52.309

ROMA  
Via del Tritone, 201  
Telef. 61.709

NAPOLI  
Via Medina, 61  
Telef. 23.279

## Strumenti **WESTON** per TV

**SENSIBILITÀ:**  
20.000 ohm/volt

**PORTATE (27):**  
V. c. c.: 1.6/8/40/160/400/1600  
V. c. a.: 1.6/8/40/160/400/1600  
db: da - 15 a + 54  
mA. c. c.: 8/80/800  
uA. c. c.: 80  
A. c. c.: 8

**RESISTENZE:**  
1.000/10.000/100.000 ohm  
1 MΩ/10 MΩ

**SCALA:**  
mm. 114

**DIMENSIONI:**  
16 x 19 x 8 cm.

**PESO:**  
Kg. 1.25



Elevata sensibilità

Adatto per misure  
radio e TV

Uso semplice e rapido

Grande versatilità  
di impiego

Numerose ed ampie portate

## ANALIZZATORE MOD. 980

- *Volmetri a valvola Mod. 982*
- *Provavalvole Mod. 981*
- *Oscilloscopio Mod. 983*
- *Generatore Sweep Mod. 984*
- *Calibratore Mod. 985*



GENERATORI DI SEGNALI CAMPIONE - OSCILLATORI RF E BF - MEGA OHMMETRI - OSCILLOGRAFI  
MISURATORI DI USCITA - PONTI RCL - STRUMENTI ELETTRICI PER USO INDUSTRIALE E PER  
LABORATORI - VARIATORI DI TENSIONE «VARIAC» - REOSTATI PER LABORATORI - LABORATORIO  
RIPARAZIONI E TARATURE



**MAGNETI  
MARELLI**



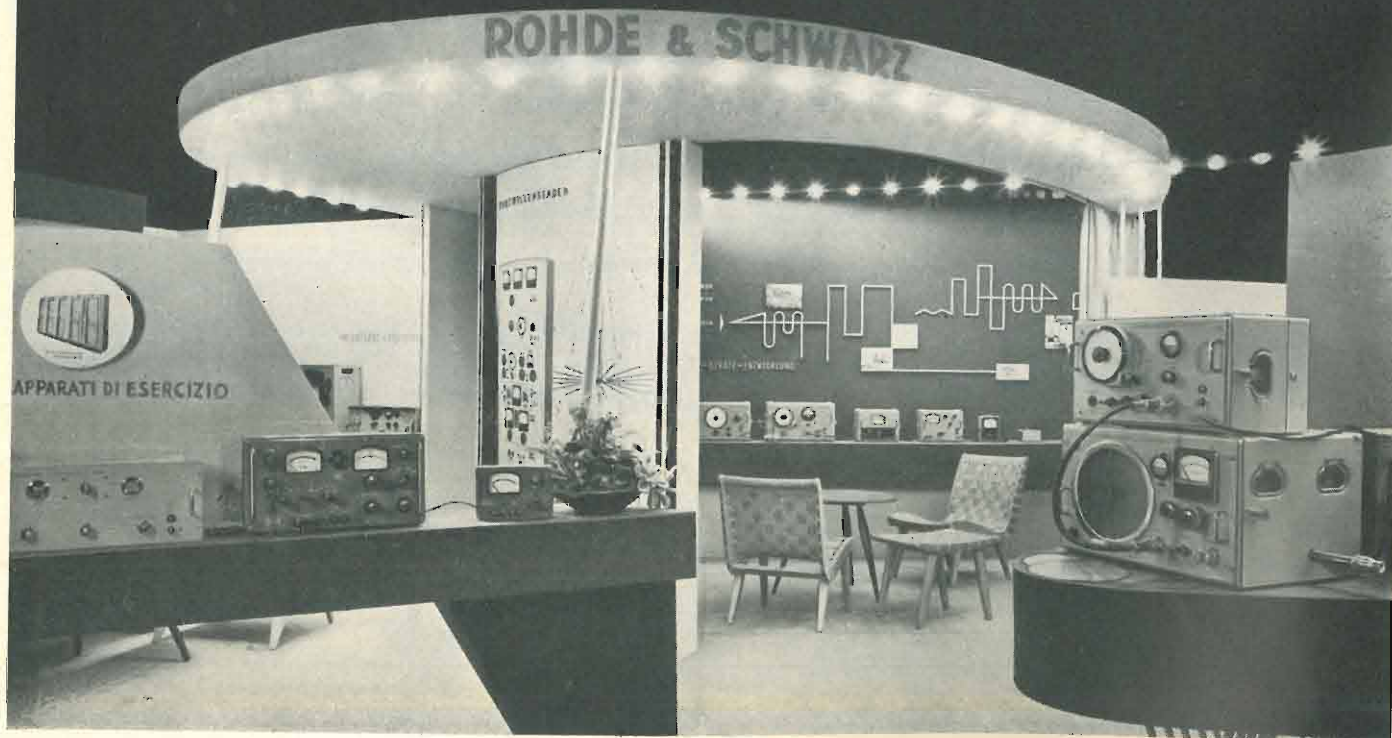
Telecamera per Televisione industriale

**FABBRICA ITALIANA MAGNETI MARELLI - MILANO**  
Casella Postale N. 45 - Sesto San Giovanni

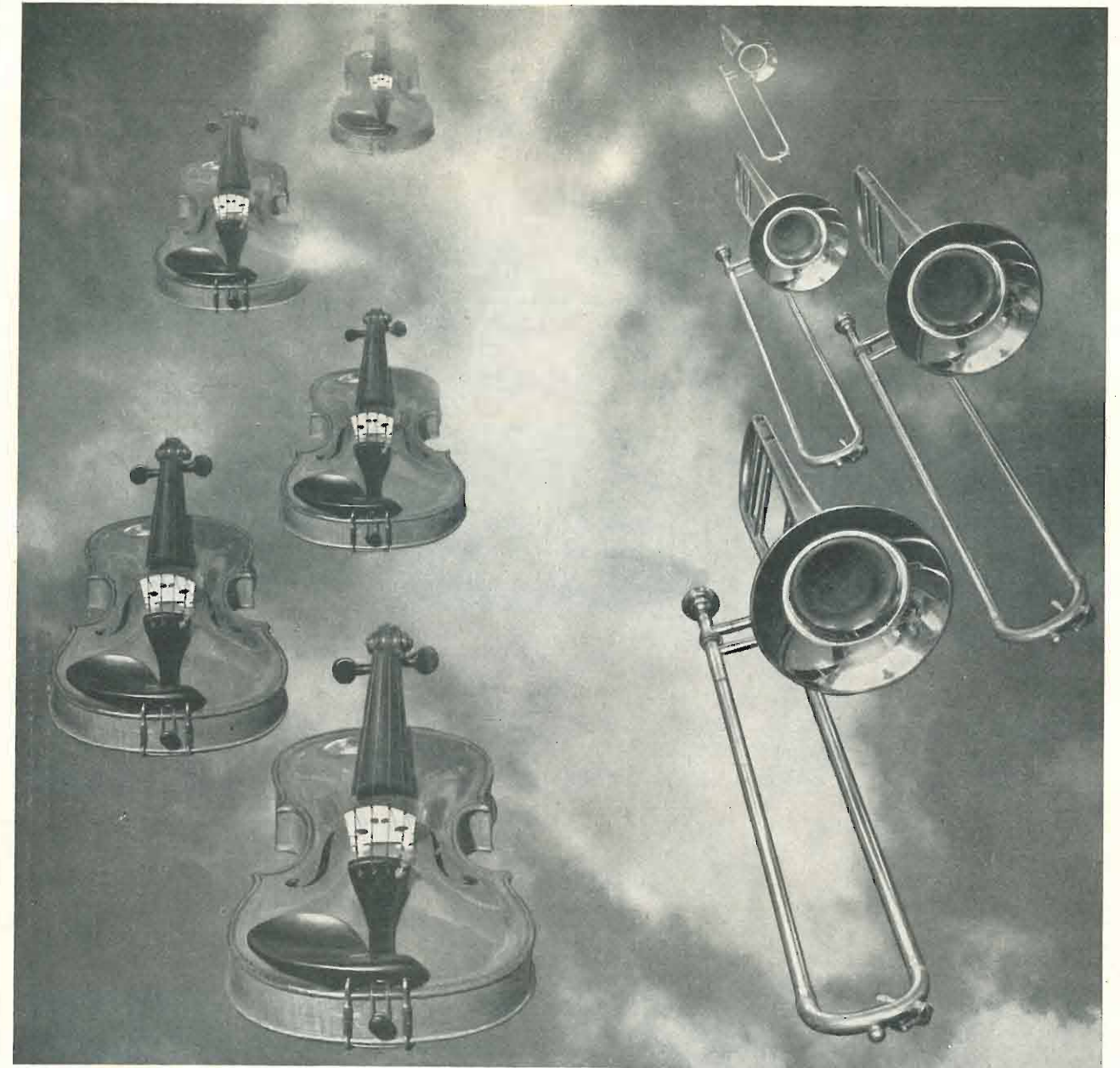


**ROHDE & SCHWARZ**  
MÜNCHEN 9

STRUMENTI DI MISURA E IMPIANTI PER LA TECNICA BF, AF, VHF E UHF - APPARATI DI ESERCIZIO, IMPIANTI DI TRASMISSIONE E D'ANTENNE



RAPPRESENTANZA GENERALE PER L'ITALIA: **DITTA ING. OSCAR ROJE - MILANO**  
VIA T. TASSO, 7 - TELEFONI 432.241 - 462.319



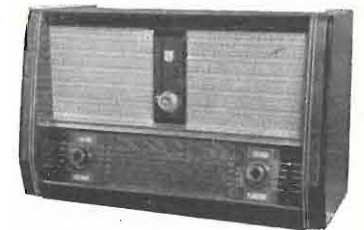
una grande innovazione nel mondo della radio

**PHILIPS**

ha introdotto il sistema

**BI-AMPLI**

per la separazione del suono



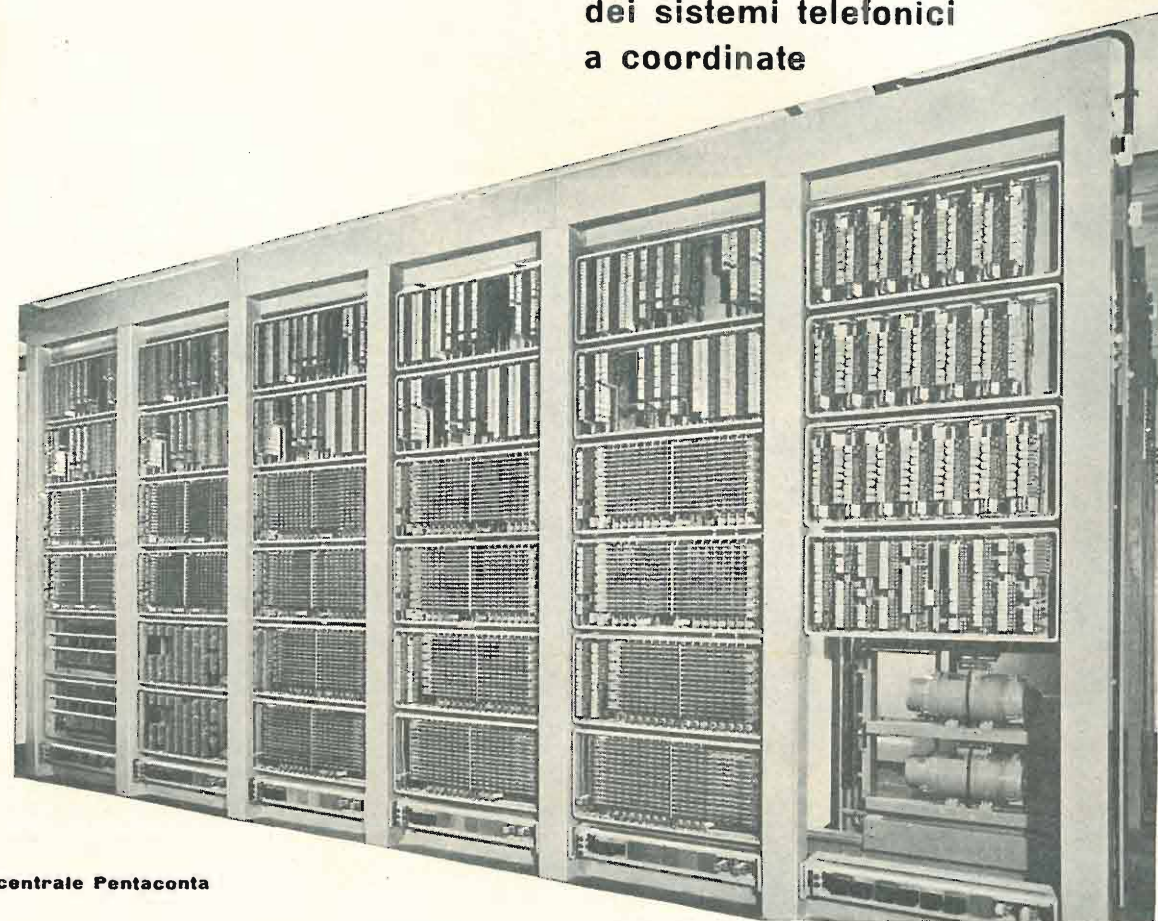
le note alte e le note basse  
vengono incanalate **separatamente**  
e **separatamente** amplificate



**La versatilità d'impiego**

del **CROSSBAR** **Pentaconta**

esalta e completa  
le caratteristiche  
dei sistemi telefonici  
a coordinate



Una centrale Pentaconta

Face Standard UFFICIO PUBBLICITÀ

flessibilità  
possibilità di sovraccarico  
efficienza  
rapidità  
economia  
facilità di estensione

**negli impianti**

urbani  
interurbani  
privati  
di teleselezione



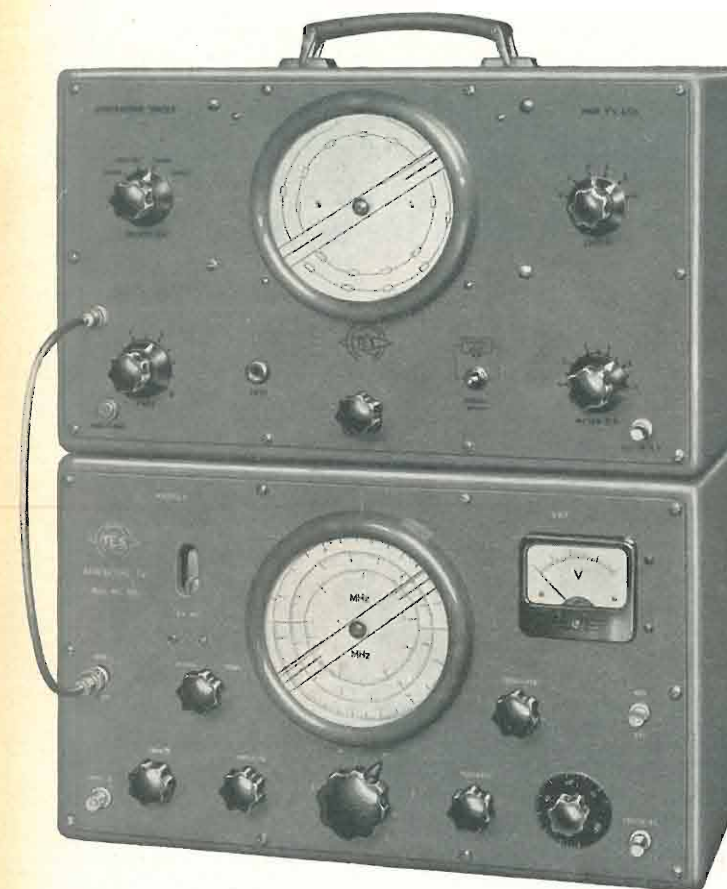
FABBRICA APPARECCHIATURE PER COMUNICAZIONI ELETTRICHE - STANDARD S.P.A.  
MILANO . VIA BODIO 33-39 . TELEFONI 973.241 5 linee . 970.991 4 linee  
ROMA . VIA EMILIA 88 - TELEFONI 481.200 . 45.119



**TECNICA · ELETTRONICA · SYSTEM**

**COSTRUZIONE STRUMENTI ELETTRONICI**

MILANO - VIA MOSCOVA 40/7 - TELEF. 66.73.26



**GENERATORE SWEEP**

← **Mod. TV 654**

**GENERATORE MARKER - VHF**

**Mod. MV 155**

Apparecchiatura di elevate prestazioni, ottenuta con l'abbinamento del generatore Sweep Mod. TV 654 e del generatore Marker - VHF Mod. MV 155.

Particolarmente indicata per laboratori di costruzione di qualunque ricevitore televisivo, amplificatori di antenna e componenti TV.



**GENERATORE SWEEP**

**Mod. TV 654**

**GENERATORE MARKER**

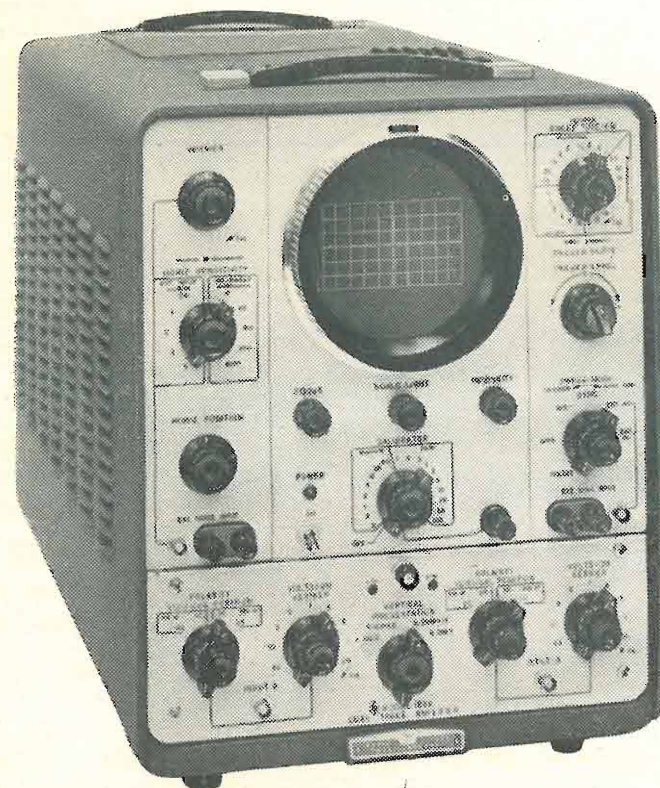
**Mod. M 256**

L'accoppiamento del generatore Sweep Mod. TV 654 e generatore Marker Mod. M 256 costituisce questo lodevole complesso di basso costo e di caratteristiche appropriate per tutti i lavori di taratura, riparazione e messa a punto di televisori e loro componenti.

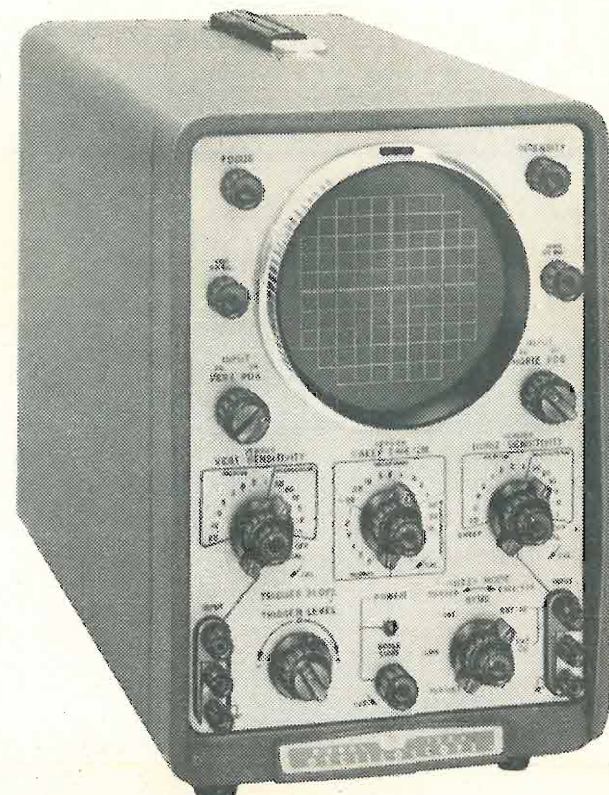


# HEWLETT-PACKARD Co.

PALO ALTO, CALIFORNIA (U.S.A.)



150 A Oscilloscopio ad alta frequenza



130 A Oscilloscopio a bassa frequenza

## Con caratteristiche assolutamente nuove!

**Alta sensibilità - Preamplificatori intercambiabili:** tipo 151 A amplificatore ad alto guadagno, tipo 152 A amplificatore a due canali - Spazzolamento da 0,02  $\mu\text{sec/cm}$  sino a 15 sec/cm.

**Taratura:** 24 spazzolamenti; sequenze 1-2-5-10; da 0,1  $\mu\text{sec/cm}$  sino a 5 sec/cm; precisione 3 %.

**Sganciamento:** interno, con tensione di linea, oppure esterno da 0,5 V o più - Pendenza positiva o negativa - Portata: da + 30 a - 30 V.

**Amplificatore orizzontale:** ampl. 5-10-50-100 volte - Gamma: c. c. sino oltre 500 kHz - Verniero di selezione.

**Amplificatore verticale:** c. c. sino 10 MHz - Ottima risposta ai fenomeni transitori e tempo di salita minore di 0,035  $\mu\text{sec}$ .

**Taratura di ampiezza:** 18 tensioni di taratura - Circa 1 kHz onda quadra.

AMBEDUE GLI OSCILLOSCOPI HANNO UN SISTEMA AUTOMATICO « UNIVERSALE » DI SGANCIAMENTO CHE REGOLATO ALL'INIZIO PROVVEDE UN OTTIMO SGANCIAMENTO PER QUASI OGNI SEGNALE IMMESSO

STRUMENTI DI MISURA DI PRECISIONE PER TELEFONIA, RADIO, TV

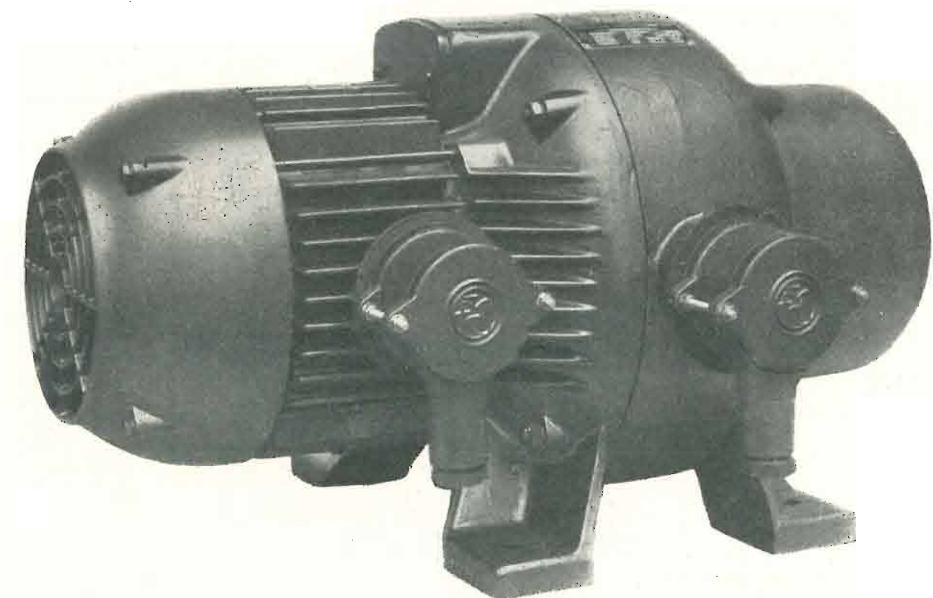
Agente esclusivo per l'Italia:

**Dott. Ing. M. VIANELLO**

Via L. Anelli, 13 - MILANO - Telef. 55.30.81

# 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

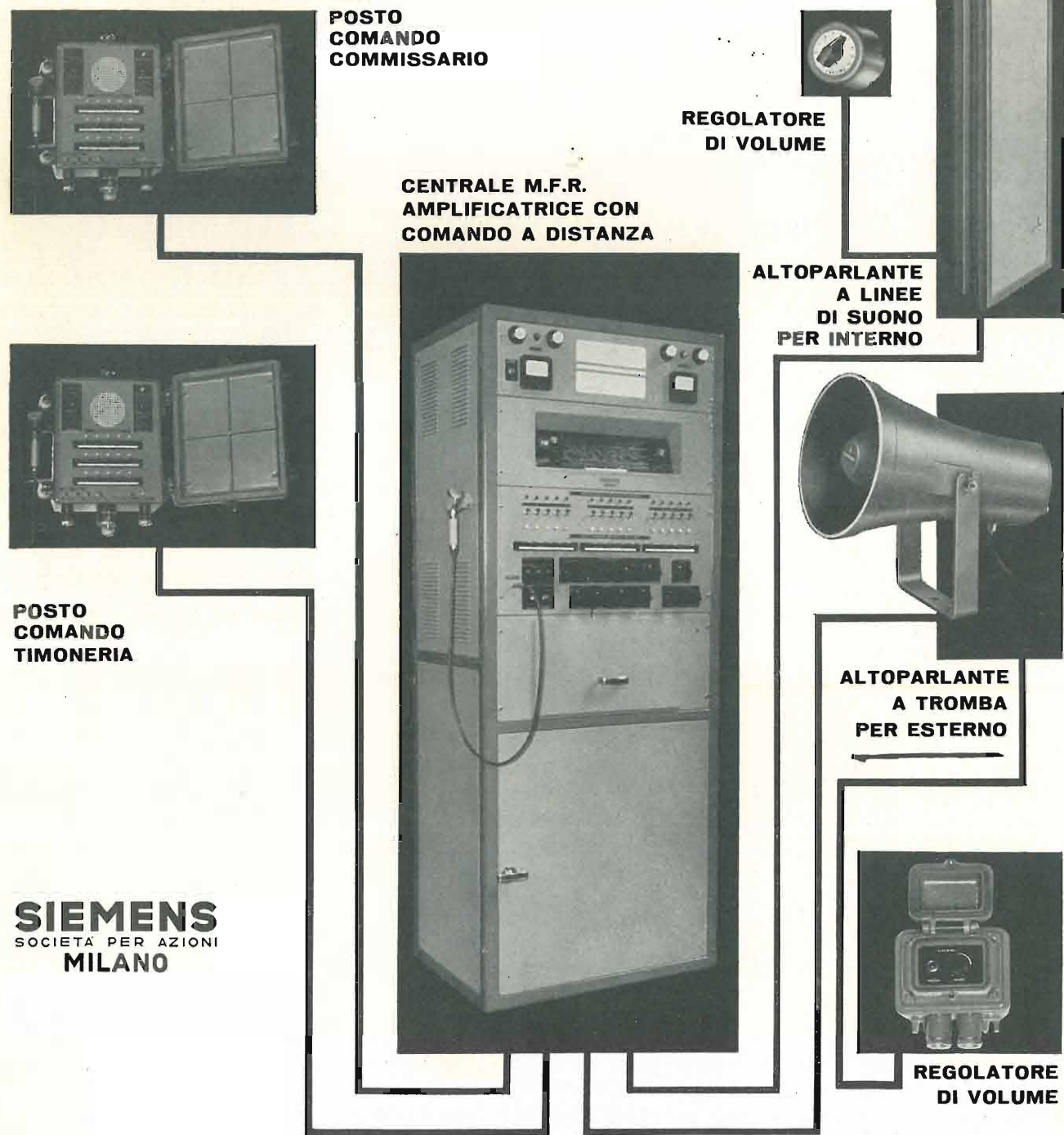
**ERCOLE MARELLI & C. S.P.A. - MILANO**

FILIALE DI TORINO: CORSO MATTEOTTI, 13

TELEF. 43.679 - 520.734



# IMPIANTI TRASMISSIONI ORDINI E MUSICA PER BORDO



**SIEMENS**  
SOCIETÀ PER AZIONI  
MILANO

## 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  
BOLOGNA - Via Iivraghi, 1

# ELETTRONICA

NUMERO 3 LUGLIO  
SETTEMBRE 1956  
ANNO V DA PAGINA 97  
A PAGINA 148

RIVISTA TRIMESTRALE

DIRETTORI:

EDOARDO CRISTOFARO  
VITTORIO MALINVERNI

VICE DIRETTORE TECNICO:  
GIUSEPPE DILDA

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE:  
TORINO

VIA ARSENALE 21 - TELEF. 57-57

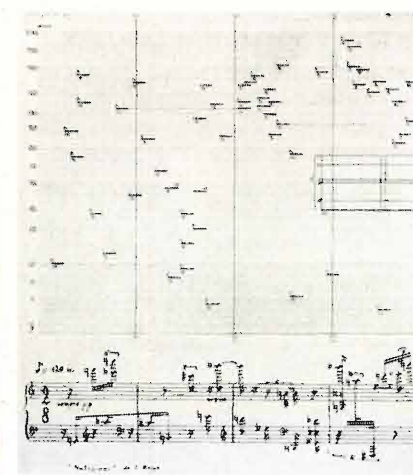
Concessionaria esclusiva della pubblicità:

COMPAGNIA INTERNAZIONALE  
PUBBLICITÀ PERIODICI (CIPP)

MILANO, VIA MERAVIGLI 11 - TEL. 808-350  
TORINO, VIA POMBA 20 - TELEF. 57-57

## Summario:

GINO CASTELNUOVO	<i>Pagina</i>
Lo Studio di Fonologia Musicale di Radio Milano . . . . .	106
LUCIANO BERIO	
Prospettive nella musica . . . . .	108
ALFREDO LIETTI	
Gli impianti tecnici dello Studio di Fonologia Musicale di Radio Milano . . . . .	116
WERNER MEYER-EPPLER	
Fondamenti acustico-matematici della composizione elettrica dei suoni . . . . .	123
ALBERTO MANTELLI	
Problemi di regia radiofonica . . . . .	134



Pagina di partitura in notazione per musica elettronica di «Mutazioni» di Luciano Berio. (Per gentile concessione delle Edizioni Suvini e Zerboni, Milano). Nella parte inferiore della copertina la stessa pagina trascritta in notazione tradizionale. La corrispondenza tra i due modi di scrittura è solo approssimativa, data l'impossibilità di rappresentare i suoni della scala fisica, quali vengono usati nella musica elettronica, con i segni della notazione tradizionale, adattabili solo ai suoni «temperati». Per ulteriori spiegazioni cfr. a pagina 113 «A proposito di notazione nella musica elettronica».

## 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 1000 - ALL'ESTERO L. 1600  
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 RADIOTELEVISIONE ITALIANA  
I QUADERNI DELLA RADIO RACCOLTA DELLE CONVERSAZIONI DI MAGGIOR INTERESSE TENUTE ALLA RADIO  
LA RADIO PER LE SCUOLE ILLUSTRAZIONE DEI PROGRAMMI RADIOSCOLASTICI



# LO STUDIO DI FONOLOGIA MUSICALE DI RADIO MILANO

La moderna tecnica della registrazione sonora e i recenti ritrovati dell'elettro-acustica hanno consentito il nascere di un interessante movimento di ricerche sulla struttura musicale e sui suoi riflessi psicofisiologici nonché sulla possibilità di nuove forme sonore e di nuove sensazioni acustiche.

Questo movimento, che si basa da una parte sugli ambienti musicali meno convenzionali e dall'altra su alcuni settori tecnici specializzati, ha avuto inizio dopo l'ultima guerra quasi contemporaneamente presso varie nazioni, con l'appoggio in generale delle locali Società radiofoniche.

In Francia è stato l'Ingegnere Pierre Schaeffer della R.T.F., appassionato cultore di musica, oltre che valente tecnico radiofonico, che ha fondato nel 1948 uno speciale Centro per ricerche di « Musica Concreta »: espressione questa che sta a significare l'uso come materiale primario di suoni composti e di rumori di varia origine che, opportunamente filtrati, modificati, traslati, ecc. consentono di creare espressioni sonore di un'estetica particolare.

In Germania, seguendo criteri meno empirici e a maggior base scientifica, è stato istituito nel 1951 a Colonia, sotto gli auspici della NWDR, un Centro di ricerche di « Musica Elettronica ». I suoni vengono creati partendo dai loro singoli elementi costitutivi: in un certo senso si segue la tecnica opposta a quella che costituisce il fondamento della musica concreta. Anche qui il settore tecnico, sotto la guida del Professore Meyer Eppler, docente di fonetica presso l'Università di Bonn, collabora attivamente con vari musicologi e compositori al funzionamento e al potenziamento del Centro.

Nel 1952, negli Stati Uniti d'America, sotto gli auspici della Columbia University, venne iniziata una particolare attività di cosiddetta « Music for Tape Recorder », che sostanzialmente utilizza e la tecnica e i concetti dei citati studi di Parigi e di Colonia.

Recentemente poi i Laboratori dell'R.C.A. hanno costruito una vera e propria macchina per la produzione elettronica dei suoni, detta « Electronic Music Synthesizer ». Le possibilità pratiche offerte da tale macchina si intravedono vastissime, ma ancora non si conosce molto circa le effettive realizzazioni già attuate.

Attività congeneri si svolgono un po' dappertutto presso altre nazioni. Si può ricordare lo Studio di Gravesano in Svizzera, creato dal Maestro Scherchen con la collaborazione di vari altri studiosi, sotto gli auspici dell'UNESCO, e inoltre i Laboratori creati presso le rispettive Società radiofoniche in Olanda, Danimarca, Inghilterra, Canada, Giappone, ecc.; numerosi Congressi internazionali vengono tenuti periodicamente per discutere questioni del genere.

La RAI non poteva tenersi in disparte da queste ricerche, tanto più che essa, con la creazione del « Premio Italia », ha dato incremento agli studi per un'arte radiofonica che molto spesso, nelle sue pratiche applicazioni, risulta basata su produzioni di musica concreta o di musica elettronica.

Lo Studio di Fonologia Musicale di Milano si propone perciò di procedere su queste nuove vie sfruttando l'esperienza già fatta all'estero e cercando di arrivare anche a risultati originali in settori affini. È da prevedere infatti che per mezzo di una accurata analisi fonologica delle espressioni vocali e musicali dei vari popoli si possano trarre interessanti conclusioni circa i contatti che in periodi più o meno antichi si sono stabiliti tra paesi e continenti diversi.

Altre ricerche, da effettuarsi con il concorso di fisiologi, possono indirizzarsi verso lo studio degli effetti di mascheramento di un suono da parte di un altro, delle manifestazioni di memoria circa determinate forme temporali o ritmiche di un dato tema, della creazione mentale di suoni virtuali a seguito dell'emissione di certe armoniche, ecc. Tutte queste attività a sfondo musicale, etnologico, fisiologico, ecc. hanno in comune i mezzi materiali con cui possono essere esplicate: mezzi che volta a volta devono essere adattati e completati per le singole esigenze a cura del competente settore tecnico.

Lo Studio di Fonologia Musicale di Milano si trova ancora in fase di attrezzatura, data la sua recente data di nascita. Tuttavia esso è già fornito di tutti i più importanti apparati che consentono di attuare più o meno rapidamente le operazioni richieste per le lavorazioni sopra indicate.

Nel presente numero di « Elettronica » viene presentato innanzitutto un articolo del Maestro Luciano Berio, che ha dedicato sin dall'inizio tutta la sua entusiasta attività di studioso e di musicista al nuovo Studio di Radio Milano, sulle prospettive che, con la nuova tecnica, si aprono alle ricerche e alle creazioni musicali: tale articolo, cosa inconsueta negli annali della nostra Rivista, è accompagnato da un disco a 33 giri, contenente su una facciata gli esempi musicali citati nel corso dell'articolo, e sull'altra due brevi produzioni di musica elettronica, dovute, rispettivamente, allo stesso Maestro Luciano Berio e al Maestro Bruno Maderna.

A questo articolo, a carattere fondamentalmente musicale, ne segue uno del Dottor Alfredo Lietti, sugli impianti tecnici dello Studio di Fonologia Musicale. Il Dottor Lietti ha validamente collaborato col Maestro Berio per la realizzazione del nuovo Studio, ed ha progettato molte delle attrezzature ivi contenute.

A maggiore illustrazione dell'argomento è infine riportata la traduzione di un importante articolo per la conoscenza dei fondamenti fisico matematici della musica elettronica, dovuto alla penna del Professor Werner Meyer-Eppler. Questo lavoro è già comparso sul numero 1/2 del 1954 della « Technische Hausmitteilungen der Nordwestdeutscher Rundfunk », interamente dedicato alla musica elettronica, e cortesemente ne è stata consentita la riproduzione. All'Autore e agli Editori vada il nostro ringraziamento.

(279)

GINO CASTELNUOVO



Vista generale delle apparecchiature dello Studio di Fonologia Musicale di Milano.



# PROSPETTIVE NELLA MUSICA

Ricerche ed attività dello Studio di Fonologia Musicale di Radio Milano

MAESTRO LUCIANO BERIO  
della RAI

Lo Studio di Fonologia Musicale della Radiotelevisione Italiana, come altri Studi del genere esistenti in Europa ed in America, è il risultato di un incontro fra la musica e le possibilità dei nuovi mezzi di analisi e di trattamento del suono.

«Musica concreta», «Musica elettronica» e «Music for tape recorder» sono i termini che da qualche anno vengono usati per definire con una certa approssimazione l'atteggiamento che il musicista assume nell'incontro con tali possibilità.

Il compositore di «musica concreta» o di «music for tape recorder» concede ragioni psicologiche e rappresentative alle sue «improvvisazioni» coi suoni della vita reale (strumenti musicali compresi), registrati su nastro magnetico e quindi manipolati a mezzo di montaggio ed alterazioni di banda. Il compositore di musica elettronica, invece, vuole e crea i «suoi» suoni: non usa microfoni, ma generatori di suono o di rumore, filtri, modulatori e apparecchiature di controllo che gli permettono di investigare un segnale acustico nella sua struttura fisica.

Oggi però è lecito pensare che definizioni quali «musica concreta» e «musica elettronica», sorte in parte per il semplice e legittimo desiderio di riconoscere gli oggetti del nostro parlare quotidiano, possono venire assimilate al concetto generale di musica; quella musica, cioè, che sembra realizzarsi compiutamente sempre e solo attraverso una interiore ed infaticabile condizione artigianale. Per tali ragioni lo Studio di Fonologia Musicale, istituito nel giugno del 1955 dalla Radiotelevisione Italiana, è in grado oggi di proporre una sintesi fra le differenti e spesso contrastanti esperienze già consumate negli Studi di Colonia (NWDR), Parigi (RTF), New York (Columbia University) ecc., fra le esigenze pratiche della produzione radiotelevisiva e cinematografica e le necessità espressive del musicista che voglia allargare il campo dell'esperienza musicale anche attraverso le possibilità dei nuovi mezzi sonori. Infatti lo Studio di Fonologia Musicale, accanto a speciali compiti musicali riguardanti il normale esercizio radiotelevisivo, si è assunto l'impegno di una produzione musicale autonoma e di ricerca fonologica, sempre nell'ambito delle esperienze musicali.

È curioso notare come in questi ultimi trent'anni le idee su un'arte e su un'estetica radiofonica non abbiano ancora potuto fissarsi in termini precisi e come l'esperienza passata non abbia fruttato che rare e generiche conclusioni che potessero costituire la base di una eventuale grammatica radiofonica. E avremmo perciò tutte le ragioni di affermare l'inesistenza di un'arte radiofonica se, in fine, non ci si rendesse conto che il rapido progresso dei mezzi di registrazione e di riproduzione del suono non ha dato tregua al regista, allo scrittore, al musicista, all'interprete, ecc. Questi ultimi si sono sempre dovuti porre in maniera nuova il problema dell'espressione e della comunicazione radiofonica e, per quanto rapidamente si adeguassero, erano sempre in ritardo sulla

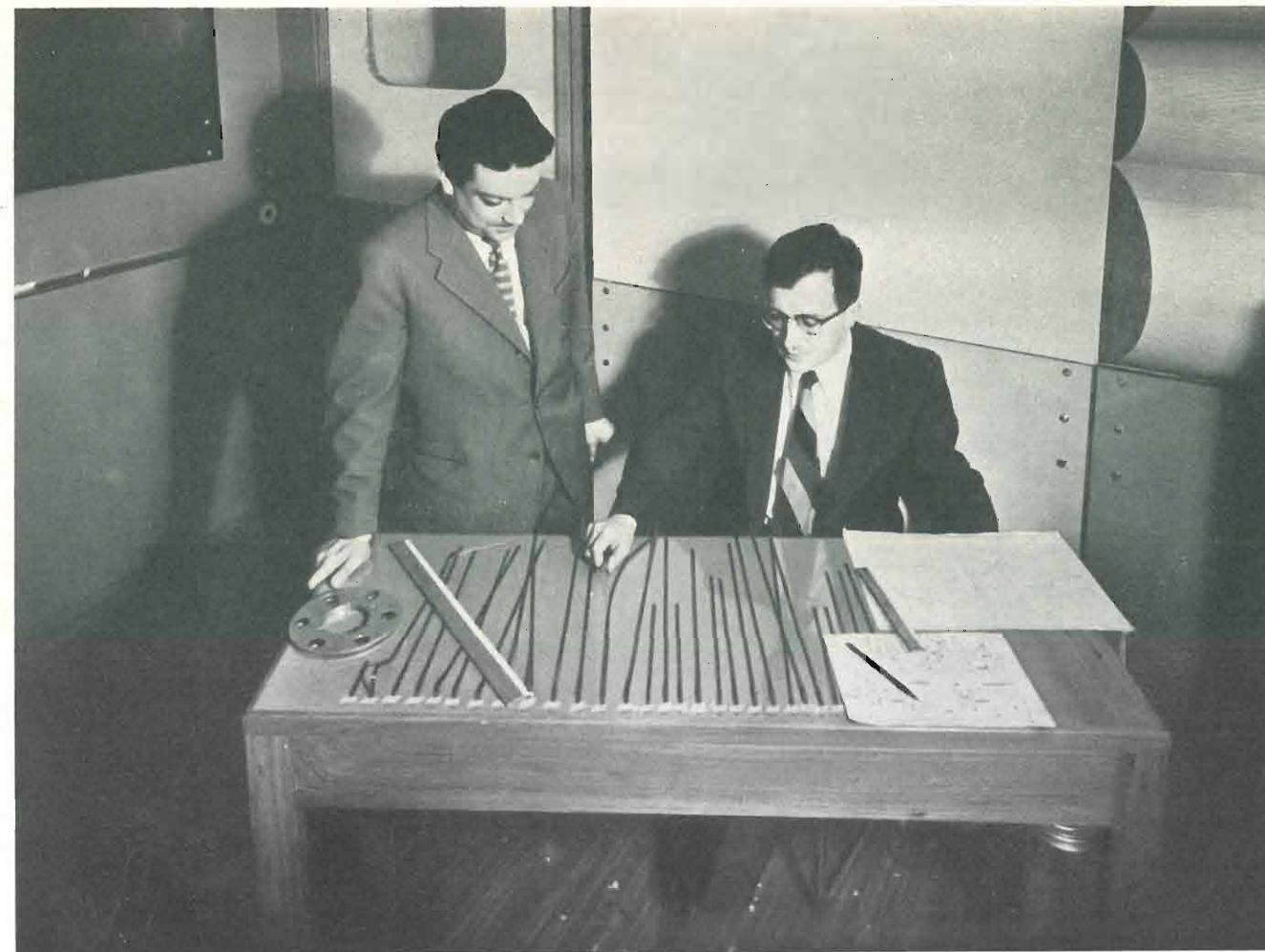
evoluzione dei mezzi (Oggi, pur che canti bene, una voce è sempre radiofonica, e altrettanto una musica, pur che sia scritta bene). I microfoni più sensibili e di qualità migliore, gli auditori costruiti meglio, la registrazione e l'ascolto più fedele, le possibilità di manipolare il suono con filtri, con echi, con variazioni di velocità e le possibilità di creare nuove strutture sonore rappresentano appunto quei mezzi che, in fase continua di evoluzione, agiscono violentemente sull'unica, sensibile «presenza» offertaci dalla radio: il suono.

Lo Studio di Fonologia Musicale, mettendo l'insieme di tali mezzi a disposizione di speciali produzioni che tentino una ricerca espressiva, può contribuire ad un incontro durevole tra gli strumenti e le possibili intuizioni di un attuale linguaggio radiofonico. Ed è su questi stessi mezzi che si basa un'attività di ricerca tutt'ora in preparazione, riguardante la memoria e la qualità di uno stimolo sonoro (in rapporto cioè ai parametri matematici di altezza, intensità e durata), la memoria ed una serie organizzata di stimoli sonori (in rapporto cioè ai parametri di «sensibilità») e i rapporti tra audizione e fonazione, con speciale interesse alla voce cantata.

Ciò si collega in parte con altri oggetti di ricerca riguardanti la musica popolare lo studio della quale, in questi ultimi tempi, ha subito un radicale rinnovamento sia nei concetti che nei metodi. Grazie ai nuovi mezzi di registrazione del suono è oggi possibile condurre ricerche su basi essenzialmente comparative che permettono di constatare come alla base di ogni espressione musicale vi siano anche fatti di natura costituzionale, psico-fisiologica, geografica, ecc. Sotto il peso di forti novità una comunità etnica può modificare o del tutto alterare il suo modo di pensare, di agire e di parlare; cadono le consuetudini sociali ed evolvono addirittura le leggi morali, ma una vestigia dello stile musicale quasi sempre resiste, magari in atteggiamenti non facilmente avvertibili. Lo stile musicale diventa quindi il mezzo più diretto e sicuro per penetrare nella logica interiore dell'espressività spontanea.

Per stile, naturalmente, non si intendono le sole strutture propriamente musicali, bensì quei fatti che riguardano da vicino l'attività musicale: cioè, legame tra parola parlata e parola cantata, legame tra le lingue, i dialetti e le articolazioni strumentali, i movimenti del corpo e dei muscoli facciali durante l'esecuzione, l'occasione e la modalità del canto, la reazione collettiva al canto stesso, la generale opinione sulla musica e sui suoi significati.

Su questa base è possibile analizzare, con il vastissimo materiale ormai disponibile, l'essenza musicale dei vari stili popolari, studiarli criticamente ed anche aiutarne lo sviluppo quando, come nel caso della odierna musica popolare in Italia, si manifesti uno squilibrio tra le necessità di un linguaggio musicale più o meno evoluto, più o meno contaminato, e la caratteristica vocalità della nostra lingua parlata e cantata. Il lavoro può essere condotto contempora-



Montaggio di nastri registrati (a destra il M° Berio, a sinistra il M° Maderna).

neamente su diverse linee: analisi etnologica in generale, analisi musicale, analisi fisica, analisi fisiologica. E ciò, infine, si collega allo studio di quegli aspetti di continuità che ritroviamo intatti anche nelle più alte espressioni della nostra civiltà musicale.

Ai due principali generi musicali consegnatici dalla tradizione (quello vocale e strumentale) oggi se ne aggiunge un altro: quello della musica realizzata direttamente su nastro magnetico, senza la mediazione dell'interprete.

Ciò non costituisce un avvenimento casuale, né una «trovata straordinaria» e neppure è una conseguenza del fatto che il musicista d'oggi s'è trovato a poter disporre di nuovi mezzi di registrazione del suono, di analizzatori d'onda, di filtri, di generatori di frequenza ecc. Molti anni sono occorsi prima che il musicista arrivasse ad utilizzare tali mezzi per costruire musica: ragioni che vanno oltre l'occasione tecnica di un moderno strumento elettroacustico o elettronico, hanno fatto sì che la disponibilità di tali mezzi abbia coinciso con alcune necessità del linguaggio musicale. Infatti il musicista sa che la «musica elettronica» non va identificata con i suoi mezzi ma, piuttosto, con le idee di organizzazione musicale a cui s'è oggi pervenuti e che tale esperienza è chiaramente definibile in rapporto alla storia della nostra civiltà musicale.

La musica strumentale, con i suoi obblighi di informazione semantica, oltre che estetica, solo in

parte obbediva a tali suggerimenti: i «simboli» della musica elettronica sono i suoni stessi nella loro obiettiva realtà fisica.

Soltanto il rapporto fra la conoscenza dei fatti sonori e l'intuizione di un ordine connaturato a tali fatti e all'uomo, costituisce musica..., «essendo la Musica scienza di relatione et avendo per soggetto il numero sonoro, non senza proposito viene ad essere parte matematica et parte naturale» (Zarlino).

Nelle Università, negli Istituti Scientifici e nelle Società Radiofoniche il musicista sta perfezionando e continuando quella stessa musica appresa nelle aule del Conservatorio e attraverso le esperienze professionali; ciò, ben lungi dal concedere l'uso di un nuovo strumento, ancora adattabile alle possibilità motorie dei muscoli e dei tendini dell'uomo, suggerisce invece nuovi rapporti tra le necessità espressive della musica e la conoscenza.

Quella conoscenza che ha indicato al musicista come, quando e perchè i dati della sensazione non corrispondano sempre ai dati dell'analisi e che permette oggi di sostituire all'idea di «strumento» una idea di illimitate possibilità sonore che tutto comprendono e riconsiderano attraverso un rinnovato concetto di ordine musicale.

Tuttavia la musica è pur sempre un'attività dell'uomo: non esiste in natura. Non è quindi possibile concepire un discorso musicale senza fare riferimento a quei mezzi che l'uomo ha inventato o adattato a



scopo di musica. Il riferimento può essere più o meno facile, più o meno esplicito, ma è inevitabile...

Tale situazione di interdipendenza tra gli aspetti meramente acustici ed empirici e gli aspetti «ragionati» di un discorso musicale, in breve, tra materia e forma, sta alla base di ogni evoluzione del linguaggio in musica. Basti pensare alle più o meno primitive manifestazioni di musica spontanea, ove la parola influenza direttamente il fatto sonoro (*Esempio I*, voce di negro e tamburo africano).

Nè più nè meno, ma su tutt'altro piano, di quanto accadde nel XVI secolo col diffondersi delle «pratiche» strumentali e, cambiando i termini del rapporto, di quanto accadde con la definizione dei rapporti armonici tonali che, definitivamente chiariti da Rameau, portarono all'apogeo e quindi alla cristallizzazione della forma classica. Cioè, all'evolversi della materia sonora — sia questo il primitivo ed istintivo suggerimento di una rudimentale articolazione verbale o un raffinato complesso di abitudini e di possibilità sonore assunte a sistema — corrisponde un evolversi dell'organizzazione di tale materia, corrisponde cioè una modificazione dei nessi sonori, della struttura formale (1). Le numerose metafore che siamo soliti

(1) Naturalmente la scelta di una determinata materia sonora e la scelta stessa dei mezzi strumentali può anche essere oggetto di studi a carattere fisiologico, non solo musicale: basti ricordare che ogni gruppo etnico e razziale è caratterizzabile da una media precipua di selettività auditiva; ad esempio, non a caso in Italia sono fiorite le

usare per definire una situazione storica e morfologica della musica — musica classica, romantica, tonale, atonale, dodecafona, ecc. — corrispondono, almeno in parte, a convenzionali esigenze di inventario: ma tuttavia, ognuna di queste metafore possiamo farla coincidere con un diverso stato di ordine e di rinnovamento del suono: dall'Organum al Motetto, dalla Suite alla Sinfonia, dalla libera forma dodecafona alle strutture ed alle microstrutture della musica elettronica è una scelta continua di ordini diversi, al cospetto di nuove possibilità sonore. Ordini che, di volta in volta, diventano analisi logica, sintassi, poetica ed estetica del linguaggio musicale.

La ricerca e la produzione di musiche, nello Studio di Fonologia Musicale, tiene naturalmente conto delle esperienze di «musica concreta», di «musica elettronica» e di «music for tape recorder» effettuate da alcuni anni a questa parte in Europa ed in America. Avviciniamoci dunque direttamente a queste nuove definizioni di musica.

La «Musica concreta» viene così chiamata perché fa uso di materiale sonoro «concreto», cioè già esistente (come può essere il rumore di un treno, un grido di voce umana o il suono di uno strumento), ripreso dal microfono ed elaborato attraverso le possibilità del montaggio su nastro magnetico. Da un semplice suono di campana, per esempio, si può trarre

prime scuole violinistiche, il «bel canto» e i tenori castrati, come non a caso in Francia eccellono i «legni» dell'orchestra, e così via.



Onde Martenot (strumento musicale elettronico).

un suono separato dal suo iniziale momento di percussione, che reso artificialmente omogeneo attraverso un adeguato uso del potenziometro ed attraverso collages può essere variamente modulato (*Esempio II*, a) campana; b) Bach: canone IV a 2 dall'«Offerta musicale»).

Con gli stessi procedimenti, naturalmente, si può elaborare qualsiasi avvenimento sonoro (*Esempio III*, goccia d'acqua). Come è evidente, i vari gradi di trasformazione dell'oggetto sonoro della musica concreta, sia questo suono o rumore, sono raggiunti semplicemente attraverso le possibilità di variazione di velocità, di montaggio e di alterazione di banda. La trasformazione dell'oggetto sonoro deve tener conto degli attributi para-musicali contenuti nell'oggetto stesso, che può essere indifferentemente uno spettro armonico o uno spettro continuo. La forma dell'oggetto sonoro è ciò che, prima di ogni altra cosa, interessa le orecchie del musicista: egli sa che una grandezza non periodica può diventare una grandezza quasi periodica (*Esempio IV*, rumore di ferraglie) attraverso una semplice operazione di montaggio. L'elemento sonoro risultante sarà dotato di ritmo, perciò sarà passibile di considerazioni musicali, sia pur primitive. Quello che però potremmo notare ancora in esso sarà un legame col suo stato originale (resta cioè sempre un rumore di ferraglie che cadono).

È evidente in ciò il riferimento ad una condizione psicologica: ai gradi di trasformazione strutturali dell'oggetto sonoro corrisponde quindi un diverso grado di «pregnanza» in rapporto allo stato bruto originario dell'oggetto stesso.

Data la possibilità di trasposizione di qualsiasi elemento sonoro, tale intervento psicologico avviene nei confronti di ogni pretesto sonoro, sia questo un rumore, una voce o il suono di uno strumento (*Esempio V*, «Piano-tape music»).

Questo carattere «aprioristico» dei suoni della musica concreta non è ritrovabile nell'esperienza della musica elettronica che si giova invece di materiale sonoro interamente preparato e previsto dal compositore stesso, oppure di materiale sonoro la cui struttura fisica sia perfettamente nota. Quasi sempre si tratta di suoni prodotti con generatori di frequenze, che, registrati su nastro, verranno sovrapposti in complessi sonori il risultato dei quali, a seconda delle esigenze, potrà essere un accordo di frequenze o un timbro. Con l'aiuto di un'adeguata attrezzatura tecnica gli elementi sonori vengono ulteriormente elaborati ed organizzati in strutture musicali. Con ciò fa il suo ingresso anche nella pratica musicale il concetto che ogni suono è un insieme di suoni parziali: che ogni fenomeno acustico è riducibile ad un certo numero di vibrazioni semplici. Nella musica elettronica, il musicista ha quindi la possibilità di organizzare le singole componenti del suono e giovare di principi generali ed unitari di organizzazione che interessano appunto la struttura del suono. Da ciò nuove possibilità, anzi nuove necessità di organizzazione formale.

Oggi, a ragion veduta, possiamo affermare che l'esperienza della musica elettronica continua e sviluppa logicamente l'esperienza della musica tradizionale, quella, per intenderci, concepita e scritta per i normali strumenti della nostra civiltà musicale.

All'inizio del secolo, il superamento dell'armonia tonale e, precedentemente, l'introduzione nelle ricerche acustiche, da parte di Helmholtz, di un dato

fisiologico, permisero una più stretta presa di contatto tra le infinite probabilità musicali dello spazio sonoro e la realtà fisica e fisiologica della comunicazione musicale. È allora che, a grado a grado, alla ricchezza di rapporti strutturali armonici, di cui la musica tonale si era giovata sino all'esaurimento, viene sostituita una cosciente valutazione espressiva dei quattro parametri del suono: altezza, durata, intensità e timbro (Trovandoci ancora nel campo della musica strumentale, definisco parametro del suono anche il timbro, per quanto esso evidentemente sia un parametro «complesso»). Tale passaggio di poteri è avvenuto in maniera lenta e graduale: possiamo scorgere i primi indizi in Beethoven, dove l'idea tematica viene assunta a complesso di dati statistici e dove i rapporti armonici (che già cominciano ad incaricarsi di funzioni, per così dire, rappresentative: poco dopo infatti sarà dato il via alla musica a programma) verranno impiegate con l'intuizione di un dato psicofisiologico.

Cent'anni dopo, completamente superate le ragioni tonali e tematiche della musica, gli elementi sonori costituenti una struttura formale sono già analizzabili con criteri strettamente statistici e seriali. Quei criteri cioè che, ulteriormente sviluppati, condurranno ad una nuova organizzazione della musica ove l'altezza del suono acquista ragioni strutturali anche in funzione della sua durata, della sua intensità e del suo timbro. E ciò per sommi capi vorrà già dire, da parte del musicista, una presa di contatto diretta con gli aspetti fisici e fisiologici della comunicazione sonora, che costituiscono la base tecnica dell'esperienza elettronica.

L'altezza del suono è stata sino ad ora il massimo oggetto di studio nell'acustica tradizionale e l'elemento base nell'evoluzione dei sistemi musicali. Per secoli l'uomo ha cantato sulle proporzioni di intervalli proposte dalla scuola pitagorica se non addirittura su un concetto di spazialità sonora opposta al nostro, come ha cantato sui primi moduli di scala tonale proposti da Zarlino. E così via, questa è storia nota. Il musicista, il teorico, il fisico e l'artigiano di strumenti musicali hanno di volta in volta contribuito ad una diversa suddivisione dello spazio sonoro.

Nella musica elettronica, l'altezza del suono è inquadrata in uno schema generale di possibilità sonora che tiene conto delle soglie di udibilità. Entro tali limiti le prestazioni dell'orecchio si effettuano secondo leggi statistiche trovate dapprima da Fletcher e successivamente elaborate da altri, tra cui Meyer-Eppler dell'Università di Bonn. Queste ultime riguardano soprattutto la metamorfosi degli elementi acustici in rapporto a certi aspetti di discriminazione auditiva. Tali leggi possono dare al musicista d'oggi una conferma naturale, seppure non indispensabile, delle possibilità espressive, o comunque dialettiche, che possono essere affidate ai singoli parametri del suono, la risultante dei quali propone una funzione diversa da quella esercitata dai singoli elementi.

In termini di musica elettronica ciò può essere esemplificato anche facendo ricorso al rapporto intensità-durata.

L'intensità di un suono non è un concetto indipendente per il semplice fatto che nessun fenomeno è percepibile se non dotato di una certa quantità di energia sonora. La sensazione della durata e della intensità sono strettamente legate; infatti il nostro orecchio, a parità di durata, sentirà i suoni forti più



lunghe e i suoni deboli più corti <sup>(2)</sup>. Se infatti prendiamo un timbro prodotto a mezzo di oscillatori e lo ripetiamo in modo prettamente isocrono, variando l'intensità di 15 dB per gruppi successivi, nulla di sensibile accade (*Esempio VI*, sequenza simmetrica di impulsi) se la variazione avviene invece in maniera asimmetrica non avremo più l'impressione di una ripetizione isocrona di impulsi sonori, ma di una successione di durate asimmetriche (*Esempio VII*, sequenza asimmetrica di impulsi).

Anche l'uso strutturale della dinamica, il « piano e il forte » nelle musiche strumentali e gli accenti della musica jazz, sono una conseguenza di tale fatto.

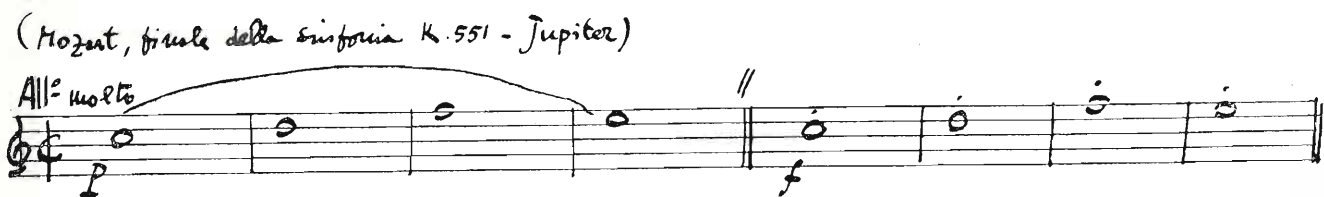
Come è noto, il rapporto di intensità fra le frequenze costituenti un timbro e perfettamente controllate da parte del musicista che compone coi mezzi della musica elettronica.

Nella musica strumentale i rapporti di intensità esercitavano una funzione che potremmo genericamente definire amalgama o di differenziazione tra le varie voci del tessuto sonoro (Si pensi al popolarissimo « Bolero » di Ravel, ove le voci degli strumenti che articolano la nona ricomparsa del motivo sono disposte secondo la proporzione delle componenti armoniche naturali e secondo una accorta gradazione dinamica decrescente verso il registro acuto. Qui interviene anche un effetto di mascheramento che, come è stato ampiamente studiato ed illustrato nelle opere relative a tale argomento, varia a seconda della qualità del suono mascherato e da mascherare e a seconda del rapporto armonico e di intensità dei suoni stessi).

Oggi sappiamo che un timbro non è solo caratterizzato dalla sua costituzione « spettrale », ma dal rapporto spaziale e temporale delle componenti dello spettro. Ragion per cui, come abbiamo visto all'inizio (a proposito di musica concreta) se ad un suono di campana noi togliamo l'attacco, quello che ne risulta non sarà più un suono di campana. Fisicamente sarà un altro suono. La musica strumentale, in genere, ha tenuto conto di questo fatto. Tanto è vero che un rapido sguardo all'evoluzione della musica ci permette la non meno rapida constatazione che al costante ampliamento delle possibilità timbriche è sempre corrisposto un costante arricchirsi delle possibilità d'attacco del suono.

I vari colpi d'arco negli strumenti a corda, il tocco in alcuni strumenti a suono fisso <sup>(3)</sup> (il pianoforte

<sup>(2)</sup> Il musicista ha sempre messo in pratica questa esperienza anche nella musica strumentale:



<sup>(3)</sup> Il tocco di un pianista non è un parametro musicale, non è un parametro matematico e neppure una « sensazione pura ». Ogni possibile considerazione sul tocco deve essere condotta da un punto di osservazione che è in parte musicale, in parte acustico e in parte meccanico (la produzione del suono in un pianoforte avviene attraverso un sistema di leve, di molle e di contrappesi). Il tocco non è rivelabile all'analisi spettrale ma all'analisi spettrale e musicale insieme, poichè il tocco è una funzione dei parametri variabili che tali analisi sottintendono. L'analisi spettrale ci può dare i valori medi e statistici relativi al suono del pianoforte (per esempio durata del suono nelle varie condizioni di risonanza, variazione dello spettro in funzione della durata ecc.) l'esecutore ci dà i valori medi stilistici (il modo

per esempio), le varie tensioni di labbro e di lingua negli strumenti a fiato (oltre alle possibilità dinamiche sui vari registri) costituiscono uno degli aspetti più importanti che, ancora oggi, fanno dell'orchestra moderna uno strumento affascinante e ricco. Nella « musica elettronica » non vi sono limiti teorici alla produzione di timbri, sia armonici che disarmonici (*Esempio VIII*, strutture di timbri armonici e disarmonici).

Vi sono invece dei limiti, quando si voglia compensare la perdita di quelle caratteristiche generali che accompagnano la realizzazione di una musica affidata agli strumenti tradizionali. A tali caratteristiche di aleatorietà il gusto e la sensibilità dell'ascoltatore medio non può ancora rinunciare, nè forse deve rinunciare: il musicista consapevole che impiega i mezzi della musica elettronica è perfettamente conscio di questo e di altri problemi che lo pongono implacabilmente a confronto di un lungo, faticato e meraviglioso passato.

Nella « musica elettronica », il musicista, per preparare ed organizzare i suoni, si serve della registrazione su nastro magnetico: tale mezzo è sufficientemente flessibile per permettere al musicista una grande possibilità di scelta nel totale udibile. Questa è la ragione del continuo riferimento alle condizioni naturali della percezione. Nella pratica normale della musica strumentale è l'esecutore con il suo strumento che garantisce una sicura e collaudata accessibilità umana al fatto sonoro. Invece i mezzi della « musica elettronica », se non controllati, vanno assai oltre le possibilità auditive dell'uomo.

Infine, è assai importante considerare che anche una nuova prospettiva umana si apre al cospetto delle varie attività di ricerca e di produzione che sono lo scopo dello Studio di Fonologia Musicale. La prospettiva cioè del lavoro in gruppo, del lavoro collettivo, sia sul piano della creazione musicale, che, ovviamente, su quello della ricerca. Anche in considerazione di ciò è quindi con entusiasmo che alcuni studiosi e musicisti si assumono il compito di sperimentare e catalogare quell'enorme quantità di dati e di situazioni rese disponibili dalle migliorate possibilità di comunicazione musicale, in genere, dalle necessità espressive del musicista stesso, e, non ultima,

di suonare Bach, Scarlatti e Beethoven, suonar di polso e d'avambraccio ecc.): il tocco è una funzione delle possibili piccole variazioni in rapporto a tali valori medi.

Nel contrasto tra la natura obiettiva dei primi e la natura soggettiva dei secondi risiede la difficoltà di poter valutare il « tocco » coi mezzi normali dell'analisi. Infatti, se, da un lato, i parametri matematici della natura fisica dello stimolo possono essere influenzati dalle condizioni soggettive dell'ascolto, dall'altro, il « campo » musicale è costituito da quei parametri strettamente musicali che, nel loro complesso, stanno alla base della percezione estetica della musica: cioè armonia e densità sonora, valutazione stilistica, velocità d'esecuzione in rapporto ad un modello ideale ecc. Tutto ciò, insomma, che — in quanto si tratta

dalla necessità di migliorare alcuni aspetti della materia prima dell'industria radiofonica.

Il compositore che adopera a scopo di musica i mezzi che la tecnica elettroacustica ed elettronica gli mettono a disposizione, sarà tanto più vicino al « vero » quanto più saprà rispondere, con assoluta modestia, alle obiettive condizioni e necessità del mezzo usato e, quanto più saprà accettare la diretta collaborazione del tecnico, l'aiuto e la critica del collega. Anche su un piano più generale, l'incontro sereno e fecondo, oltre i confini delle specializzazioni artistiche e scientifiche, è una delle grandi strade aperte all'uomo moderno. « ...tanto gli uomini dell'arte che quelli della scienza vivono sempre alla soglia del mistero, circondati da esso; gli uni e gli altri, nella misura della loro creazione, devono cercare di armonizzare ciò che è nuovo con ciò che è familiare, cercare di raggiungere l'equilibrio fra la novità e la sintesi, devono combattere per fare un ordine parziale in un caos totale. Essi nel loro lavoro e nella loro vita possono aiutare se stessi, aiutarsi fra loro e aiutare tutti gli uomini.

Possono fare, dei sentieri che collegano fra loro i villaggi delle arti e delle scienze e li collegano con il resto del mondo, i legami molteplici, vari, preziosi, di una vera comunità mondiale. Sarà durissimo per noi mantenere aperta la nostra mente e mantenerla profonda; mantenere vivo il nostro senso della bellezza e la nostra eventuale capacità di crearla, la nostra eventuale capacità di scoprirla, questa bellezza, in luoghi lontani, strani e sconosciuti; avremo la vita dura, tutti noi, per mantenere questi giardini dei nostri villaggi, per mantenerne aperti i sentieri, molteplici, intricati, casuali, per mantenerli fioriti in un grande aperto mondo tempestoso, ma questa, secondo me, è la condizione umana; in questa condizione possiamo aiutarci perchè possiamo amarci » (J. R. Oppenheimer, da « Prospettive nelle arti e nelle scienze » - discorso per la celebrazione del secondo centenario della Columbia University, 1954).

Che al banco di lavoro del liutaio si sia seduto anche l'ingegnere del suono, che oltre al pentagramma il musicista cominci ad usare anche la carta millimetrata e lo spettrogramma, che al suono dell'orchestra moderna faccia eco l'elettronico music synthesizer costruito in America e le musiche degli Studi sperimentali d'Europa, non costituisce una sopraffazione: accerta invece, come cerchiamo di dimostrare col nostro lavoro, una emozionante presenza ed una continuità dell'uomo, constatabile tanto attraverso il capolavoro di ieri, destinato a questo o a quello strumento ora caduto in disuso o completamente trasformato, quanto attraverso il lavoro di oggi.

di grandezze non rappresentabili sistematicamente — noi preferiamo definire come « parametri di sensibilità » e che determinano il « campo » musicale in cui lo stimolo sonoro si manifesta.

Negli strumenti a suono fisso si suole identificare la nozione di attacco col « tocco », almeno nel linguaggio corrente. E ciò ha la sua logica se prendiamo in esame la « sensazione » del tocco almeno nel caso di suoni prodotti da un pianoforte. Il pianista può produrre diverse qualità di suono in funzione della intensità e della durata; infatti la struttura armonica del suono del pianoforte dipende in parte dalla velocità con cui il martello percuote la corda e dal processo di crescita e di caduta del suono stesso. Ciò è particolarmente importante se si pensa che il suono del pianoforte non presenta fenomeni stazionari e che nella percezione di esso suono basta una variazione di tempo di 1/100 di secondo per produrre conseguenze sensibili

## APPENDICE

### A proposito di notazione nella musica elettronica.

Comporre un'opera di musica elettronica vuol anche dire interpretarla, poichè la composizione di questa coincide con la definitiva realizzazione su nastro magnetico. Durante il lavoro di composizione il musicista si serve naturalmente di appunti, schemi, cifre ed anche di segni convenzionali: ma tutto ciò non costituisce notazione vera e propria, il più delle volte vale semplicemente come appunto mnemonico. La complessità dei rapporti e dei parametri, nella musica elettronica, non permette di ridurre tutti gli avvenimenti sonori sul piano bidimensionale delle ascisse e delle ordinate, cosa che avviene invece nel caso delle normali partiture della musica strumentale. La prima ragione dialettica della musica elettronica è costituita dal fatto che il musicista può intervenire sulla struttura interna dei suoni, attraverso l'analisi armonica, dinamica e melodica (in funzione del tempo): una rappresentazione bidimensionale porterebbe ad una rinuncia parziale di tutto ciò.

D'altra parte neppure un modo di scrittura che nulla voglia tralasciare, allo stato attuale delle cose, può essere considerato notazione poichè costituisce notazione quel sistema generale di segni che stabilisce una immediata relazione psico-semantica tra gli eventi sonori e la più semplice rappresentazione di questi. I fatti ci mostrano che sino ad ora sono stati messi in pratica tanti sistemi di notazione quante, all'incirca, sono state le composizioni di musica elettronica stese in partitura.

Non è comunque da escludersi che, col tempo, stabilendosi convenzioni, necessità e abitudini che interessino simultaneamente l'occhio e l'orecchio (stabilendosi cioè un rapporto formale, acquisito, tra i due organi) sarà possibile giungere ad una totale sintesi grafica delle strutture e delle microstrutture della musica elettronica.

Il lento processo di affinamento e di sintesi che, attraverso i secoli, ha fatto progredire i primitivi sistemi di notazione, sempre sollecitati dai mezzi strumentali e dagli stadi linguistici della musica, può essere oggi ripercorso in breve tempo, nell'esperienza elettronica, grazie all'esperienza pratica e ben sperimentata delle rappresentazioni in campo acustico ed elettronico.

Infine, non va dimenticato che i problemi di notazione che sorgono con la musica elettronica hanno ben poco a che vedere con la necessità di scrittura della musica strumentale. Mentre in quest'ultima la notazione ha lo scopo di rendere possibile l'esecuzione, nella musica elettronica la notazione può anche limitarsi al solo e semplice scopo di ricordare quale

(Seashore, Iowa Univ.). La produzione del suono nel pianoforte avviene in un tempo assai piccolo: il colpo del martello sulla corda ha una durata paragonabile a quella di un periodo della frequenza data, mentre il nostro orecchio, per riconoscere un suono, ha bisogno di un tempo paragonabile a due periodi della frequenza data. È perciò legittimo, almeno sulla base della sensazione e della pratica esecuzione, identificare il « tocco » con l'attacco del suono.

Comunque, non è possibile trarre conclusioni sul « tocco » confrontando lo spettrogramma dei suoni di un pianoforte suonato da un grande pianista e « suonato » invece da un peso lasciato cadere sui tasti dello strumento, come è stato fatto.

Solo nel caso che i suoni partecipino di una struttura musicale espressiva, ben definita e possibilmente storicamente familiare a chi ascolta è possibile cominciare a studiare tale aspetto del suono negli strumenti a suono fisso.



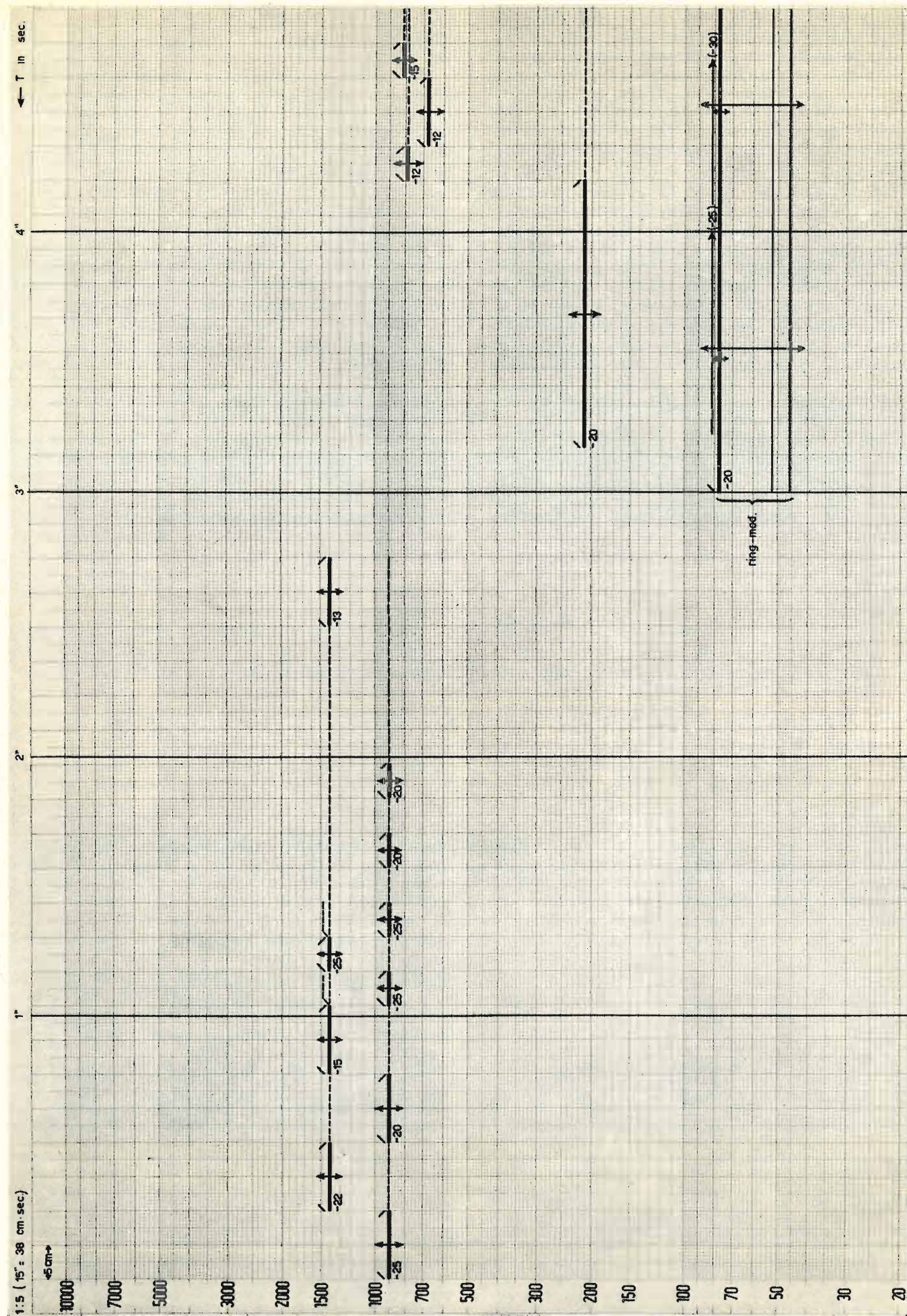


Fig. 1. — Prima pagina di partitura del "Notturmo" di Bruno Maderna.

sia stato, in linea generale, il metodo operativo usato dal compositore. Tale criterio, infatti, ha informato la stesura in partitura di «Mutazioni» di L. Berio e di «Notturmo» di B. Maderna.

«MUTAZIONI» DI LUCIANO BERIO (Figura in copertina, esempio n. 9 del disco allegato).

Sulle ordinate, a sinistra, è segnata in scala logaritmica la gamma di frequenze nel cui ambito vengono a trovarsi i suoni impiegati in questa pagina di partitura. Altrove, a seconda delle esigenze di estensione, la gamma delle frequenze può essere distribuita diversamente. Sulle ascisse, in alto, è segnato il tempo in secondi (...110...111...112...113...) e la corrispondente lunghezza del nastro, tenendo presente che la velocità di scorrimento del nastro magnetico scelta è di 38 cm/sec. Le corte linee orizzontali distribuite sul foglio rappresentano suoni sinusoidali; accanto ad ognuno di questi è posta l'indicazione dinamica espressa in decibel (assumendo come 0 dB il livello massimo) e, per mezzo dei segni  $\square$ ,  $\nabla$ ,  $\nearrow$ ,  $\searrow$ , l'indicazione schematica delle operazioni di taglio e connessione dei diversi pezzettini di nastro su cui sono registrati i singoli suoni; naturalmente, quando vengono effettuati dei tagli inclinati, ne risulta una corrispondente variazione dell'intensità del suono.

Le linee tratteggiate indicano la durata dell'eco relativo al suono da cui la linea tratteggiata si diparte. Poco prima del 113" appare un suono complesso l'altezza del quale è data dalla frequenza più grave e di maggiore intensità (290 Hz). Di tale suono complesso viene indicata l'intensità relativa e l'intensità totale.

Al di sotto della notazione per musica elettronica, è riportata per confronto la corrispondente notazione dello stesso brano musicale, secondo la forma tradi-

zionale. È evidente come, nel caso particolare, essa risulti assai più imprecisa dell'altra data l'impossibilità di definire con precisione i rapporti stabiliti fra i vari suoni primari e le varie specifiche operazioni di attacco, stacco, e modulazione, più esattamente indicate con la notazione elettronica.

«NOTTURNO» DI BRUNO MADERNA (fig. 1; esempio n. 10 del disco).

L'impostazione generale della stesura in partitura di «Notturmo» è identica a quella usata per «Mutazioni», il materiale sonoro è però diverso. All'1", 2", 3" viene impiegata una banda strettissima di «Suono bianco», filtrato, i cui valori in frequenza oscillano aleatoriamente ( $\updownarrow$ ) di circa due periodi inferiori e superiori. Al 3", un suono di 77 Hz ( $\updownarrow$ ) viene modulato con due frequenze di 52 e 46 Hz. Data la complessità dei rapporti risultati si è preferito indicare solo gli estremi del procedimento usato, non il risultato.

(280)

**ELENCO DEGLI ESEMPI E DELLE COMPOSIZIONI INCLUSE NEL DISCO ALLEGATO AL PRESENTE FASCICOLO**

**PARTE PRIMA**

- I Voce di negro e tamburo africano
- II a) Campana  
b) Bach: canone IV a 2 dall'Offerta musicale
- III Goccia d'acqua
- IV Rumore di ferraglie
- V Piano-Tape Music
- VI Sequenza simmetrica di impulsi
- VII Sequenza asimmetrica di impulsi
- VIII Strutture di timbri armonici e disarmonici

**PARTE SECONDA**

- IX Luciano Berio: «Mutazioni»
- X Bruno Maderna: «Notturmo»



**ELETRONICA ITALIANA** S.r.l.  
MILANO  
VIA SALVIONI, 14 - TELEFONO 91.888

---

**PONTI RADIO MONOCANALI  
AD ONDE ULTRACORTE E MODULAZIONE DI FREQUENZA  
PER COLLEGAMENTI FISSI E MOBILI DI ALTA QUALITÀ**

ALIMENTAZIONE C. A. e C. C.



TRASMETTITORE Mod. T. M. F. 41/B



TERMINALE TELEFONICO Mod. P. M. F. 341



RICEVITORE Mod. R. M. F. 31/B





# GLI IMPIANTI TECNICI DELLO STUDIO DI FONOLOGIA MUSICALE DI RADIO MILANO

DOTT. ALFREDO LIETTI  
della RAI

*SOMMARIO - Dopo una descrizione generale dell'impianto vengono esaminate talune apparecchiature con caratteristiche particolari, quali il pannello degli oscillatori per la sintesi delle note, il filtro variabile con larghezza di banda di  $\pm 2$  Hz, e l'apparecchio per variare la durata di una registrazione senza alterare le frequenze dei suoni registrati.*

## 1. Premesse.

Nella scelta delle installazioni tecniche si è tenuto conto in primo luogo dei compiti ai quali lo Studio deve soddisfare e che possono essere così riassunti: produzione di musica elettronica e concreta, e realizzazione di commenti sonori ad uso radiofonico e televisivo.

Per ottenere gli scopi accennati, si sono potuti utilizzare solo in parte apparecchi di normale produzione commerciale, mentre per il resto si è dovuto provvedere a realizzazioni particolari. Ne è risultato un insieme di apparecchi non sempre disponibili altrove, e che in casi speciali possono anche essere

utili per studi e ricerche di carattere vario. Di ciò si è anche tenuto conto nella realizzazione dell'impianto cercando di assicurarne la massima elasticità di impiego.

Si è accennato alla musica elettronica e concreta. Dal punto di vista della realizzazione tecnica possiamo dire che la musica elettronica si ottiene registrando segnali generati da circuiti elettronici, mentre la musica concreta utilizza come materiale iniziale le registrazioni di suoni e rumori di svariata origine (voci, suono di campana, colpi, strumenti musicali ecc.).

Queste registrazioni vengono fatte, o riportate, su

nastro magnetico, essendo tale mezzo il più comodo per i successivi montaggi, tagli, mescolazioni ecc.

Quanto sopra in linea di massima. Trattasi di un campo vastissimo e di possibilità indeterminate, e quindi è necessaria una scelta per arrivare al piano realizzativo.

Il tecnico che deve studiare gli impianti deve innanzitutto prendere contatto con i musicisti per chiarire nei particolari le varie esigenze. E qui devono essere superate alcune caratteristiche difficoltà, dovute alla differente preparazione tra tecnici e musicisti ed al differente linguaggio adoperato nei due campi.

Prendiamo come esempio la musica elettronica. Il musicista può avere una chiara idea del suono che vuole raggiungere, ma è una idea musicale, naturalmente. Al tecnico interessano invece i dati fisici del suono, se questo suono deve essere realizzato elettricamente. È ovvio che la difficoltà può essere superata solo con un reciproco sforzo di avvicinamento.

Vediamo ora di dare qualche cenno descrittivo delle installazioni, che possiamo suddividere fondamentalmente in tre gruppi:

- 1) apparecchiature per la generazione di suoni e rumori elettronici;
- 2) apparecchiature per la mescolazione e combinazione;
- 3) apparecchiature per la registrazione.

## 2. Generazione di suoni e rumori elettronici.

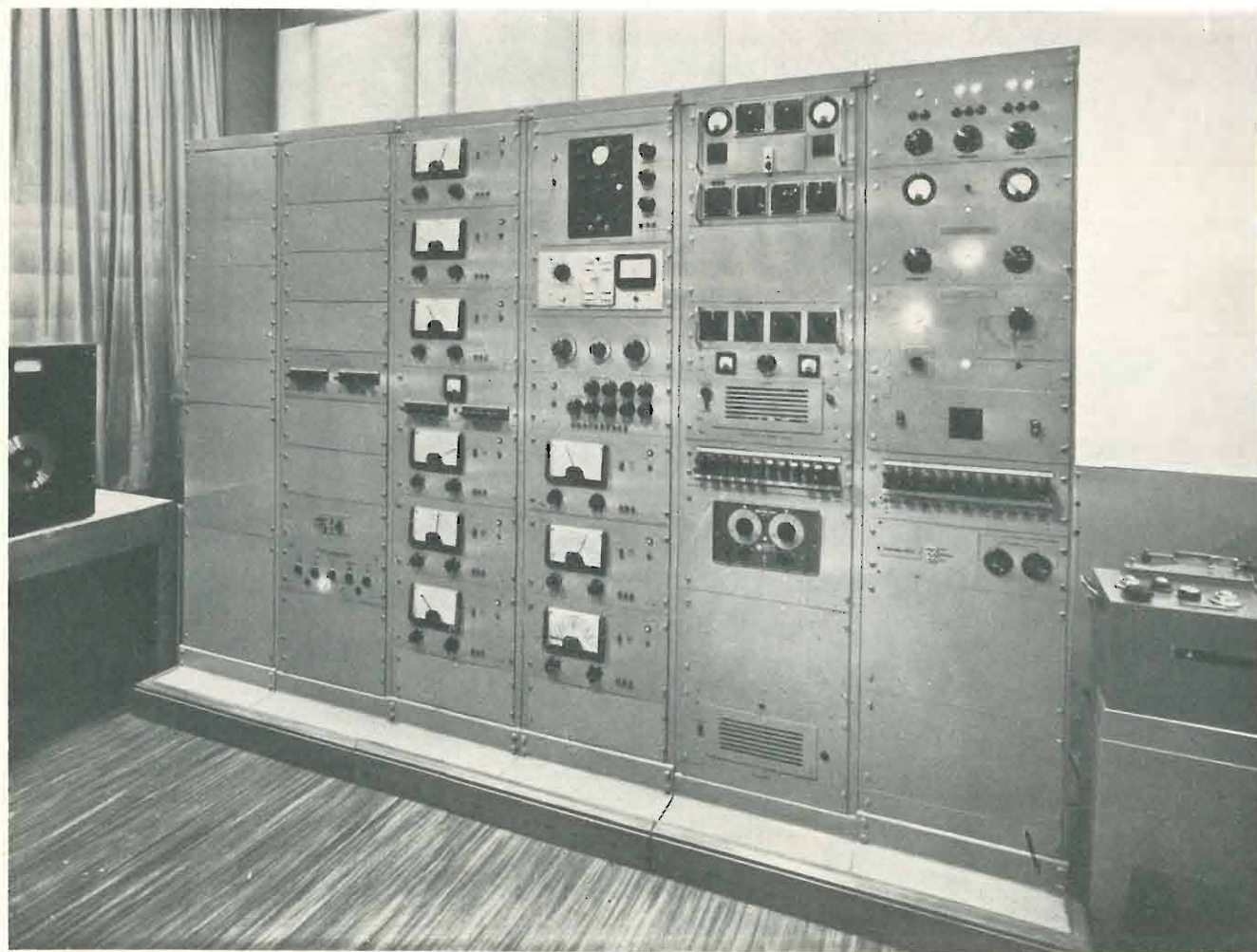
### A) SUONI PERIODICI

La generazione di suoni complessi è ottenuta mediante la addizione simultanea dei toni sinusoidali componenti. Tale sistema è stato preferito a quello della registrazione successiva su nastro magnetico delle varie componenti, usato nello Studio di Colonia (bibl. 1), in quanto si ottiene un notevole risparmio di tempo e si ha la possibilità di ascoltare il suono composto prima della registrazione. In tal modo l'opera del compositore viene notevolmente facilitata.

Contrariamente poi ai sistemi impieganti ruote fonetiche o simili apparati (ad esempio l'organo Hammond) i rapporti di frequenza tra le varie componenti non sono prestabiliti, ed è così lasciata al compositore la massima libertà di scelta.

Per contro, mentre i sistemi a ruota fonica assicurano una invarianza assoluta di tali rapporti, il nostro sistema esige, per assicurare tale invarianza, una notevolissima stabilità degli oscillatori. Infatti, se si ascolta una nota costituita da una fondamentale e da più armoniche, è sufficiente alterare anche di pochi periodi al secondo la frequenza di una armonica (specialmente delle prime armoniche della serie) per rilevare immediatamente un effetto di battimento.

Gli oscillatori sono in numero di nove, ed il relativo schema elettrico è rappresentato in figura 1. Si



Telai delle apparecchiature elettroniche dello Studio di Fonologia Musicale di Milano (da sinistra, 1° telaio: filtri; 2° telaio: oscillatori; 3° telaio: oscillatori, mescolatore elettronico e comparatore oscillografico; 4° telaio: pannello di permutazione e generatore di suono bianco; 5° telaio: pannello di permutazione e modulatore ad anello).



Vista dello Studio di Fonologia Musicale di Milano: in fondo, analizzatore d'onda; ai lati, magnetofoni vari.







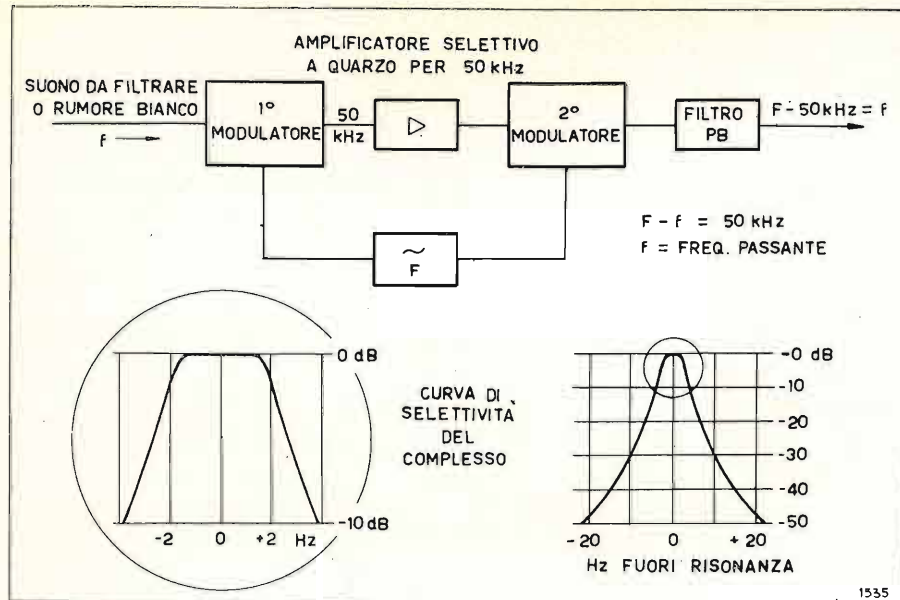


Fig. 4. — Schema di principio del filtro analizzatore regolabile in frequenza e con larghezza di banda di 2 Hz.

Il dispositivo è basato sul seguente principio: si supponga che su un nastro magnetico sia registrata una frequenza per una certa durata di tempo; è ovvio che, riproducendo tale nastro con una velocità di scorrimento maggiore, la durata della registrazione diminuisce. In corrispondenza però la frequenza riprodotta è maggiore di quella registrata. Col dispositivo descritto tale alterazione di frequenza non ha luogo in quanto, mediante un congegno meccanico, la testina di ripresa si trova in movimento rispetto al nastro, in modo di mantenere costante la velocità relativa. Per conseguire tale risultato il nastro viene riprodotto, anziché da una testina fissa, da un gruppo di testine in movimento come indicato nella figura 5.

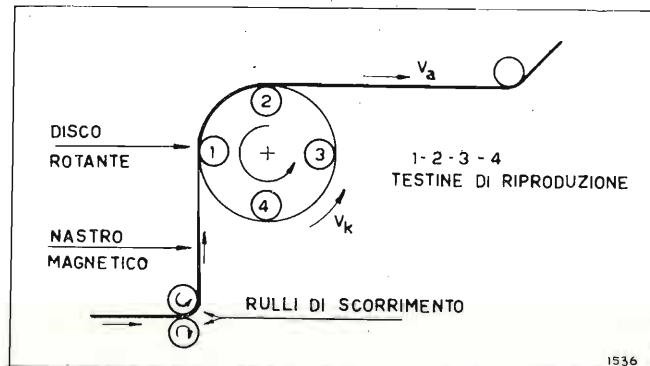


Fig. 5. — Principio di funzionamento del variatore di durata senza variazione del tono di una registrazione su nastro.

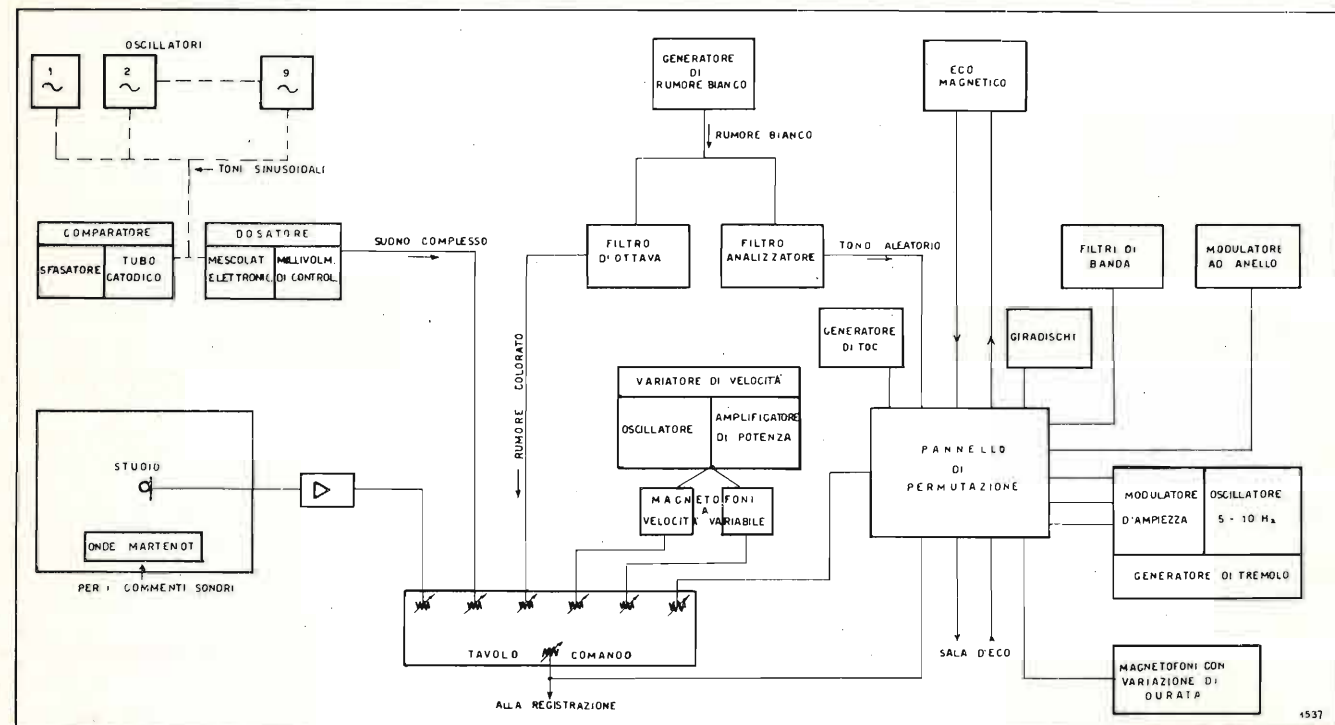


Fig. 6. — Schema di principio generale delle installazioni che compongono lo Studio di Fisiologia Musicale.

Sia  $V_a$  la velocità di traslazione del nastro e  $V_k$  la velocità tangenziale del disco che porta le quattro testine di lettura. Per mezzo di un dispositivo meccanico si fa in modo che  $V_a + V_k = V_r$ , essendo  $V_r$  la velocità nominale di registrazione (15 o 30 pollici/sec.). Su un tempo  $T$  la lunghezza  $l$  di nastro utilizzata per incidere un pezzo, eseguito appunto in tale tempo, è:

$$l = T V_a.$$

Agli effetti della corretta riproduzione della modulazione incisa senza alterazione delle frequenze è necessario che il nastro sia riprodotto alla velocità relativa  $V_r$ , che corrisponde come si è visto a quella normale.

Peraltro, riproducendo il nastro lungo  $l$  alla velocità  $V_r$ , si ha una

durata della riproduzione di:

$$T' = \frac{l}{V_r} = \frac{l}{V_a + V_k} \neq T.$$

In particolare abbiamo che per:

$$\begin{aligned} V_k = 0 & \quad T' = T; \\ V_k > 0 & \quad T' < T; \\ V_k < 0 & \quad T' > T. \end{aligned}$$

Adoperando la macchina ad esempio su di un brano musicale si ottiene una apparente variazione della velocità di esecuzione, sul parlato si ha l'impressione che l'oratore parli più in fretta o più adagio, conservando tuttavia sempre la tonalità media che gli è propria.

In figura 6 è rappresentato uno schema riassuntivo delle installazioni di cui sopra si è fatto cenno. Come si vede da tale figura e dalla fotografia dell'insieme dello Studio uno speciale pannello di commutazione rende particolarmente semplice l'effettuazione delle normali operazioni di lavoro.

(281)

#### BIBLIOGRAFIA

- 1 - Rivista Tecnica della NWDR, numero speciale *Elektronische Musik*, Colonia (1954), pag. 16-18.
- 2 - Terman F. E.: «Proc. IRE», ottobre 1939, pag. 649.
- 3 - Benussi P.: *Fasometrici catodici speciali e loro applicazioni*, «Elettronica», III, 1954, pag. 8.
- 4 - Bosse: *Baudaten und Eigenschaften eines umschaltbaren Oktavsieben*, «Funk und Ton», 2 (1948), pag. 66-71.
- 5 - Schiele e Schoen: «Frequenz», febbraio 1939.

PRIMARIA FABBRICA EUROPEA  
SUPPORTI PER VALVOLE



Sede:  
MILANO - Via G. Dezza N. 47  
Telef. 46.43.21 - 46.43.30 - 48.77.27

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

# AESSE

APPARECCHI E STRUMENTI SCIENTIFICI ED ELETTRICI  
VIA RUGABELLA, 9 - MILANO - TEL. 891.896 - 896.334  
Ind. Telegraf. AESSE - Milano

## APPARECCHIATURE PER T V 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



# FONDAMENTI ACUSTICO-MATEMATICI DELLA COMPOSIZIONE ELETTRICA DEI SUONI

PROF. DOTT. WERNER MEYER-EPPLER  
Institut für Phonetik und Kommunikationsforschung della  
Università di Bonn

(Riprodotta, per gentile concessione dell'autore e dell'editore, dalla rivista « Technische Hausmitteilungen des Nordwestdeutschen Rundfunks », anno VI, 1954, numeri 1-2).

**SOMMARIO** - L'introduzione di generatori elettrici di suoni nei processi di produzione musicale obbliga il compositore a risolvere importanti problemi psico-acustici poco comuni. Le relazioni multiple fra suoni e sensazioni associate vengono espresse mediante una formula semplificata e descrittiva che tiene conto delle proprietà dell'orecchio umano e che permette di definire in precedenza con una certa precisione gli attesi effetti sonori.

Le possibilità di composizione offerte dagli strumenti musicali elettrici sono così straordinarie che solo in rari casi è possibile un'estrapolazione dal dominio della teoria tradizionale della strumentazione alle nuove regioni musicali. Chi si addentra nel paese nuovo della « musica elettronica » si sente, in primo luogo, privato di tutti gli appoggi a lui familiari e si imbatte, per ogni dove, in fenomeni inattesi e addirittura sorprendenti. Se si vuol serbare la visione di insieme della varietà straordinariamente crescente delle manifestazioni acustiche occorre esaminare a fondo i rapporti di interdipendenza fra gli aspetti fisico, fisiologico e psicologico del problema. Per non smarrirsi, poi, in un intrico di opinioni contraddittorie è necessario anche adoperare fin dal principio una terminologia chiara e univoca ed è consigliabile basarsi, a questo riguardo, sulle definizioni e sulle denominazioni adottate o raccomandate dai comitati di specialisti della materia.

## 1. Definizioni.

Il « Deutsche Akustische Ausschuss » propone le seguenti definizioni <sup>(1)</sup> (si riportano i termini germanici e se ne suggerisce una possibile traduzione italiana):

(Einfacher) Ton = *tono (semplice)* = suono ad andamento sinusoidale.

Tongemisch = *mescolanza di toni* = suono composto di toni semplici di frequenze arbitrarie.

(Einfacher) Klang = *nota (semplice)* = suono composto di toni parziali armonici.

Klanggemisch = *mescolanza di note* = suono composto di note con toni fondamentali di frequenze arbitrarie.

Geräusch = *rumore* = mescolanza di toni a cui corrisponde uno spettro continuo o che è composto di un numero molto elevato di toni singoli le cui frequenze non hanno fra loro rapporti espressi da numeri interi.

Knall = *detonazione* = *colpo sonoro*, specialmente di forte intensità.

Questo elenco stupirà certamente il musicista

<sup>(1)</sup> Din 1320.

perché in parziale contraddizione con la terminologia a lui abituale <sup>(2)</sup>.

Allo scopo di evitare malintesi, quando ci si riferisce alle sensazioni prodotte dagli stimoli sonori occorre sempre associare il termine *sensazione* al nome dello stimolo e parlare perciò di *sensazione di tono semplice*, di *sensazione di mescolanza di toni*, di *sensazione di rumori*, ecc.

È da avvertire che queste qualità fisio-psicologiche non si possono definire approssimativamente in modo altrettanto facile degli oggetti fisici omonimi.

La « American Standards Association » ha cercato di completare le definizioni fisiche con le qualità di sensazione nel modo seguente <sup>(3)</sup>:

*Tono*: è una sensazione sonora (sound sensation) che possiede la qualità dell'altezza (di tono) (pitch).

*Tono semplice (tono puro)*: è una sensazione sonora che è caratterizzata da una sola altezza (di tono) (singleness of pitch).

*Tono complesso*: è una sensazione sonora caratterizzata da più altezze (di tono).

Stupisce il non trovare nella terminologia americana la definizione di ciò che dovrebbe chiamarsi sensazione di rumore. In compenso, però, è stata adottata quella di *timbro*, che manca nella lista tedesca.

*Timbro* (ted. Klangfarbe) (qualità musicale) è quell'attributo della sensazione uditiva in base alla quale l'ascoltatore può stabilire che due fenomeni sonori (sounds) contemporanei di uguale intensità soggettiva (loudness) e di uguale altezza (pitch) sono diversi l'uno dall'altro.

## 2. Relazioni tra stimolo e sensazione.

Il nostro organo uditivo reagisce agli stimoli acustici in modo tutt'altro che uniforme. Non sussiste nemmeno corrispondenza biunivoca tra stimolo e sensazione. È molto diffusa la nozione dell'ottica psicologica che i colori non sono caratteristiche dell'oggetto,

<sup>(2)</sup> Nelle note esplicative è detto: « Le ordinarie definizioni, date nell'acustica, dei concetti di "Ton" e "Klang" differiscono notoriamente da quelle adoperate nella musica. Il musicista chiama "Ton" un "einfacher Klang" e "Klang" un "Klanggemisch" (per es. Dreiklang) ».

<sup>(3)</sup> *Acoustical Terminology*, New York, 1951.

ERNST ROEDERSTEIN  
SPEZIALFABRIK FUER  
KONDENSATOREN G.M.B.H. LANDSHUT BAY.

ERO-MINITYP 100  
CONDENSATORI UNIFICATI  
PER RADIOFONIA E  
TELEVISIONE

EROID ESECUZIONE  
PANCLIMATICA

ERO-MINILYT  
CONDENSATORI ELET-  
TROLITICI MINIATURA  
E IN ESECUZIONE SPILLO



RESISTENZE  
A STRATO DI  
CARBONE A FILO  
E DI MISURA  
RESISTENZE  
SPECIALI PER UHF

RESISTA  
FABRIK ELEKTRISCHER  
WIDERSTAENDE GMBH.  
LANDSHUT - BAY.  
WESTERN GERMANY

Rappresentanza Generale per l'Italia:

Ditta Ing. Oscar BOJE - Milano - Via T. Tasso 7 - Telef. 432.241 - 462.310



bensi, ed esclusivamente, della qualità della sensazione; ma si è, finora, accordata scarsa attenzione alla corrispondente relazione dell'acustica.

Già sul piano concettuale si osserva una assai diffusa incapacità ad effettuare una distinzione fra i fenomeni fisico-acustici (e la loro astratta rappresentazione mediante la scrittura musicale) e le qualità acustiche delle sensazioni. Tra i segni grafici delle note e le sensazioni sonore viene stabilita una stretta correlazione che non è ammissibile; così per esempio vengono considerati equivalenti un tritono emesso dai corni nell'ottava del  $do^2$  e un tritono ottenuto dallo xilofono nell'ottava del  $do^5$  benchè, con tutta sicurezza, nella sfera delle sensazioni musicali questa equivalenza non sussista.

In analogia con il linguaggio abituale dell'ottica psicologica, vogliamo chiamare *valenza* di uno stimolo quella caratteristica dello stesso da cui dipende l'uguaglianza o la diversità della sensazione. Se stimoli obiettivamente diversi (la cui diversità sia cioè fisicamente misurabile) producono sensazioni uguali, si dirà che le valenze corrispondenti sono «condizionatamente uguali» e le sensazioni si chiameranno «metamere» (4).

Le valenze si possono rappresentare in uno spazio pluridimensionale assumendo come coordinate le loro componenti, per esempio ampiezze, frequenze, coordinate locali e temporali, ecc. Nello spazio delle valenze ad ogni sensazione corrisponde un luogo di sensazione. Questi luoghi non formano però un insieme continuo, ma sono invece separati da soglie di incremento. La struttura cellulare che ne risulta è il *campo metrico* delle valenze che, di regola, non è costante ma dipende dalla velocità di variazione degli stimoli (5). Così, per esempio, i suoni fisici *trascinano* il loro campo metrico per un ampio tratto e possono essere distinti solo se si succedono immediatamente l'uno all'altro (bibl. 12). Questo fenomeno si chiama *adattamento*. È ben noto l'adattamento delle cellule sensoriali a un diverso campo assoluto di sensibilità (bibl. 9, 11). Esso fa sì, per esempio, che un *fortissimo* che succeda immediatamente ad un *pianissimo* o ad una pausa venga sentito più intenso di quanto avverrebbe se seguisse a un *forte*.

Nella figura 1 è indicato schematicamente, secondo v. Békésy (bibl. 11, pag. 132) l'effetto dell'adattamento sull'intensità della sensazione per un attacco *mf* e successivo improvviso aumento, dopo due minuti, dell'intensità dello stimolo a *f*.

Per suoni isolati i luoghi delle valenze si possono distinguere solo grossolanamente. Se gli stimoli si succedono compatti nel tempo, la rete diventa più fitta, ma nello stesso tempo si contrae.

La struttura cellulare del campo delle valenze rende inefficaci le variazioni di stimolo minori della soglia di accrescimento. Non si può ottenere una gradualità fine a piacere nè per le altezze di tono nè per le intensità soggettive. Per esempio, con una intensità soggettiva di 80 Phon in tutto il campo di udibilità e per prestazioni successive, si possono distinguere soltanto poco più di 2000 gradazioni di altezza di tono, mentre ancor meno marcata è la capacità

(4) Il termine «metamero» è stato coniato da W. Oswald per indicare i colori che appaiono uguali ma hanno spettri di emissione diversi.

(5) Il numero delle qualità di sensazione distinguibili in una prestazione simultanea è molto più piccolo di quelle distinguibili in prestazioni temporalmente successive.

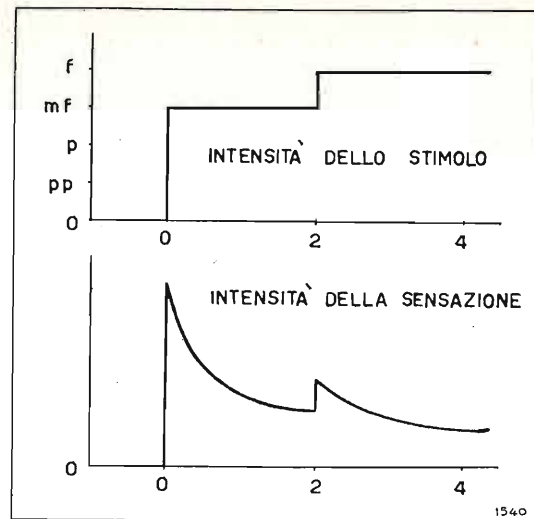


Fig. 1. — Andamento dell'intensità dello stimolo e della intensità di sensazione per un attacco *mf* e subitaneo aumento dell'intensità dello stimolo a *f* (schematico).

di distinzione delle variazioni di frequenza delle formanti. Nel caso più favorevole, cioè in quello delle vocali accentuate, la minima variazione percepibile della frequenza baricentrica di una formante è dell'ordine del 6%.

Le persone dotate del cosiddetto «udito assoluto» (absolute Gehör), oltre alla facoltà di percepire differenze di frequenza di prestazioni sonore successive, quando le due frequenze si succedono con un intervallo di tempo non molto grande, hanno anche quella di individuare l'altezza di note eseguite separatamente, così come sa fare per i toni cromatici un virtuoso del colore. Tra i 50 e i 450 Herz è possibile denominare con sicurezza più di 70 frequenze distanti l'una dall'altra di circa mezzo tono (bibl. 17); tuttavia l'osservatore sprovvisto dell'udito assoluto è capace di individuare soltanto cinque categorie di frequenze (bibl. 10).

### 3. Morfologia degli stimoli acustici.

#### a) CLASSIFICAZIONE DEGLI AVVENIMENTI SONORI.

Qualsiasi fenomeno sonoro è completamente individuato dall'andamento temporale e spaziale del suo *potenziale di velocità*; da esso si ricavano, come è noto, la *pressione sonora* differenziando rispetto al tempo e la *velocità di vibrazione* differenziando rispetto alle coordinate spaziali (bibl. 16). Benchè quest'ultima abbia molta importanza per la formazione di impressioni sonore plastiche, ci limiteremo nel seguito a considerare l'andamento della pressione sonora in un punto di osservazione fisso, considerando perciò tale pressione *p* funzione del solo tempo:

$$p = p(t).$$

I vari andamenti fisicamente possibili della pressione sonora possono essere classificati secondo i criteri più diversi; se però si vuole che tale classificazione abbia rapporti evidenti con le sensazioni sonore, si deve ricorrere a procedimenti di classificazione speciali che cerchino di simulare il meccanismo di analisi dei suoni da parte dell'orecchio, nei limiti delle conoscenze che di questo meccanismo si possiedono. Tale connessione dei procedimenti di classificazione mor-

fologica con lo stato momentaneo delle nostre conoscenze del meccanismo uditivo non è naturalmente molto comoda, poichè può darsi il caso che un procedimento, valido per un certo tempo, debba ad un certo punto essere abbandonato a seguito della acquisizione di nuove conoscenze fisio-psicologiche. È questa, tuttavia, una conseguenza inevitabile se non si vuole rinunciare completamente a dare uno sguardo approfondito all'essenza dei suoni e dei rumori.

#### b) L'ANALISI ARMONICA.

Il metodo di classificazione più elementare, da più lungo tempo noto e quasi esclusivamente impiegato nelle trattazioni scientifiche musicali, deriva dall'«analisi armonica». In termini matematici, esso consiste nella scomposizione di pressioni sonore periodiche in componenti sinusoidali («armoniche») le cui frequenze stanno fra loro come i numeri interi. Nell'aggettivo «periodico» è implicita la premessa per l'applicabilità del metodo: che il fenomeno oscillatorio abbia andamento esattamente uniforme e non abbia nè un principio nè una fine. L'analisi armonica è perciò un procedimento approssimato di classificazione dei fenomeni sonori, poichè in esso non appare esplicitamente il tempo, che dei fenomeni stessi è il parametro più essenziale. Sovente si sorvola questa importante restrizione e da ciò consegue l'impossibilità di mettere d'accordo i dati ricavati con le osservazioni di carattere psicologico-acustico.

#### c) L'ANALISI FREQUENZA-TEMPO.

L'analisi frequenza-tempo (cfr. appendice matematica) è invece assai soddisfacente dal punto di vista della concordanza fra i suoi risultati e le sensazioni uditive. Con essa si passa dalla serie di Fourier (analisi armonica) all'integrale di Fourier. Il risultato di un'analisi armonica è rappresentabile con un certo numero di ampiezze spettrali discrete e indipendenti dal tempo (spettro di linee) mentre lo spettro frequenza-tempo (abbr. FT) calcolato con l'integrale di Fourier è uno spettro continuo e, per di più, funzione del tempo. Di esso non si può dare, come per lo spettro di linee dell'analisi armonica, una rappresentazione a due dimensioni perchè le coordinate indipendenti sono tre: tempo, frequenza e ampiezza spettrale. Si deve perciò ricorrere ad una rappresentazione prospettica o mettere in evidenza la terza coordinata con qualche segno distintivo visibile (per esempio con un annerimento graduato, come si fa nei «sonogrammi» del procedimento noto sotto il nome di «Visible Speech» (bibl. 5). Nella figura 2 è riprodotto uno spettro FT in rappresentazione prospettica e in rappresentazione con annerimento.

Nella determinazione (analitica o mediante apparati) dello spettro FT si deve tener conto di un'altra essenzialissima circostanza. Mentre, cioè, un fenomeno sonoro periodico ammette una sola scomposizione armonica, in linea di principio un fenomeno aperiodico si può rappresentare con uno spettro FT in infiniti modi. Questa arbitrarietà dipende dal fatto che vi è un parametro, chiamato «intervallo di analisi» della composizione spettrale, che si può prefissare a piacere (bibl. 7). Quanto più è piccolo l'intervallo di analisi prestabilito, tanto più fine è la suddivisione temporale dello spettro e tanto più grossolana è, nello stesso tempo, la scomposizione spettrale. Infatti con un intervallo di analisi grande si ha una grosso-

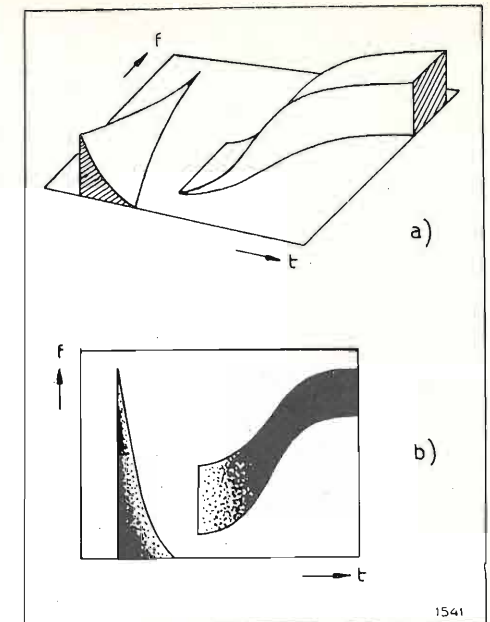


Fig. 2. — Spettro FT: a) rappresentazione prospettica; b) rappresentazione con annerimento.

lana localizzazione *temporale* del fenomeno ma si ottiene una decomposizione spettrale che mette in evidenza particolari più numerosi: la «selettività» è elevata. Il caso limite di un intervallo di analisi infinito che — per una scomposizione ottima delle frequenze — non consente più alcuna localizzazione temporale, non è altro che la già ricordata analisi armonica.

L'altro limite è quello di un intervallo di analisi infinitesimo, nel quale non ha addirittura più luogo alcuna decomposizione spettrale ma si ottiene una riproduzione fedele dell'andamento temporale della funzione pressione acustica: è questo il caso delle comuni registrazioni oscillografiche.

Questa relazione intrinseca fra le risoluzioni temporali e frequenziali di un fenomeno sonoro è conseguenza di una legge matematica che lega l'ampiezza  $\Delta t$  dell'intervallo di analisi all'ampiezza  $\Delta f$  delle più fini strutture frequenziali, che in matematica è nota sotto il nome di *disuguaglianza di Schwarz* e in fisica sotto quella di *relazione di indeterminazione*, ed è:

$$[1] \quad \Delta f \cdot \Delta t \geq 1.$$

### 4. Spettro FT e proprietà dell'orecchio.

La grandezza dell'intervallo di analisi ha importanza decisiva agli effetti del grado di concordanza tra lo spettro FT di un avvenimento sonoro e la corrispondente sensazione acustica.

Si sa, da numerose ricerche, che non è possibile distinguere gli stimoli sonori che si succedono in serie l'uno all'altro in un intervallo totale di tempo minore di 25 ms (6); così, per esempio, un'eco viene percepita soltanto se il suo tempo di transito è superiore a 25 ms. Solo per intervalli di tempo minori vale l'assioma, spesso malinteso, dell'insensibilità dell'orecchio alle fasi (bibl. 2).

Nelle registrazioni magnetiche su nastro eseguite alla velocità di 76,2 cm/s la «lunghezza critica» è perciò di 1,9 cm; tratti di nastro di lunghezza infe-

(6) Nella psicologia questo intervallo finito di tempo viene chiamato «densità di presenza».



riore possono essere riprodotti in un verso oppure in quello opposto senza che cambi la sensazione sonora.

L'indeterminazione di frequenza  $\Delta f \geq 40$  Hz che si ricava dalla [1] per un intervallo di analisi  $\Delta t = 25$  ms vale tuttavia solo per presentazioni simultanee. La soglia per suoni successivi nel caso di toni semplici e note, è di circa 0,5 Hz nella zona bassa del campo di udibilità e cresce con la frequenza (per 10 000 Hz ha il valore di 40 Hz); questi dati valgono per un livello di pressione sonora di 60 dB sopra la soglia di udibilità.

Il fatto, poi, che un osservatore possa effettivamente sentire tutte le finezze spettrali che matematicamente vengono messe in evidenza in un intervallo di 25 ms, dipende ancora in larga misura dalle sue capacità acustico-gnostiche, dalla direzione della sua attenzione e dalla sua familiarità con il fenomeno sonoro che gli è presentato. Per l'ascoltatore medio, dunque, la strutturazione frequenziale di un sonogramma deve essere considerata come un limite superiore della finezza di analisi, che in ogni caso è inutile superare (7).

I contenuti di percezione provocati da un dato andamento della pressione sonora non possono in genere, trattandosi di un fenomeno centrale, essere ricavati dalla rappresentazione spettrale matematica. Appare tuttavia sostenibile l'opinione di P. Schaeffer che gli intervalli di tempo minori di 0,1s forniscano la materia sonora mentre le forme sonore appaiono soltanto in intervalli più lunghi (bibl. 13).

Entra poi anche in gioco un altro punto di vista. L'orecchio possiede, è vero, in prima approssimazione le proprietà che gli vengono attribuite dall'analisi FT (8). Si verificano però singolarmente processi che tendono a turbare questo semplice quadro; così, specialmente, l'effetto di mascheramento che produce un indebolimento o addirittura una cancellazione degli intervalli spettrali meno intensi da parte di quelli più intensi.

Inoltre, contrariamente a quanto avviene per gli ordinari mezzi fisici di analisi, le proprietà analitiche dell'orecchio non sono invariabili col tempo. Se si esegue cioè una nota pura, dopo pochi secondi cessa la capacità di definirla, cioè, per esempio, di riconoscere in essa con sicurezza la vocale *o* o il suono di un oboe. Questo fenomeno veramente complicato, che probabilmente è riconducibile a processi centrali, è chiamato *fusione* (in tedesco: *Verschmelzung*) (9). Nella descrizione dei fenomeni conseguenti alla fusione si incontrano gravi ostacoli, poiché sono già sensibili influssi della personalità dell'ascoltatore.

È risultato poi che l'orecchio è capace di riconoscere in un fatto sonoro periodicità che non ven-

(7) Se le qualità di sensazione diverse di una prestazione « una tantum » rimangono mnesticamente disponibili, la ripetizione della prestazione può condurre ad una immagine più fine della struttura frequenziale-temporale.

(8) Pressappoco nel senso che due fenomeni che (per uguale intervallo di analisi) possiedono lo stesso spettro FT non possono essere distinti acusticamente l'uno dall'altro.

(9) È caratteristico l'esperimento seguente: si produca elettronicamente una vocale a due formanti, per esempio *o* ed *e* con l'aiuto di due filtri di formanti. Dopo un certo tempo la qualità vocale scompare e si sente soltanto una nota non individuabile. Se s'interrompe per breve tempo la nota e poi la si riattacca, si ripresenta di nuovo momentaneamente l'impressione della vocale. Se invece si stacca e attacca uno solo dei filtri di formante, l'impressione di vocale non si ottiene; la formante inclusa e esclusa si sente solo come una qualità isolata.

gono messe in evidenza dall'analisi FT (10). Sono stati perciò proposti altri procedimenti di analisi che invece della frequenza introducono altre grandezze ricavabili dal processo sonoro. Il relativo spettro rimane tridimensionale, cioè ha come coordinate, oltre alla nuova grandezza, la sua ampiezza e il tempo. Ricordiamo qui, fra questi metodi, l'analisi di fase (bibl. 3), l'analisi di espansione (bibl. 8) e l'analisi di correlazione (bibl. 1). Ciascuno aggiunge al quadro sinora abituale lineamenti nuovi che ben si accordano con le sensazioni sonore senza che si possa dire quale di essi sia da considerare più adatto. Vogliamo perciò cercare di svolgere le nostre considerazioni ulteriori per mezzo dello spettro FT che, per ora, è il metodo di rappresentazione meno controverso.

### 5. Note e rumori nel campo fisico e nel campo fisiologico.

Cominciamo perciò a tradurre sensatamente con uno spettro FT semplificato le definizioni di nota (fisica) e di rumore date nel paragrafo 1; per il calcolo, rimandiamo alla appendice matematica.

I toni, le note e i rumori sono processi stazionari; la loro struttura spettrale, se si sceglie un intervallo di analisi conveniente (dal punto di vista uditivo) è cioè praticamente indipendente dal tempo. Poiché l'intervallo di analisi è finito, non si hanno naturalmente linee spettrali nette, come nell'analisi armonica. Ciò vuol dire che possono essere ammesse certe deviazioni di posizione di tali poco nette linee spettrali senza che vari il carattere dello spettro; l'orecchio è tollerante. Una nota semplice con componenti di frequenze 300, 400 e 500 Hz rimane perciò nota semplice anche se queste frequenze vengono un po' alterate, per esempio in 306, 398 e 502 Hz. In verità la variazione viene avvertita, però non come se la nota divenisse impura, bensì come una fluttuazione di timbro. L'aggiunta di toni semplici fisici, cioè di oscillazioni sinusoidali, fornisce in genere — con stupore dei musicisti — un risultato del tutto diverso da quello che ci si attenderebbe dalla comune esperienza musicale con note pure (cioè con i fenomeni sonori prodotti dagli strumenti musicali tradizionali). Se cioè per l'esperienza poc'anzi ricordata si adoperano note pure invece di toni puri, le variazioni di frequenza indicate producono già un vivo effetto di raucedine. La ragione di questa diversità di comportamento dei toni e delle note sta in ciò, che nel caso delle note avvengono non solo fluttuazioni di timbro, che sono appena avvertibili, ma anche fluttuazioni di ampiezza che sono ben più nocive. Sempre con riferimento all'esempio sopra considerato, ciò vuol dire che la 4ª armonica di 306 Hz (1224 Hz) produce con la 3ª armonica di 398 Hz (1194 Hz) una fluttuazione di ampiezza, battimento, di frequenza  $1224 - 1194 = 30$  Hz che suscita un effetto di raucedine acustica molto sensibile. Il battimento, o fluttuazione di ampiezza, è tanto più sgradevole quanto più elevati sono i valori delle armoniche in contrasto (fig. 3). Ne consegue che le deviazioni dei rapporti di frequenza dai valori interi sono tanto più disturbanti quanto più le note adoperate sono ricche di armoniche. Una mescolanza

(10) Disconoscendo la realtà, si sono chiamate « soggettive » tutte le componenti sonore che non appaiono nell'analisi armonica. L'unica interpretazione ammissibile sarebbe stata invece quella di ritenere non adatto il procedimento di analisi adoperato.

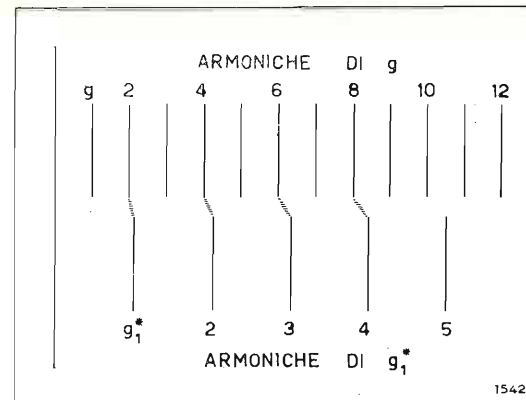


Fig. 3. — Fluttuazioni di ampiezza (tratteggiate) tra le armoniche di due note  $g$  e  $g_1$  ( $= g_1$  disaccordato).

di toni distanziati, le cui frequenze cioè differiscano almeno di 100 Hz, può riuscire strana ma mai appare roca o come affetta da rumore o « dissonante ». Perturbazioni dovute a toni di combinazione che si formano nell'orecchio compaiono soltanto quando l'intensità è superiore a 80 Phon circa.

D'altro canto accordi di due o tre suoni temperati, che secondo l'ordinaria designazione musicale dovrebbero essere considerati « consonanti » producono spesso un effetto assai sgradevole se si sopprimono le note più basse.

Quando si eseguono contemporaneamente due toni semplici (cioè oscillazioni sinusoidali) di intensità non eccessiva, si avvertono in particolare le seguenti sensazioni: se la differenza di frequenza è minore di 15 Hz circa (valore che diventa doppio o triplo nella zona superiore del campo di udibilità) si odono fluttuazioni di ampiezza, o battimenti. Le sensazioni sonore suppletive da ciò derivanti si possono approssimativamente delimitare come segue: « tintinnii » (ottave del  $do^5$  e del  $do^6$ ), « cinguettii » (ottava del  $do^7$ ), « pigolii » (ottava del  $do^8$ ). Per una differenza di frequenza maggiore si ha una specie di « brontolio » e, al disopra della ottava del  $do^5$ , un « ronzio metallico ». Da questo campo di sensazione si passa con continuità alla sensazione di terza minore, appena il rapporto fra le frequenze si avvicina a  $5/6$ ; perciò l'intervallo di gorgoglio per le frequenze alte è maggiore che per le basse. Giova qui notare che, contrariamente a quanto sostenuto dalla maggior parte delle teorie sugli intervalli sinora proposte, è molto probabile che il carattere di un intervallo musicale (terza, quinta, sesta) non dipenda dai toni differenziali « soggettivi », bensì dalla capacità dell'orecchio di percepire le periodicità come una speciale qualità dei suoni.

Da ciò consegue che l'usuale distinzione tra toni parziali « armonici » e « disarmonici » e tra rapporti di frequenze « razionali » e « irrazionali » diventa priva di oggetto quando non entrino in gioco fluttuazioni di ampiezza.

La somma di due o più oscillazioni sinusoidali le cui frequenze siano tutte comprese nell'intervallo  $\Delta f$  si distingue, come si è detto, da un tono semplice soltanto per la modulazione regolare o irregolare di frequenza o di ampiezza. La sensazione sonora continua ad essere quella di tono semplice. Se invece le frequenze delle componenti sinusoidali molto vicine l'una all'altra sono distribuite in un campo di frequenze connesso notevolmente più grande dell'intervallo di frequenza  $\Delta f$  dell'orecchio, il tono o la nota

assumono carattere di rumore. L'altezza di tono di questo rumore rimane nondimeno così chiaramente riconoscibile che esso può essere adoperato per comporre melodie. È risultato che per la composizione di melodie si possono utilizzare appieno rumori il cui intervallo di frequenza non sia sostanzialmente superiore ad una terza maggiore. Non fa differenza alcuna, né fisica né psicologica, che il rumore sia ottenuto addittivamente componendo singole oscillazioni sinusoidali abbastanza vicine l'una all'altra, oppure selettivamente, mediante filtri, da un rumore a larga banda (per es.: un rumore bianco); nei due casi si hanno sensazioni metamere. Da ciò, inversamente, consegue che un filtro a banda passante abbastanza stretta (meno di 20 Hz) può servire a ricavare un tono semplice da un rumore bianco. Le fluttuazioni di frequenza e di ampiezza che si osserverebbero sull'oscillogramma del corrispondente fenomeno oscillatorio si succedono a intervalli di tempo maggiori di 50 ms; esse, quindi, non alterano il carattere del tono.

### NOTE FISICHE PURE SENZA TONO FONDAMENTALE.

I mezzi sonori elettronici consentono di generare suoni difficilmente realizzabili per via meccanico-acustica. Uno dei mezzi più semplici, e sonoramente più efficaci, è il filtraggio di un suono, per esempio con un filtro di terza o di ottava. Come suono di partenza il più adatto è una nota molto ricca di armoniche superiori, come una successione periodica di impulsi o un'oscillazione a denti di sega.

Dal suono così filtrato si ottiene, con particolare evidenza, un fenomeno di sensazione che per lo più rimane inosservato negli strumenti musicali tradizionali, sebbene anche con questi esso possa essere in vari casi provato.

Avviene cioè che una nota che abbia attraversato un filtro di terza o di ottava possieda simultaneamente due altezze completamente diverse. Una altezza (il « tono residuo ») corrisponde alla frequenza fondamentale del materiale originario (per es.: la frequenza di successione degli impulsi), mentre l'altra altezza (il « tono formante ») è determinato dalla banda passante del filtro. Se perciò attraverso un filtro di terza avente una banda passante che vada da circa 2250 a 2850 Hz si manda una successione di impulsi di frequenza fondamentale 440 Hz ( $la^3$ ) si percepisce un suono che ha, contemporaneamente, le qualità di un  $la^3$  e di un  $la^6$  (2640 Hz, la più forte armonica del suono filtrato); appare predominante l'una o l'altra delle due altezze, secondo il contesto musicale.

È molto difficile dire quale è il registro di tali suoni filtrati a doppio aspetto. Anche in questo sono decisivi i rapporti musicali. Particolarmente degno di nota è l'effetto di accordo in una successione all'unisono di suoni filtrati; l'ascoltatore non prevenuto è facilmente portato ad attribuirlo a un carattere di modo maggiore o minore.

### 6. Fenomeni non stazionari.

Consideriamo ora i toni semplici che subiscano improvvise variazioni di ampiezza o di frequenza o di fase. L'ipotesi, che pur apparirebbe ovvia, che un tono semplice susciti una sensazione di tono semplice anche se la sua ampiezza o la sua fase o la sua frequenza vari improvvisamente, è inesatta. Un tono semplice che abbia all'istante  $t = 0$  inizio improvviso



(cioè senza transitorio fisico) e che duri poi, per esempio per 1/10 s, con intensità inmutata (fig. 4a) non ha uno spettro FT come quello di figura 4b, come anche in relazione al processo di formazione del suono a prima vista si potrebbe pensare, bensì come quello della figura 4c. L'improvviso inizio e l'improvvisa cessazione del treno di oscillazioni producono un notevole allargamento dello spettro FT, a cui corrisponde una sensazione uditiva di *crac* (fenomeno transitorio fisiologico). Il crac finale è

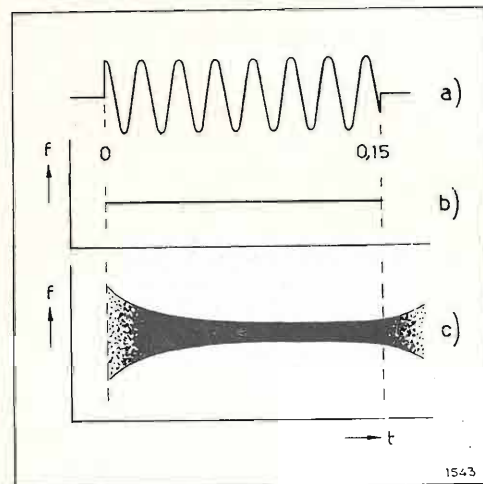


Fig. 4. — Tono breve: a) oscillogramma; b) schema di produzione e spettro FT presunto; c) spettro FT vero (semplificato).

generalmente più debole di quello iniziale per effetto del mascheramento da parte della precedente parte stazionaria del tono e per la cancellazione dovuta alla riverberazione dell'ambiente.

Deve passare dunque un certo tempo dalla inserzione di un tono semplice prima che si possa con sicurezza riconoscerne l'altezza<sup>(11)</sup>. Questo tempo, corrispondente alla definizione di «soglia di riconoscimento» consumerà una parte più o meno grande dell'intervallo di analisi. Da ricerche in proposito, dovute specialmente a K. Schubert (bibl. 14), risulta che solo in un campo di frequenze medie, attorno a 2000 Hz, si può contare su un intervallo di analisi costante. La larghezza dell'intervallo cresce sia per le frequenze più alte sia per quelle più basse. La tabella seguente (secondo Schubert) dà per diverse frequenze di un tono semplice la durata necessaria per il riconoscimento; si tratta di valori medi perchè si ha, da un osservatore all'altro, una considerevole dispersione.

Frequenza	100	200	500	1000	1000	3000	4000	6000	Hz
Durata	45	30	26	20	13	14	14	18	ms

Le considerazioni precedenti si possono facilmente estendere a qualunque avvenimento sonoro. Accade cioè che da qualsiasi improvvisa variazione di un parametro di una oscillazione (per es.: ampiezza, frequenza, fase) consegue un allargamento dello spettro FT, di misura tanto maggiore quanto più repentino è il passaggio da una condizione di oscillazione ad un'altra. Si ha quindi un effetto che può andare dal divenire indistinta l'altezza al divenire rumoroso il suono.

<sup>(11)</sup> Un «tono puro breve» come sostiene G. A. Miller, è una contraddizione in termini. Un tono breve non può essere puro e un tono puro non può essere breve.

Se si vuole ridurre la quota di rumore occorre fare in modo che il passaggio sia graduale. Nei montaggi di nastro magnetico, per esempio, si tagliano i nastri obliquamente anzichè perpendicolarmente ai bordi. Il crac dovuto a inserzione elettrica di toni o di note si elimina mediante speciali elementi di circuito che limitano la velocità di aumento dell'ampiezza dell'oscillazione. Se si fa passare un fenomeno che comincia e cessa bruscamente attraverso un filtro la cui banda passante sia più stretta dello spettro del suono che risulta allargato a causa dell'improvvisa variazione di ampiezza, i transienti iniziale e finale vengono fisicamente soppressi; allora le sensazioni di tono e di nota cominciano e cessano morbidamente.

Rimane da chiarire con quale rapidità può variare un parametro del fenomeno oscillatorio senza che si abbia un effetto apprezzabile di indistinzione o di formazione di rumore. A tale quesito ha dato risposta O. Sala (bibl. 12) nel caso di variazioni di ampiezza di toni semplici. Se si adotta come misura della velocità di variazione dell'ampiezza il *decremento logaritmico*  $\Delta$ <sup>(12)</sup>, si ha che per  $\Delta = 0,23$  è ancora possibile giudicare con sicurezza l'altezza di tono, mentre per  $\Delta = 0,96$  è possibile soltanto dare giudizi imprecisi dell'altezza stessa.

## 7. Schema di produzione e spettro.

Le precedenti considerazioni sui fenomeni transitori fisiologici e le corrispondenti sensazioni di toni e di note ci conducono in un campo di importanza decisiva per la generazione elettrica dei suoni: la relazione fra il materiale registrato su nastro secondo i piani (partitura, copione) del compositore e lo spettro FT del materiale stesso. Solo lo spettro FT ha infatti rapporto immediato con le sensazioni sonore.

Sia il materiale sia il suo spettro possono essere rappresentati con riferimento ad un sistema piano di coordinate se le ampiezze vengono caratterizzate con annerimenti (fig. 2b). Esiste, è vero, una simile possibilità di rappresentazione anche per l'andamento temporale delle sensazioni e delle percezioni, cioè del correlato psichico di uno spettro FT. Ma poichè, per la natura stessa delle cose, di questa possibilità si può dare solo una idea molto vaga, noi ci limiteremo ad esaminare i rapporti, che si possono formulare matematicamente in modo univoco, fra lo schema di produzione di una composizione, cioè la «partitura» scritta intesa nel senso più generico, e lo spettro FT che consente di descrivere adeguatamente lo schema stesso, una volta fissato un determinato intervallo.

Le relazioni più importanti verranno illustrate con l'aiuto di alcuni esempi; per la formulazione matematica si rimanda all'appendice apposita.

1. — Nella figura 4 si è già mostrato quale sia l'immagine spettrale di un fenomeno sinusoidale che cominci e cessi bruscamente. Se si fanno succedere

<sup>(12)</sup> Se si indicano con  $a_1$  ed  $a_2$  due ampiezze di oscillazioni che si succedono nella stessa direzione, si ha:

$$\Delta = \ln (a_1/a_2).$$

Ad una variazione continua di ampiezza di  $A$  dB/sec. corrisponde un decremento logaritmico:

$$\Delta = 0,115 A/f$$

( $f$  frequenza dell'oscillazione).

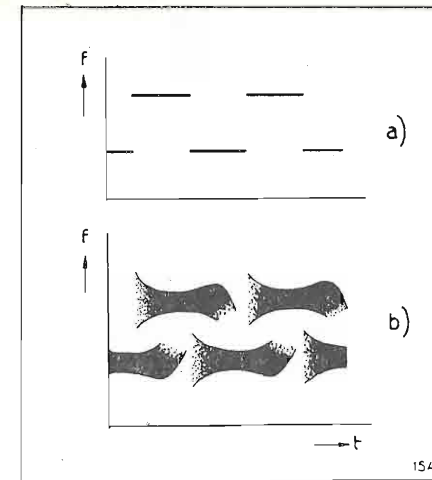


Fig. 5. — Tono alternato (tremolo): a) schema di produzione, b) spettro FT (semplificato).

rapidamente l'uno all'altro (fig. 5), due fenomeni sinusoidali di frequenze diverse (modulazione di frequenza, tremolo), per esempio con un commutatore elettronico, il fatto si percepisce tanto più nettamente quanto più la frequenza di successione supera l'intervallo caratteristico di frequenza dell'orecchio. Lo stesso avviene quando la frequenza è fissa ma si hanno variazioni periodiche di ampiezza (modulazione di ampiezza, vibrato). Le modulazioni di ampiezza e di frequenza possono quindi servire a rendere i suoni diffusi in frequenza. Se la frequenza di modulazione è più elevata della cosiddetta «frequenza limite di fase» le sensazioni prodotte dalla modulazione di ampiezza e di frequenza con piccolo grado di modulazione sono metamere. La frequenza limite di fase, come risulta dalle ricerche di E. Zwicker (bibl. 18) dipende all'incirca nel seguente modo dalla frequenza media (frequenza portante) dell'oscillazione sinusoidale modulata:

Frequenza portante	60	250	1000	4000	8000	Hz
Frequenza limite di fase	30	40	80	400	1000	Hz

2. — Lo spettro FT di un fenomeno sinusoidale la cui frequenza vari rapidamente ma con continuità (glissando) non riproduce affatto fedelmente l'andamento della frequenza di oscillazione. Anche in questo caso si ha piuttosto una gamma di frequenza indistinta, rumorosa. Se si fa aumentare o diminuire la frequenza abbastanza rapidamente, si ottiene come risultato un crac. Lo stesso avviene quando dallo spettro FT del tono glissante si separa per filtraggio solo un intervallo ristretto di frequenze (al massimo di circa un'ottava). Se la gamma del filtro è bassa (per esempio da 75 a 150 Hz) un tono glissante in diminuzione suona come un colpo cupo.

3. — Se si taglia un pezzetto di nastro magnetico su cui sia stata registrata un'oscillazione sinusoidale e se ne incollano assieme i due estremi, si ha di regola un salto di fase in conseguenza del quale nel punto di giunzione lo spettro si allarga e produce una sensazione di rumore.

## 8. L'influenza dell'acustica dell'ambiente.

Se le composizioni elettroniche non vengono ascoltate in cuffia ovvero in un ambiente completamente

assorbente, si ha una *indeterminazione temporale supplementare* la cui misura dipende dalle caratteristiche acustiche dell'ambiente in cui avviene la riproduzione. Così per esempio la riverberazione rende indeterminati tutti i passaggi repentini effettuati con intensità sonora (soggettiva) costante o in diminuzione, in misura tanto più grande quanto più elevato è il tempo di riverberazione.

Il mezzo adatto a spogliare una nota generata elettronicamente della sua rigidità tecnica e mantenerla *diffusa* nella coordinata tempo, è lo smorzamento graduale naturale o artificiale. Finchè si tratta di fenomeni che hanno una struttura timbrica oltre che dinamica, l'indeterminazione *temporale* produce una *indeterminazione di frequenza* e quindi una sensazione di rumore. Lo smorzamento può quindi anche servire a convertire note in rumori.

## 9. Compressione ed espansione di frequenza.

Un metodo fra i più singolari per ottenere speciali effetti nella composizione elettronica con registrazione su nastro magnetico è quello che consiste nel diminuire o nell'aumentare la velocità del nastro. Se la velocità del nastro viene aumentata moltiplicandola per un fattore  $\gamma$ , tutte le frequenze aumentano nella stessa proporzione<sup>(13)</sup>, mentre la durata del fenomeno sonoro registrato si riduce secondo il fattore  $1/\gamma$ . Se si diminuisce invece la velocità del nastro si ha l'effetto opposto.

Tuttavia lo spettro FT non varia affatto in maniera altrettanto semplice poichè l'intervallo di analisi dell'orecchio è invariante rispetto a tutte le trasformazioni di tempo e di frequenza. Ad una compressione o espansione di frequenza corrispondono variazioni di sensazione che vanno al di là dell'effetto di una pura e semplice trasposizione di frequenza o variazione di *tempo*, nel senso musicale di tali termini. Per esempio, l'aumento della velocità del nastro non fa soltanto aumentare il valore delle frequenze e diminuire la durata della composizione, ma produce anche una accentuazione più forte delle componenti di rumore e un aumento di fusione. Perciò con un aumento della velocità del nastro si possono rendere stazionari processi non stazionari a carattere ritmico, cosicchè essi producano sensazioni di rumore non più ritmicamente differenziate. Aumentando adeguatamente la velocità del nastro si possono, infine, convertire quasi tutti i fenomeni sonori in un rumore cinguettante. Inversamente, se si diminuisce la velocità del nastro, i toni, le note e i rumori stazionari si decompongono in fenomeni isolati non stazionari, poichè l'intervallo di analisi dell'orecchio non è sufficientemente grande per formare un valore medio indipendente dal tempo dei singoli avvenimenti.

## 10. Lo spettro nel mixaggio moltiplicativo.

Un'ordinaria partitura contiene sempre sottinteso l'avvertimento: «Le voci segnate devono essere sovrapposte l'una all'altra; cioè devono essere unite assieme con pura e semplice addizione». Gli strumenti musicali acustici senza dubbio non consentono altra forma di associazione. Invece in una partitura «elet-

<sup>(13)</sup> Gli intervalli musicali (terza, quarta, ottava, ecc.) rimangono conservati.



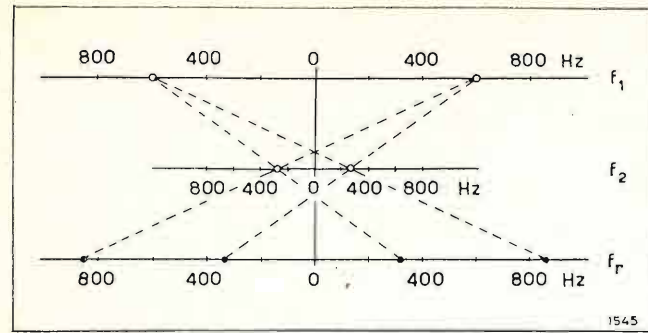


Fig. 6. — Nomogramma per la determinazione delle frequenze risultanti dal mixaggio moltiplicativo di due toni.

tronica» si possono pretendere collegamenti arbitrari fra le voci registrate, purchè attuabili con i mezzi della tecnica delle telecomunicazioni. Se per esempio la prescrizione del compositore dice «mescolare moltiplicativamente la voce 3 con la voce 5», in essa è contenuto l'ordine per il tecnico dei suoni di combinare le due voci con un adatto procedimento di mixaggio moltiplicativo (per es.: con un modulatore ad anello).

L'effetto sonoro di questo mixaggio moltiplicativo non si può tuttavia dedurre immediatamente dalla partitura; si può ricavarlo soltanto attraverso lo spettro FT. A questo punto vogliamo descrivere un procedimento grafico di facile maneggio pratico con cui è possibile senza alcun calcolo costruire un'immagine dello spettro di forme oscillatorie semplici mescolate moltiplicativamente (bibl. 6).

Si abbiano due oscillazioni sinusoidali stazionarie di 600 e 240 Hz, rispettivamente. Domanda: Quali sono le frequenze che si ottengono con la mescolanza moltiplicativa di queste due oscillazioni? Cominciamo col segnare i valori di 600 e 240 Hz rispettivamente sulla scala  $f_1$  (prima frequenza) e sulla scala  $f_2$  (seconda frequenza) del nomogramma riprodotto in figura 6, ciascuno due volte, a sinistra e a destra, poichè le scale hanno graduazione simmetrica. Congiungiamo poi i quattro punti segnati con linee rette prolungate fino a intersecare la scala  $f_r$  (frequenza risultante). Su quest'ultima scala leggiamo, come risultato, che le due frequenze originarie sono scomparse dando luogo a due frequenze nuove: 360 e 840 Hz. In verità a questo risultato si sarebbe arrivati con uguale facilità col calcolo; e cioè  $840 \text{ Hz} = 600 \text{ Hz} + 240 \text{ Hz}$  è la *frequenza somma*,  $360 \text{ Hz} = 600 \text{ Hz} - 240 \text{ Hz}$  è la *frequenza differenza* delle due componenti. Il vantaggio del metodo grafico si rivela tuttavia quando entrano in gioco miscugli di toni o note. La figura 7 dà un esempio di mixaggio

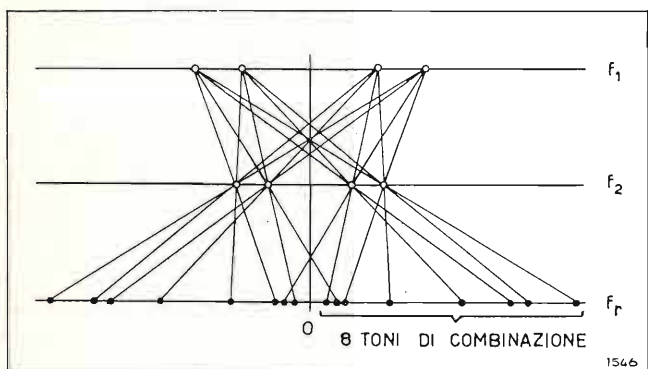


Fig. 7. — Nomogramma del mixaggio moltiplicativo di due mescolanze di toni, ciascuna di due componenti.

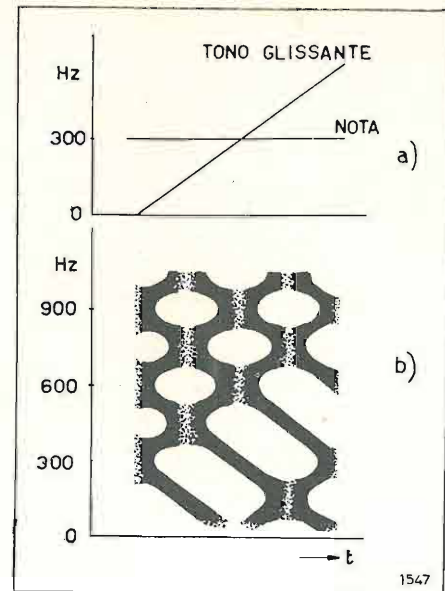


Fig. 8. — Mixaggio moltiplicativo di una nota stazionaria con un tono glissante: a) schena di produzione; b) spettro (semplificato).

moltiplicativo di due miscugli di toni, ciascuno costituito da due componenti. Se si ha cura di tracciare tutte le possibili rette congiungenti è pressochè esclusa la eventualità di errori in cui invece facilmente si può incorrere col calcolo.

Il mixaggio moltiplicativo di due note o di un tono puro con una nota fornisce, di regola, un miscuglio di toni difficilmente valutabile a prima vista. Si arriva tuttavia a suoni di notevole e straordinaria struttura spettrale scegliendo le frequenze fondamentali (prime armoniche) dei suoni da mescolare in rapporto *razionale*. Nella tabella allegata sono segnate le armoniche dell'oscillazione risultante ottenute con i valori razionali più bassi (1 : 2, 1 : 3, 2 : 3, ecc.) dei rapporti di frequenza, nella ipotesi che una oscillazione sinusoidale di frequenza  $f_1$  venga mescolata moltiplicativamente con una oscillazione di frequenza fondamentale  $f_2$  accompagnata da tutte le sue armoniche, nessuna esclusa. Il rapporto fra le frequenze  $\alpha = f_1/f_2$  deve essere, in base alla premessa, razionale cioè espresso da una frazione (ridotta ai minimi termini)  $\alpha = m/n$  ( $m$  ed  $n$  interi). La frequenza fondamentale dell'oscillazione risultante, cioè quella della sua periodicità e non la più bassa componente di Fourier, è allora uguale a  $f_1/m$  ovvero a  $f_2/n$  e si hanno soltanto armoniche di ordine:

$$h = [kn \pm m] \quad (k = 1, 2, 3, 4, \dots)$$

Se la nota resta costante, per esempio con frequenza fondamentale di 300 Hz, mentre il tono percorre «glissando» tutte le frequenze partendo da 0, lo spettro FT del prodotto delle due oscillazioni mostra un tessuto di componenti che si incrociano (fig. 8). Quanto più il «glissando» è rapido, tanto più il risultato si avvicina a un rumore.

Il mixaggio moltiplicativo di un tono semplice con un rumore filtrato si può valutare altrettanto facilmente mediante un nomogramma (fig. 9). Basta segnare in modo del tutto schematico il rumore come una banda spettrale larga senza strutture interne. Dal mixaggio consegue un raddoppiamento del numero delle bande del rumore assieme ad una trasposizione di frequenza. Non si presentano difficoltà se la banda di rumore, per effetto della trasposizione,

TABELLA DELLE ARMONICHE OTTENUTE MIXANDO MOLTIPLICATIVAMENTE UN TONO SEMPLICE CON UNA NOTA

Rapporto di frequenza	Intervallo musicale (rispetto al tono semplice)	Compaiono soltanto le armoniche dei seguenti ordini														
		Frequenza del tono semplice minore di quella della fondamentale della nota														
1 : 2	Ottava (in alto)	1		3	5	7	9	11	13	15						
1 : 3	Duodecima »		2	4	5	7	8	10	11	13	14					
2 : 3	Quinta »	1		4	5	7	8	10	11	13	14					
1 : 4	Doppia ottava »			3	5	7	9	11	13	15						
3 : 4	Quarta »	1			5	7	9	11	13	15						
2 : 5	Decima »			3		7	8			12	13					
3 : 5	Sesta maggiore »		2			7	8			12	13					
4 : 5	Terza maggiore »	1				6		9	11			14				
		Frequenza del tono semplice maggiore della frequenza fondamentale della nota														
2 : 1	Ottava (in basso)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3 : 1	Duodecima »	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3 : 2	Quinta »	1		3	5	7		9		11		13		15		
4 : 3	Quarta »	1	2		5	7	8		10	11		13	14			

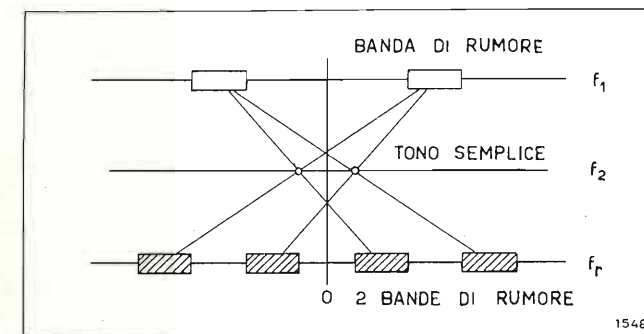


Fig. 9. — Nomogramma del mixaggio moltiplicativo di rumori filtrati con un tono semplice.

non si avvicina troppo all'origine delle frequenze o addirittura la supera, cioè fino a che la frequenza del tono non cade nell'intervallo di frequenze del rumore. Queste considerazioni semplificate non valgono più quando si ha una sovrapposizione delle bande di rumore.

Col mixaggio moltiplicativo del rumore con un tono scivolante, si ottiene un rumore scivolante (ululato) con due campi spettrali, uno dei quali può essere eliminato con un filtro.

Il mixaggio moltiplicativo di due bande di rumore conduce a risultati analoghi fino a che non interviene una sovrapposizione delle bande risultanti. Queste, tuttavia, anche se non si ha sovrapposizione, diventano più larghe delle bande di rumore originarie.

#### APPENDICE MATEMATICA

Per ottenere una rappresentazione concreta dell'analisi FT, immaginiamo che il fenomeno oscillatorio elettrico da analizzare  $F(t)$  sia distribuito contempo-

raneamente su una serie di filtri di banda le cui bande passanti si sovrappongono un poco l'una all'altra. La larghezza delle bande passanti sia costante e venga indicata con  $\Delta f$ ; i punti di massimo passaggio dei singoli filtri, cioè le frequenze di analisi ad essi corrispondenti, siano  $f_1, f_2, \dots, f_k, \dots$  ecc. La grandezza dell'intervallo di analisi è, secondo l'equazione [1], obbligatoriamente determinata dalla larghezza di banda del filtro. Se la tensione  $F(t)$  viene applicata all'entrata del filtro che ha la frequenza di analisi  $f_k$ , essa subisce una trasformazione tale che nella tensione di uscita  $E(t)$  sono contenute, sostanzialmente, solo frequenze vicine a  $f_k$ . Matematicamente questa trasformazione è descritta dall'integrale seguente:

$$[A 1] \quad E_{fk}(t) = \int_{-\infty}^t F(\tau) H(t - \tau) \sin 2\pi f_k (t - \tau) d\tau,$$

dove la funzione  $H$  caratterizza indirettamente l'andamento della trasparenza del filtro e perciò la sua larghezza di banda e viene chiamata *funzione di sistema* del filtro. Per accordare la funzione di sistema con le caratteristiche misurate dell'orecchio si adotta per essa, opportunamente, una espressione esponenziale

$$[A 2] \quad H(t - \tau) = \begin{cases} \Delta t \cdot e^{-(t-\tau)/\Delta t} & \text{per } t > \tau \\ 0 & \text{per } t < \tau \end{cases}$$

Come si è detto nel paragrafo 4, l'intervallo di analisi  $\Delta t$  ha la lunghezza di circa 25 ms.

La funzione oscillatoria  $E_{fk}(t)$  espressa dalla equazione [A 1] contiene come variabile il tempo  $t$  e come parametro la frequenza di analisi  $f_k$ . Se si immagina ora che il numero di filtri che ricoprono l'intervallo di udibilità aumenti indefinitamente e che, corrispondentemente, i filtri stessi si succedano sempre



BIBLIOGRAFIA

- 1 - BENNETT W. R.: *The correlatograph. A machine for continuous display of short term correlation*, « Bell Syst. Techn. J. », 32 (1953), 1173-1185.
- 2 - GABOR D.: *Problems of speech analysis*. U. R. S. I. Xth General Assambly Sydney 1952, Doc. N. 314, Comm. VI.
- 3 - HUGGINS W. H.: *A phase principle for complex-frequency analysis, and its implications in auditory theory*, « J. Acoust. Soc. Amer. », 24 (1952), 582-589.
- 4 - IMAHORI K.: *Analysis of varying sounds*, « J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. », Ser. II, 3 (1940), 57-90, 3 (1941), 103-126.
- 5 - KOENIG W., K. H. DUNN, I. Y. LACY: *The sound spectrograph*, « J. Acoust. Soc. Amer. », 18 (1946), 19-49.
- 6 - MEYER-EPPLER W.: *Ein Abtastverfahren zur Darstellung von Ausgleichsvorgängen und nichtlinearen Verzerrungen*, « A. E. Ü. », 2 (1948), 1-14.
- 7 - ID.: *Experimentelle Schwingungsanalyse*, « Erg. d. ex. Naturwiss », 23 (1950), 53-126.
- 8 - ID.: *Die Exhaustions-Schwingungsanalyse und ihre Beziehung zur Theorie des Hörens*, « Phys. Bl. », 7 (1951), 355-361.
- 9 - MICHELS W. C., H. HELSON: *Man as a meter*, « Physics Today », 6 (Aug. 1953), 4-7.
- 10 - POLLACK I.: *The information of elementary auditory displays*, « J. Acoust. Soc. Amer. », 24 (1952), 745-749.
- 11 - RANKE O. F., H. LULLIES: *Gehör - Stimme - Sprache*, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1953 (Springer-Verlag).
- 12 - SALA O.: *Psycho-physische Konsequenzen elektro-akustischer Klangsynthesen*, « Frequenz », 5 (1951), 13-20.
- 13 - SCHAEFFER P.: *A la recherche d'une musique concrète*, Paris, 1952 (Éditions du Seuil).
- 14 - SCHUBERT K.: *Ueber die Prüfung des Tonhöhenunterscheidungsvermögens*, « Arch. Ohr- usw. Heilk. u. Z. Halsusw. Heilk », 159 (1951), 339-354.
- 15 - SKUDRZYK E.: *Die Bedeutung der Ausgleichsvorgänge für Musik und Tonübertragung*, « E. u. M. », 67 (1950), H. 9 u. 10.
- 16 - TRENDELENBURG F.: *Einführung in die Akustik*. 2. Aufl. Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1950 (Springer-Verlag).
- 17 - WARD W. D.: *Information and absolute pitch*, « J. Acoust. Soc. Amer. », 25 (1953), 833.
- 18 - ZWICKER E.: *Die Grenzen der Hörbarkeit der Amplitudenmodulation und der Frequenzmodulation eines Tones*. « Acustica », 2 (1952), AB 125-AB 133.

più fittamente l'uno all'altro, si avrà un filtro per una qualunque frequenza di analisi cosicché, al posto della tensione di uscita discreta  $E_{fk}(t)$  se ne otterrà una continua  $E(f, t)$ . Questo continuo è lo spettro frequenza-tempo del fenomeno  $F(t)$ . Pertanto generalizzeremo la [A 1] tenendo conto della [A 2] nella:

$$E(f, t) = \Delta t \int_{-\infty}^t F(\tau) e^{i(\tau-t)/\Delta t} \cdot \sin 2\pi f(t-\tau) d\tau =$$

$$[A 3] = \Delta t \cdot \sin 2\pi ft \int_{-\infty}^t F(\tau) e^{i(\tau-t)/\Delta t} \cdot \cos 2\pi f\tau d\tau -$$

$$- \Delta t \cdot \cos 2\pi ft \int_{-\infty}^t F(\tau) e^{i(\tau-t)/\Delta t} \cdot \sin 2\pi f\tau d\tau.$$

Se adottiamo per gli integrali del secondo membro le abbreviazioni:

$$[A 4] f_c(f, t) = \int_{-\infty}^t F(\tau) e^{i(\tau-t)/\Delta t} \cdot \cos 2\pi f\tau d\tau,$$

e

$$[A 5] f_s(f, t) = \int_{-\infty}^t F(\tau) e^{i(\tau-t)/\Delta t} \cdot \sin 2\pi f\tau d\tau,$$

la [A 3] si semplificherà nel modo seguente:

$$[A 6] E(f, t) =$$

$$= \sqrt{f_c^2(f, t) + f_s^2(f, t)} \cdot \sin \left( 2\pi ft - \arctan \frac{f_s(f, t)}{f_c(f, t)} \right) =$$

$$= f(f, t) \sin [2\pi ft - \psi(f, t)],$$

cioè lo spettro  $FT$  completo rappresenta, rispetto alla coordinata tempo, un'oscillazione modulata di ampiezza e di fase (bibl. 7).

Se si mette in evidenza l'« oscillazione portante » la cui frequenza è quella di analisi, lo spettro  $FT$  si può rappresentare con una curva involuppo complessa:

$$[A 7] f(f, t) = f(f, t) e^{i\psi(f, t)}.$$

Per i nostri scopi basta tener conto del suo modulo, cioè della funzione  $f(f, t)$ , come si è fatto nelle figure da 2 a 5. Questa rappresentazione si può chiamare « spettro  $FT$  semplificato ».

(282)

Un'importante novità della

**EDIZIONI RADIO ITALIANA**

Autori vari - **CESARE NEL BIMILLENARIO DELLA MORTE**

Quest'opera, che raccoglie le monografie di illustri storici italiani e stranieri trasmesse dalla « Radiotelevisione Italiana » per commemorare il bimillenario delle Idi di marzo, può considerarsi un aggiornamento di primissimo ordine non solo sugli studi intorno a Cesare, ma anche su uno dei periodi più interessanti della storia romana, quello della fine della Repubblica.

L. 900

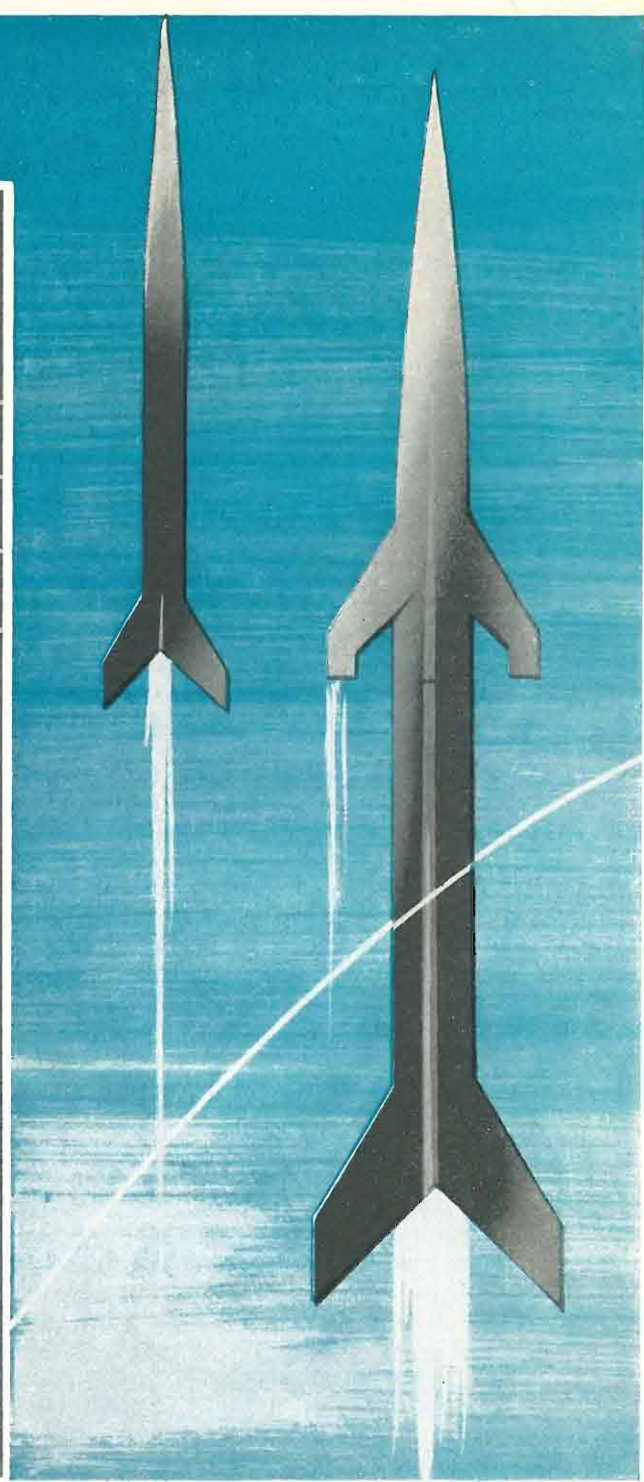
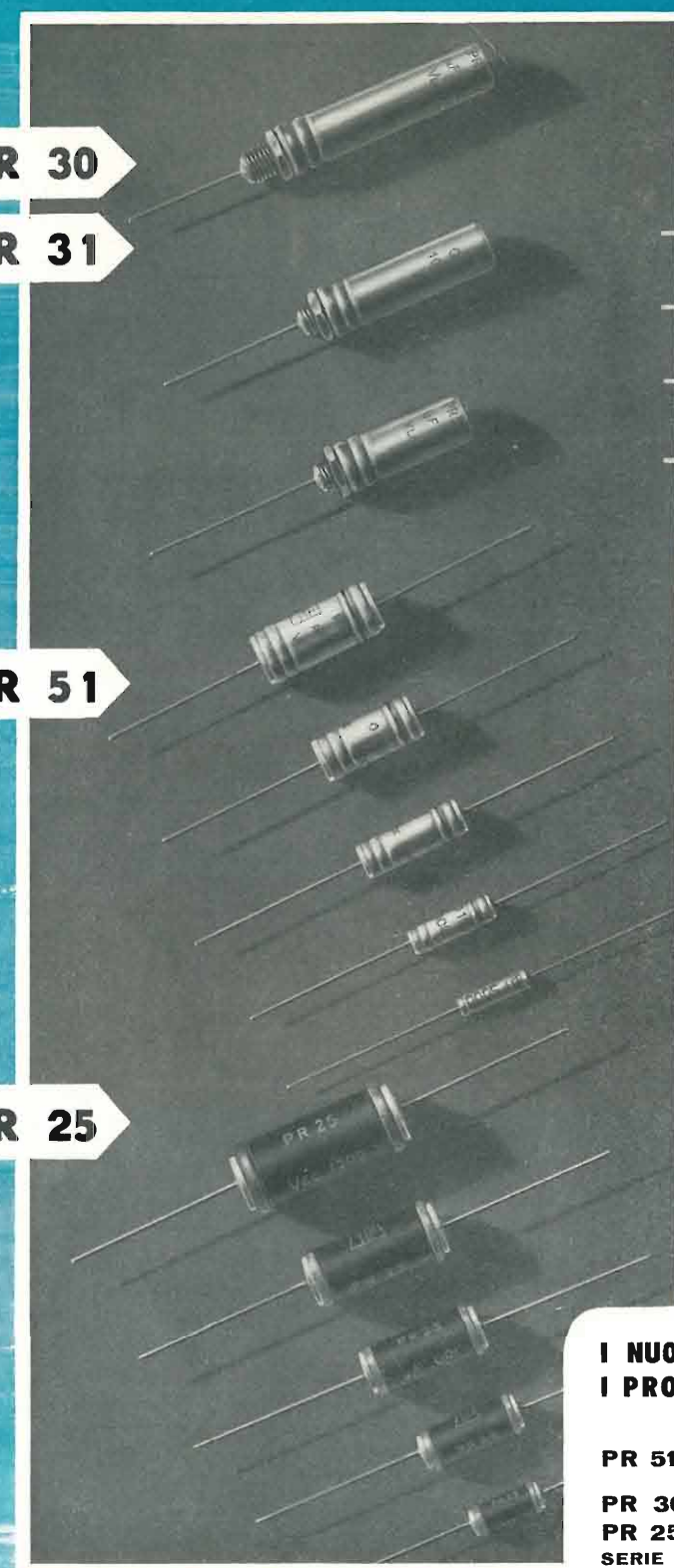
In vendita nelle principali librerie.  
Per richieste dirette rivolgersi alla

**EDIZIONI RADIO ITALIANA**  
VIA ARSENALE, 21 - TORINO

**PR 30**  
**PR 31**

**PR 51**

**PR 25**



**I NUOVI BREVETTI "ICAR MULTIERMETIC," RISOLVONO I PROBLEMI PIÙ AVANZATI E DANNO SICUREZZA ASSOLUTA IN OGNI APPLICAZIONE**

- PR 51** - Multiermetic grado C - Norme MIL 125° C di lavoro idonei per forti depressioni.
  - PR 30-31** - Multiermetic grado A - Norme MIL.
  - PR 25** - "Plastic fused" - custodia isolante.
- SERIE MINIATURIZZATE E NORMALI ● OLII VITAMINIZZATI**  
Richiedere bollettino tecnico 5508



INDUSTRIA CONDENSATORI APPLICAZIONI RADIOELETTRICHE corso magenta 65 - milano



# PROBLEMI DI REGIA RADIOFONICA

DOTT. ALBERTO MANTELLI  
della RAI

## 1. La Radio.

Da quando la Radio mutò la sua acerba e transitoria fisionomia di meraviglioso giocattolo in quella, rapidamente affermatasi, di uno tra i fenomeni protagonisti della vita contemporanea, titolato a situarsi nel mondo moderno con l'imperio della sua massiccia e invadente presenza su un piano non meno vistoso di quello del giornale e del cinema, da quel momento si è preso a osservare con sempre maggiore attenzione la sua natura di strumento di comunicazione e di espressione limitato rigorosamente a valersi di soli mezzi auditivi. Aveva ed ha tuttora dell'abnorme e del paradossale questo strumento che versa ininterrottamente nell'etere fiumi di parole e di suoni a cui milioni di uomini attingono affidandosi, come folla innumerevole di ciechi, al solo senso dell'udito; qual si voglia possa essere il messaggio che si riceve: una notizia, una conferenza, una radiocronaca, una vicenda drammatica o comica, i lazzi di un autore di varietà e una musica infine (sola quest'ultima, di quanto ospita la Radio, atta per sua natura a penetrare in noi esclusivamente attraverso il nostro orecchio). Ciò non ostante ben sappiamo quanto fulmineo sia stato l'acclimatarsi dell'umanità contemporanea a quell'orecchio sul mondo che è la docile cassetta della radio. Che non fu evento da poco; se si pensa quanto oggi giunga alla coscienza e allo spirito dell'uomo, attraverso questo strumento, che prima giungeva per il tramite di una percezione sensoriale infinitamente più ampia e meno esclusivistica e che si fondava, come minimo, sul reciproco integrarsi della vista e dell'udito. Non occorre dire che se gli uomini erano stati pronti ad adeguare le proprie capacità percettive all'inusitata e forzata limitatezza del nuovo mezzo di comunicazione, altrettanto pronti si vennero via via dimostrando coloro che questo mezzo gestivano, nel senso di rendersi sempre più coscienti dell'imperativo acustico che condizionava in modo rigoroso sia la percezione come la redazione e l'invio di un qualsiasi prodotto radiofonico, dal più elementare al più complesso.

Come nella realtà quotidiana della pratica radiofonica (di coloro che *confezionano* i programmi negli studi e di coloro che li *consumano* ascoltandoli) così per chi si accinge ad osservare la Radio quale strumento di comunicazione e di espressione, il dato di fatto essenziale e a tutti i fini determinante è rappresentato dal valore esclusivamente auditivo in cui si concreta il prodotto radiofonico. Questa realtà fisica cui la Radio è costretta e che ne condiziona i prodotti (i quali devono di necessità strutturarsi come associazioni più o meno complesse di valori acustici: parole, suoni, rumori), ha fatto sorgere il problema relativo ai limiti e alle prerogative del mezzo radiofonico. Il problema cioè se tali limiti e tali prerogative sussistano o meno e, nel primo caso, come si concretino.

Bisogna distinguere nei suoi due aspetti il feno-

meno radiofonico, cioè: la Radio come mezzo di comunicazione e la Radio come mezzo di espressione. La Radio come mezzo di comunicazione esercita un puro e semplice trasferimento a distanza di un qualcosa che potrebbe essere comunicato altrimenti; una notizia (giornale o rivista); una conversazione (giornale, rivista, libro e, in certo senso, anche conferenza, lezione); una musica (concerto, disco). In questi casi l'alternativa che offre la Radio non comporta una variazione sostanziale, una decisiva diminuzione dell'effetto pratico o estetico rispetto a quello proprio del mezzo cui la Radio si è sostituita (giornale, rivista, libro, sala da concerto). In qualche caso la Radio dovrà tener conto — come d'altronde fa normalmente chi parli da una cattedra o da un tavolo di conferenze — che l'impossibilità di arrestarsi e di tornare indietro, come può fare chi legga, consiglia colui che parla a strutturare semplicemente il proprio linguaggio. Quanto all'opera in musica, la trasmissione radiofonica sopprime al cento per cento quanto dell'opera è spettacolo che si attua sul palcoscenico attraverso la mediazione di attori-cantanti e con l'ausilio di scene, costumi e luci. La difficoltà, per non dire l'impossibilità, di intervenire su di una struttura come è quella musicale (assai meno docile di quella verbale) da un lato e il fatto dall'altro della fondamentale presa emotiva esercitata dalla musica, ha legittimato la consuetudine di diffondere l'opera in musica alla stessa stregua di una musica da concerto. Il radioascoltatore accetta che la Radio diffonda, cioè comunichi, l'opera (ripresa da un teatro o eseguita in studio) così come egli potrebbe ascoltarla, con gli occhi bendati, nella sua vera ed autentica sede, cioè il teatro.

La Radio come mezzo di espressione offre all'artista uno strumento atto a « produrre stimoli di riproduzione estetica » — secondo le letterali parole di Croce; o, in altri termini, atto a consentirgli di estrinsecare i propri stati d'animo in un oggetto estetico e pertanto a renderli comunicabili. Essa è dunque un mezzo fisico, e come tale sottoposta a determinate obbligazioni. In questo senso va del pari inteso il mezzo radiofonico allorché ci si vale di esso per diffondere opere drammatiche la cui originaria destinazione è il palcoscenico. Qui non è più indifferente — come nel caso di una musica sinfonica — che l'ascoltatore si trovi nella sala da concerto di fronte all'orchestra o a casa propria di fronte al radiorecettore; e non può dunque sussistere il semplice fatto della comunicazione a distanza. La destinazione teatrale (quanto meno in linea di principio e nella pluralità dei casi) implica lo spettacolo, cioè l'associazione di determinati valori visivi ai valori auditivi della recitazione che pur restano fondamentali. E allora subentra la necessità di una elaborazione del testo originario per trasferirlo dalla dimensione acustico-visiva del teatro a quella esclusivamente acustica della Radio. Qui si tocca — e lo sfioriamo per incidenza — il delicato problema estetico della legittimità dell'intervento di chi procede all'a-

dattamento radiofonico. È indubbio che si esercita una violazione, perché l'opera d'arte è quella che è, e qualsiasi intervento costituisce una manomissione della sua integrità. D'altra parte l'opera di teatro — per essere destinata al palcoscenico e cioè alla mediazione degli attori guidati da una volontà unificatrice e direttrice — al di là della parola scritta (ma persino entro la possibile variazione di accenti emotivi della stessa parola scritta) è, più di ogni altra opera d'arte, esposta ad inevitabili processi di deformazione. Fuori dal libro e dalla rigorosa lettura del medesimo, l'opera teatrale è destinata ad un'esistenza avventurosa; ma è anche vero che al di sopra di un certo livello di potenza espressiva, essa ha delle risorse di autodifesa che ne salvano le fondamentali strutture poetiche nonostante certi massicci e arbitrari interventi registici.

Torniamo al primo caso, della Radio intesa come mezzo di comunicazione a distanza. La musica si manifesta ed esiste, all'atto dell'esecuzione, nella pura dimensione auditiva (anche se, per chi sappia farlo, si possa conoscerla e sentirselà risuonare nella mente mediante la semplice lettura silenziosa). La trasmissione radiofonica non toglie pertanto né aggiunge alcunché all'ascolto diretto in presenza dello strumento o degli strumenti che la eseguono; e appartiene a un altro ordine di problemi il fatto che l'attuale sistema di presa microfonica fornisca al radioascoltatore un risultato acustico variamente deformato, rispetto all'ascolto diretto, e comunque di tipo monoauricolare (che consente cioè di valutare la distanza delle varie sorgenti sonore, ma non la loro localizzazione nello spazio tridimensionale in cui sono rispettivamente situate).

Una conversazione, se concepita con la tecnica espositiva del discorso a viva voce (conferenza, lezione) e non con quella, invece, della stesura destinata alla stampa e solo subordinatamente usata per una lettura pubblica, si manifesta ed esiste nella più autentica essenza, al pari della musica, nella pura dimensione auditiva. Varrà il principio che colui che parla dovrà rettificare l'intonazione del suo discorso; nel senso che — se pur immutate le parole — egli non si rivolge più ad una folla riunita in una sala o in un teatro, ma a migliaia di singoli isolati di fronte al loro radiorecettore. In altri termini si può dire che il mezzo di comunicazione (parola parlata) rimane identico, mentre muta (o può mutare, o dovrebbe mutare) il modo di impiego di tale mezzo. Non occorre sottolineare che tutto ciò vale in quanto non si esorbiti dalla pura dimensione auditiva: un discorso che si basi su dimostrazioni visive (proiezioni di immagini, uso di lavagna) non può trovar posto alla Radio. Si tratta di un limite oggettivo di cui non resta che prendere atto.

Limiti di natura similare si osservano in tutte le manifestazioni radiofoniche a carattere giornalistico: dai vari generi di notiziari, alle corrispondenze, alle interviste, alle radiocronache, ai documentari, alle inchieste. Ma qui, per vero, parlar di limiti e, oppostamente, di prerogative finisce in vario modo di diventare improprio o addirittura assurdo. Tra le molte attività che caratterizzano l'insieme della produzione radiodiffusa, quella giornalistica ha, più e meglio di ogni altra, trovato la sua forma radiofonica. E la sua forma l'ha trovata, perfettamente adeguandosi alla condizione fisica della Radio, alla sua natura di mezzo fondato sullo sfruttamento

esclusivo di puri valori auditivi. Un buon servizio radiofonico non potrà farci dire che è inutile rispetto a quello di un settimanale a rotocalco che esibisca una serie di splendide fotografie. Si potrà preferire il giornalismo stampato a quello affidato ai microfoni, ma non si potrà affermare che un pezzo radiofonico è incompleto perché mancante di un certo numero di immagini di appoggio. Beninteso sempre che il pezzo non sia redatto con la mentalità di chi vorrebbe scattare delle fotografie e magari si sforza di darne degli insufficienti surrogati verbali, ma con la coscienza di chi dispone di uno strumento, il microfono, che è in grado di dare del mondo e degli uomini immagini non meno efficaci ed incisive. E allora non sarà l'ennesima versione del volto incantevole e del prezioso abito della celebre diva del cinema; ma, dalla sua viva voce, altri dati caratteristici che potranno comporre della celebre diva un'immagine altrettanto vivace e interessante, se non più completa ed umana.

Nell'altro caso, della Radio intesa come mezzo di espressione, parlar di limiti e di prerogative sembra improprio allo stesso modo e più ancora di quel che è a proposito del giornalismo radiofonico. Si tratta di un giudizio di relazione: è un *più* o un *meno* che si attribuisce a un mezzo di espressione (Radio) facendo implicitamente riferimento a un altro mezzo di espressione (Teatro, Cinema). Ora, simile giudizio di relazione è assolutamente illegittimo nei confronti del mezzo scelto dall'artista per concretare la sua ideazione interiore in una entità oggettiva, e pertanto tale per cui, chi voglia, possa conoscerla e trarne un'emozione estetica. L'opera d'arte — sia essa di grande come di modesto respiro creativo — non può implicare, per la sua stessa natura e in quanto fatto estetico, altro giudizio che non sia qualitativo; perché il giudizio quantitativo si riferisce a valori estranei all'arte.

Il parlare di limiti e di prerogative a proposito della Radio non ha pertanto alcun senso, se ci riferiamo alla Radio come mezzo di espressione artistica; a parte il fatto che dir *Radio* è enunciare un'astrazione, perché si dovrebbe riferirci a questa o a quell'opera d'arte radiofonica. Se si considera una determinata opera radiofonica e la si vuol riferire ad una determinata opera teatrale e quindi instaurare un rapporto fra la prima e la seconda, si potrà al massimo dire che l'una è più bella dell'altra. Proseguendo tuttavia nel giudizio estetico diverrebbe illegittimo affermare che l'opera radiofonica, in quanto si attua nella pura dimensione auditiva, ha possibilità espressive minori ovvero maggiori di quelle di cui fruisce l'opera teatrale, in quanto si attua nella dimensione auditiva e insieme nella dimensione visiva.

È indubitato che chi disponga, come strumento, di un palcoscenico o di una pellicola cinematografica sonora è in grado di comunicare allo spettatore una maggior quantità di informazione di quanto sia in grado quegli che disponga di uno o più microfoni: e in questo senso la dimensione auditiva propria della Radio rappresenta una limitazione. Inversamente, la possibilità di parlare a bassa voce in un microfono e di essere ascoltati da una folla di singole persone nel chiuso delle loro case consentirà dei modi e dei contenuti di discorso (consigli psicologici, risposte a lettere e via dicendo) impensabili in un teatro o in cinematografo: e in questo senso la Radio gode di certe prerogative nei confronti del Teatro e del Cinema.



Il problema pertanto dei limiti e delle prerogative, cioè delle minori o maggiori possibilità della Radio in rapporto agli altri mezzi di cui l'uomo dispone per comunicare alcunché ad altri, non può essere posto quando si consideri la Radio come un mezzo di espressione artistica. O più propriamente: quando si consideri una determinata opera d'arte composta al fine esclusivo di essere comunicata per mezzo della Radio, ovvero una determinata opera che sia l'adattamento radiofonico di un'opera teatrale o narrativa preesistente. È un problema che non esiste e che dunque non ci si deve porre. Così come nessuno pensa di porsi il problema se un disegno rappresenti un'espressione limitata nei confronti di una pittura; a meno che non si consideri quel certo disegno e quel certo dipinto non come opere d'arte, ma come documenti informativi; e allora è indubbio che il dipinto ci fornirà una quantità maggiore di informazione pratica: se le mele erano rosse o verdi, se la tovaglia era azzurra o bianca e via dicendo.

Né vale invocare il fatto che la trasmissione radiofonica suscita nella psiche dell'ascoltatore un insorgere di immagini di un ordine diverso da quello auditivo, per trarne l'illazione che simile fenomeno si configura come un'attività diretta a integrare un messaggio insufficientemente definito. Sofferamoci un istante a considerare il comportamento del radioascoltatore, in quanto soggetto di un'esperienza sensoria totale, di fronte a un messaggio affidato alla pura dimensione auditiva.

Nei confronti di un'opera drammatica, originale o adattata, diffusa dalla Radio questi è sollecitato da un complesso di valori auditivi che delineano i caratteri di alcuni personaggi i quali vivono una determinata vicenda, ne soffrono o ne gioiscono, composti entro quella coerenza di sentimenti che costituisce il valore estetico dell'opera e che fa sì che — grande o piccola — essa sia opera d'arte. L'ascoltatore che ha aperto l'apparecchio radiorecettore con l'intendimento di ascoltare quella certa commedia, di rendersi conto via via della rete di nessi inventata dall'autore e di trarne un'emozione estetica, è tenuto ad effettuare un ascolto attento, controllato, e tanto più controllato quanto più solida è la sua cultura, ovvero istintivo ed affidato alla sua naturale sensibilità umana.

Lo scrittore che compone un'opera per la Radio, o trascrive per la Radio una composizione narrativa o teatrale, nell'atto stesso di decidersi, accetta la condizione fisica che il mezzo radiofonico impone, e logicamente è tenuto a valersi nel modo più efficace, ai fini dell'espressione estetica, di quel complesso di valori puramente auditivi che sono propri della Radio.

La Radio pertanto, caratterizzata com'è dalla sua struttura fisica, offre all'artista un mezzo espressivo che giunge al nostro spirito esclusivamente attraverso il senso dell'udito, allo stesso modo come le opere d'arte figurativa ci penetrano e ci commuovono attraverso il senso della vista. Ma nell'uno come nell'altro caso i veicoli fisici e fisiologici non sono che il tramite necessario per virtù del quale l'intuizione dell'artista diviene concreto fatto estetico ed è comunicabile. All'uno e all'altro capo del processo comunicativo artistico — si determini esso nelle linee e nei colori di un dipinto, nei suoni che escono da un pianoforte, nelle parole, nei suoni e nei rumori che escono da un altoparlante — sussistono due esperienze umane fisicamente e spiritualmente totali:

di colui che crea l'opera d'arte e di colui che la contempla e dentro di sé la ricrea.

Ne consegue il modo di atteggiarsi dell'immaginazione riproduttrice di quegli che si accinge a contemplare e a rivivere entro il proprio spirito un'opera d'arte, nel caso nostro un'opera radiofonica. Se le sollecitazioni fisiche sono esclusivamente di ordine auditivo ciò non pertanto nella coscienza dell'ascoltatore potranno generarsi immagini appartenenti ad un altro ordine; nel caso più ovvio — e sufficiente all'indagine — di un ordine visivo. Questa produzione di immagini visive non rappresenta tuttavia l'integrazione di una pretesa e inesistente insufficienza del messaggio radiofonico, che è esclusivamente auditivo; ma è la naturale e inevitabile condizione dell'atto di rivivere l'opera d'arte. Il quale atto non può darsi se dalla specifica e determinata fisicità dell'opera (quale essa sia: sonora, verbale, coloristica, spaziale e via dicendo) non si risale all'emozione generatrice dell'artista, che riflette la totalità delle sue esperienze sensorie; ed esse sono — essenzialmente e nel caso speciale — visive e acustiche, comunque possa poi concretarsi e divenir comunicabile l'opera.

Non si può dunque parlare di una insufficienza rappresentativa del linguaggio radiofonico, di una sua limitazione costituita dal suo collocarsi esclusivamente e rigorosamente entro la pura dimensione auditiva; e di conseguenza attribuire al radioascoltatore un'attività produttrice di immagini sussidiarie che diano compiutezza ad un messaggio incompiuto perché impotente a valersi di dati visivi oltreché dei soli dati auditivi, che gli son propri. E si osservi dove inevitabilmente si vada a finire quando si ammetta che il radioascoltatore possa o debba integrare con la propria immaginazione il messaggio radiofonico che si afferma a priori poter esser incompleto e mutilo e lacunoso: si arriva niente di meno che al non senso estetico che il radioascoltatore possa essere, in misura variabile, un collaboratore dell'artista. Che è la conclusione — a mio avviso inaccettabile — cui giungeva Enrico Rocca: «È incoercibile, oltre che lecitissimo, immaginar l'ambiente suggerito da uno sfondo acustico, dare a una voce il volto che non ha, integrare, a seconda della propria immaginazione e intelligenza, il quadro che l'artista radiofonico lascia forzatamente o volutamente incompiuto. Quando la televisione sopprimerà l'integratore, dando a chi ascolta concretamente tutto o quasi tutto, sparirà una forma di collaborazione tra creatore e pubblico di cui la Radio in quanto arte offre un eccezionale ed auspicabilissimo esempio» (Enrico Rocca, *Panorama dell'arte radiofonica*, Milano, 1938, pag. 19). Mentre in senso nettamente opposto si esprimeva, poco prima, l'Arnheim: «L'artista radiofonico deve spiegare la propria capacità limitandosi a quel mondo che ci giunge attraverso l'orecchio. Se egli riesce così a darci un'opera compiuta, questa testimonierà dal suo ingegno; ma se la trasmissione è tale da indurre l'ascoltatore ad aggiungere colori e forme all'immagine incompleta, allora vuol dire che l'opera è mancata perché non le sono bastati i propri mezzi, ed avremo dinanzi un frammento» (Rudolf Arnheim, *La Radio cerca la sua forma*, Milano, 1937, pag. 121).

Fin qui abbiamo fatto il caso di un ascolto radiofonico avente una esplicita qualificazione estetica; quell'ascolto cioè che significa lo svolgimento di un'attività spirituale della stessa natura di quella esplicita da chi si rechi a teatro per assistere all'esecuzione

di una commedia o di un'opera in musica, di un concerto, o da chi semplicemente contempla un'opera figurativa o legga un romanzo o un poema. Un'attività spirituale che consente a chi la espliciti di conoscere un'opera d'arte, di apprezzarne i valori di bellezza — o quanto meno di ingegnosità — e di riceverne, lieve o intensa, una commozione estetica.

L'opera d'arte, in quanto espressione umana storicamente determinata, è però anche un documento di costume, di eticità, di tecnica e via dicendo; essa pertanto può essere osservata sotto altre angolazioni che non quella della conoscenza estetica. Va da sé che, ai fini della presente indagine, questi modi di situarsi di fronte all'opera d'arte non ci interessano.

Interessa invece considerar di sfuggita quel modo di reagire, variamente meno controllato, del radioascoltatore, che entra nel campo di osservazione e di studio dello psicologo. L'immagine radiofonica — sia pure in misura maggiore — come ogni altra immagine artistica può scatenare un processo interiore di creazione di immagini complementari che sono in stretta connessione con la struttura psicologica di ciascun soggetto, con la sua personale esperienza. Se questo fenomeno è incontestabile, è tuttavia altrettanto vero che un ascoltatore minimamente provveduto non solo non si abbandona volontariamente a questa germinazione di immagini parassite, ma resiste al suo prodursi. Il fenomeno della «costruzione immaginativa» nella radioaudizione è stato con molta acutezza studiato in un recente libro (Salvatore Gallo, *Psicologia della Radio e della TV*, Firenze, 1955). Non mi sentirei tuttavia di sottoscrivere una conclusione come questa: «Nell'audizione radiofonica l'attività personale è sollecitata e richiesta da un complesso (persone, luoghi, ecc.) da integrare e un seguito di situazioni multiple da concretare, anzi da creare nel loro insieme, con l'ausilio e la guida della sola stimolazione auditiva. L'intervento personale dunque è postulato necessariamente ed è dato assai volontariamente. Anzi si può dire che quel che forma il fascino della Radio è appunto questa creazione personale, fatta di immagini, di emozioni, di fattori mnemonici individuali» (pag. 55). Se così fosse, invero, si negherebbe implicitamente la possibilità per la Radio di farsi tramite di espressione artistica, di comunicare cioè opere d'arte la cui consistenza sarebbe fantomatica e delle quali l'autore non avrebbe che una frazione di responsabilità, posto che l'altra frazione e sempre diversa spetterebbe, a titolo di personale e decisivo apporto, ai radioascoltatori. Ciò non toglie che vi siano dei radioascoltatori — e anche molti — i quali traggano diletto dal far galoppare la loro immaginazione; ma simile atteggiamento non riguarda un'analisi dell'ascolto radiofonico come attività estetica.

Sulla scorta di quanto si è venuto fin qui dicendo penso che possa esser tenuto fermo, come dato fondamentale, che l'opera d'arte radiofonica — originariamente composta ovvero adattata per il microfono da un'opera narrativa o teatrale — trova in se stessa, e cioè nella pura dimensione auditiva per cui è concepita, tutte le condizioni necessarie per la sua piena e totale comunicabilità. Se è vero infatti che la quantità di informazione contenuta in un'opera radiofonica (puri valori auditivi) è minore di quella contenuta in un'opera teatrale (valori auditivi e valori visivi), è vero per contro che simile giudizio comparativo non può essere instaurato in quanto si

considerino tali opere come espressioni artistiche. Ogni opera d'arte costituisce un organismo autosufficiente, un complesso di valori in equilibrio che rappresentano l'oggetto fisico nel quale l'artista ha reso concreta e pertanto comunicabile ad altri la propria intuizione. Quale che possa essere l'oggetto fisico (novella, romanzo, commedia teatrale, commedia radiofonica) scelto dallo scrittore per fissare la propria intuizione, tale oggetto non può esser ritenuto mutilo o incompleto o limitato, e dunque non sufficiente e bisognoso di interventi integrativi da parte del lettore o spettatore o radioascoltatore.

L'artista, invero, non è un microfono che, collocato in un salotto, riproduce meccanicamente le parole, le risa e i rumori che vi si producono, e pertanto di quel salotto ci fornisce un'informazione incompleta, frammentaria e tale da renderci spesso incomprensibili le stesse parole e le risa e i rumori perché non accompagnati e integrati e giustificati da cenni e gesti e atteggiamenti dei volti. Il microfono riproduce un frammento della realtà di un ricevimento in un salotto, l'aspetto acustico; l'artista invece compone in puri valori auditivi una realtà che egli ha colto nella sua interezza. Si tratta, insomma, di non confondere l'atto spirituale creativo dell'artista con la produzione di una serie di correnti elettroacustiche.

## 2. Lo spazio acustico radiofonico.

La tecnica registica — nel senso, da più di mezzo secolo precisatoci, di coordinamento e di direzione di uno spettacolo — applicata a predisporre la messa in onda di una radiotrasmissione, trova la sua ragion d'essere e il suo legittimo presupposto nel dato di fatto fondamentale che l'opera d'arte radiofonica esiste esclusivamente entro la pura dimensione auditiva e che, pertanto, nei confini di tale condizione fisica, essa è un organismo estetico autosufficiente. Ne consegue che la totalità dei valori componenti l'opera radiofonica deve essere espressa — e dunque comunicata all'ascoltatore — valendosi di quel mezzo che è la Radio la quale è fatta di pure sollecitazioni auditive. Poiché l'esperienza dei nostri sensi tende a non farci prescindere da quel complesso di dati visivi che compongono l'immagine teatrale o quella cinematografica, si può parlare della necessità per il regista radiofonico di uno sforzo incessante di ridimensionamento degli elementi della rappresentazione entro lo spazio auditivo in cui devono essere contenuti.

Si consideri, oltretutto, che se il Teatro vive in una convenzione e di una convenzione, la Radio appare serrata entro la morsa di una convenzione assai più rigorosa, ove l'uno e l'altra siano riferiti alla totalità della nostra esperienza sensibile. Il palcoscenico infatti è uno spazio irrealmente dove l'attore agisce per comporre, con la parola e l'atteggiamento del volto e della persona, la finzione creata dall'autore, cioè per dar vita ad un mondo di sentimenti e di passioni che appunto per costituire una realtà poetica teatrale non può avverarsi altrimenti che entro quel luogo convenzionale e irrealmente che è il teatro. Lo studio radiofonico invece è uno spazio irrealmente dove gli attori non sono che voci, senza volto e senza gesti, ma chiamati — come sul palcoscenico — a comporre ed esprimere la realtà poetica dell'opera che recitano. La concretezza fisica entro la quale si oggettiva e diviene comunicabile un com-



plesso di immagini radiofoniche è rappresentata dunque dall'organizzarsi ordinato e coerente di un insieme di valori auditivi. Il regista radiofonico è il maestro e il coordinatore di questi valori auditivi, è quegli che colloca entro lo spazio sonoro, secondo i significati che il poeta loro attribuisce, gli elementi di cui l'opera è composta: parole, suoni, rumori.

I problemi tecnici — e implicitamente artistici — della regia radiofonica, così come quelli della stesura di un testo destinato alla radiorappresentazione, si fondano su un presupposto che è di importanza essenziale. Esso consiste in ciò, che la dimensione auditiva entro la quale la Radio si colloca non può essere considerata simile a quella di chi si sforza di conoscere il mondo a lui circostante con l'ausilio esclusivo delle percezioni acustiche. Il che deriva dal fatto che l'ascolto microfonico è diverso dall'ascolto binauricolare di un soggetto dotato di un organo uditivo fisiologicamente normale. È implicito — e non occorrerebbe forse neanche sottolinearlo — che le constatazioni che ora veniamo facendo non hanno niente a che fare col problema precedentemente discusso della presunta limitatezza dell'espressione radiofonica in quanto affidata esclusivamente alla percezione auditiva. Qui ci si riferisce alle caratteristiche e alle particolarità dell'informazione psico-fisiologica di un fenomeno sonoro quale ce la fornisce l'ascolto diretto, rapportate a quelle dell'informazione acustica dello stesso fenomeno sonoro quale ce la fornisce il microfono nel suo automatismo elettroacustico. Ci si riferisce, in altre parole, ai due processi seguenti: a) sorgenti sonore - ascolto binauricolare diretto; b) sorgenti sonore - microfono - riproduzione esatta delle sollecitazioni fisicoacustiche esercitate sul microfono dalle sorgenti sonore.

Ai termini dei due processi indicati, ascolto diretto e ascolto microfonico, si concretano due ordini di percezioni le quali forniscono ai due ascoltatori (diretto e microfonico) dei dati acustici atti a informarli intorno agli eventi sonori che si verificano nello spazio esplorato direttamente dall'orecchio e in quello esplorato dal microfono. Sulla scorta di questi due tipi di informazioni, l'ascoltatore diretto e un ipotetico ascoltatore microfonico si creano le nozioni atte a individuare rispettivamente l'uno e l'altro spazio. Che chiameremo: l'uno *soggettivo* e l'altro *microfonico*.

Lo spazio acustico *soggettivo* è determinato dall'insieme dei valori e dei rapporti sonori captati dall'apparato uditivo e selezionati in sede cerebrale. Questo processo produce l'*informazione psico-fisiologica dei fenomeni sonori*.

Lo spazio acustico *microfonico* è determinato dall'insieme dei valori e dei rapporti sonori captati dal microfono. Questo processo produce l'*informazione fisico-acustica dei fenomeni sonori*.

I due tipi indicati di informazione non coincidono, per essere quantitativamente e qualitativamente diversi. Il microfono infatti capta, e pertanto comunica, non soltanto una minor quantità di informazione, ma anche una diversa qualità di informazione nei confronti della quantità e della qualità percepite dall'uomo sottoposto alle sollecitazioni acustiche del mondo circostante.

Per ciò che concerne la differenza quantitativa si può osservare quanto segue. Nello spazio acustico *soggettivo*, attraverso l'ascolto binauricolare l'uomo riesce a individuare la distanza della sorgente sonora

e la direzione di provenienza della stessa nello spazio. Lo spazio acustico *soggettivo* si può definire pertanto uno spazio a tre dimensioni. Nello spazio acustico *microfonico*, attraverso l'ascolto microfonico, l'ascoltatore riesce a individuare la distanza della sorgente sonora, ma non la direzione di provenienza della stessa. Lo spazio acustico *microfonico* si può definire pertanto uno spazio a una dimensione. In questo senso è lecito dire che il microfono capta, e pertanto trasmette, una quantità di informazione minore di quella che percepisce l'uomo sottoposto alla sollecitazione acustica diretta proveniente da una sorgente sonora. Di due dati, distanza e direzione, esso non ne fornisce che uno: la distanza.

Per ciò che concerne invece la differenza qualitativa si può osservare quanto segue. Nello spazio acustico *soggettivo*, attraverso l'ascolto binauricolare e in virtù della facoltà di eliminazione psico-fisiologica di sorgenti sonore estranee all'interesse soggettivo preminente, l'uomo è in grado di realizzare un ascolto selezionato o, come è stato definito, un ascolto intelligente.

Per esempio: a) siano dati, in un locale di abitazione, due interlocutori situati a distanza normale di conversazione. Essi avvertiranno esclusivamente i suoni provenienti direttamente dal rispettivo interlocutore; b) siano dati, in un locale affollato, due interlocutori che conversano. Essi sentiranno in modo preminente le rispettive voci, senza avvertire i discorsi delle persone circostanti, non solo ma quasi senza avvertire lo stesso rumore della folla che conversa ad alta voce.

Nello spazio acustico *microfonico* il microfono capta tutti i suoni che, con intensità variabile, lo sollecitano e, così come li ha captati, li immette nella catena elettroacustica radiofonica e li trasmette al radioascoltatore. Nel caso a) il microfono, situato fra i due interlocutori, capterà i suoni diretti provenienti da essi, ma accompagnati dai suoni riverberati dalle pareti del locale; cioè un valore qualitativo acustico diverso. Nel caso b) il microfono, situato fra i due interlocutori, capterà le loro voci, ma sopraffatte dalle voci e dai rumori della folla; cioè anche qui un valore qualitativo acustico diverso. In questo senso è lecito dire che il microfono capta, e pertanto trasmette, una qualità di informazione diversa da quella che percepisce l'uomo sottoposto a identica sollecitazione acustica diretta. Esiste anche una quantità di informazione maggiore, ma è preminente la diversa qualità.

A seguito di quanto or ora esposto si può concludere che lo spazio *microfonico* non coincide con lo spazio *soggettivo*, nel senso che i dati dell'ascolto microfonico non corrispondono a quelli della nostra esperienza diretta. E allora, relativamente alla realtà acustica, quale ci è fornita dal nostro meccanismo di ascolto, lo spazio acustico rivelato dal microfono si configura come una astrazione. Si configura cioè come uno spazio entro il quale gli eventi acustici si verificano secondo leggi diverse da quelle che presiedono al nostro ascolto diretto.

Primaria funzione del radioregista è di risolvere e superare questa contraddizione intervenendo sull'informazione fisico-acustica quale obiettivamente fornirebbe il microfono. Si determina così una nuova dimensione acustica che non è né quella soggettiva dell'ascolto diretto né quella astratta dell'obiettività microfonica. È la dimensione che risulta dall'inserirsi

della volontà discernente ed operante del radioregista medesimo entro il processo che addietro indicavo come proprio dell'informazione microfonica pura: *sorgenti sonore - microfono - riproduzione esatta delle sollecitazioni fisico-acustiche esercitate sul microfono dalle sorgenti sonore*. L'intervento registico ha luogo tra il primo e il secondo e tra il secondo e il terzo termine del processo. Questo si modifica allora nel seguente modo: *sorgenti sonore - regista - microfono - regista - trasmissione - radioascoltatore*. Il processo strettamente microfonico viene dunque alterato da un primo diaframma che determina quali sorgenti sonore e quanto di esse debba essere affidato al microfono, e da un secondo diaframma che determina quali eventuali ritocchi debbano essere apportati e quali eventuali elementi nuovi inseriti all'uscita del microfono prima dell'avvio definitivo della modulazione.

Si stabilisce così una dimensione acustica convenzionale che chiameremo spazio acustico *radiofonico*. Esso è determinato dall'insieme dei valori e dei rapporti sonori predisposti dal regista e captati dal microfono, ed eventualmente ritoccati in seguito, al fine di realizzare, di un evento sonoro, un complesso di informazioni fisico-acustiche equivalenti ai dati dell'informazione psico-fisiologica. Questo processo produce l'*informazione radiofonica controllata dei fenomeni sonori*.

Poiché l'intervento registico ora descritto costituisce un momento essenziale della direzione della radiorappresentazione, in quanto determina quello spazio convenzionale in cui si collocano gli elementi dell'opera radiofonica (parole, suoni, rumori), è utile soffermarci rapidamente su di un esempio. Si dia il caso di un dialogo in uno scompartimento ferroviario mentre il treno corre. I due interlocutori non avvertono se non minimamente e a tratti il rumore del treno. Si produce il fenomeno psico-fisiologico della esclusione dei rumori estranei al suono delle parole sul quale converge intensamente l'interesse degli interlocutori. L'ascolto microfonico (microfono situato nello scompartimento fra i due interlocutori) darebbe il suono alterno delle voci disturbato o sopraffatto dal rumore del treno. Se il regista fornisce la versione acustica della scena così come la capterebbe e la riprodurrebbe il microfono, produrrebbe un risultato non tollerabile e renderebbe parzialmente impossibile la comprensione delle parole. Egli dovrà pertanto rinunciare a collocare il dialogo nello spazio acustico microfonico e ricostruire invece, nella convenzione radiofonica, un equivalente dello spazio acustico reale; cioè, eliminare il costante fragore del treno, situandone fugaci apparizioni nei luoghi psicologici più opportuni, là dove risulterà allentata di volta in volta l'attenzione dell'uno o dell'altro interlocutore nei confronti delle parole del compagno. E questa costituisce la prima fase dell'intervento del regista, che agisce sui valori acustici prima che siano captati dal microfono. L'immissione ai momenti opportuni del rumore del treno (disco o registrazione) può essere situata, inoltre, in una seconda fase, all'uscita del microfono; onde apportarvi, se necessario, quelle alterazioni che suggeriscono gli ambienti attraversati dal treno in corsa: aperta campagna (rumore non riverberato cioè senza eco), stazioni, gallerie (rumore più o meno riverberato).

A conclusione di quanto si è venuto dicendo dello spazio acustico e dei suoi tre modi di essere

— *soggettivo, microfonico e radiofonico* — vorrei ancora sottolineare nel modo più esplicito la differenza fondamentale che distingue i primi due dal terzo. Mentre quelli sono determinati esclusivamente dal modo di reagire allo stimolo acustico del complesso fisio-psicologico del nostro sistema uditivo-cerebrale ovvero del meccanismo fisico-acustico del microfono, questo è determinato dall'intervento discriminatore della volontà del regista. Necessità, pertanto, in un caso e libertà nell'altro; e quindi: evento naturale e, oppostamente, attività dello spirito.

L'azione esercitata dal regista al fine di predisporre le sollecitazioni acustiche prima che siano captate dal microfono e di eventualmente modificarle o integrarle dopo la presa del microfono (cioè all'uscita di questo) costituisce una delle molteplici operazioni che egli compie per dare concretezza sensibile e pertanto rendere comunicabile l'opera radiofonica. È l'operazione mediante la quale egli stabilisce i vicendevoli rapporti di intensità e di qualità acustica secondo cui devono situarsi gli elementi dell'opera da realizzare, che sono: la parola, il suono e il rumore. Essa si riferisce naturalmente non solo ai rapporti tra gli uni e gli altri elementi, ma anche ai rapporti che devono esistere all'interno degli elementi stessi: piani sonori reciproci sui quali devono, se necessario, situarsi le voci degli attori o i rumori d'ambiente e via dicendo.

Sarebbe ozioso discutere di precedenze tra questa operazione che si riferisce all'impianto acustico dell'opera radiofonica e le altre operazioni che si riferiscono alla messa a punto dei singoli elementi costitutivi dell'opera stessa. Sono operazioni che stanno in funzione reciproca e per le quali non esiste un prima o un poi se non nel corso del loro materiale tradursi in atto, quando necessità o opportunità pratiche e tecniche, mestiere e sistema di lavorare del regista determinano la naturale successione dei singoli momenti del lavoro preparatorio ed esecutivo. Sarebbe altrettanto ozioso discutere di ideali precedenze dell'uno piuttosto che dell'altro elemento dell'opera radiofonica. Ma oltre che ozioso sarebbe ingenuo; poiché nessuna regolamentazione e nessuna previsione è seria e valida all'interno del processo della creazione artistica. Ogni opera è un caso nuovo; e, nella fattispecie radiofonica, ogni nuovo radiodramma, ogni nuovo adattamento di un'opera letteraria o drammatica potrà dare un tipo nuovo e imprevedibile di associazione di parole, di suoni e di rumori.

Non è forse illecito, invece, considerare taluni suggerimenti della casistica se, come per qualsiasi altro tipo di espressione d'arte, essa ci indica determinate ricorrenze tipologiche le quali ci autorizzano a pensare una presumibile loro persistenza. Per esempio, e questo interessa da vicino il nostro discorso, la storia delle opere che hanno associato un poeta e un musicista ci dice che nessuna di tali opere ha una doppia paternità creativa. Le opere del teatro drammatico risalgono al poeta e sono del poeta (anche se contengano musiche di scena), le opere del teatro musicale risalgono al musicista e sono del musicista, che ha fatto suo, investendolo della propria responsabilità creatrice, il preesistente testo poetico. Persino nel caso, in questo senso più illustre della storia del teatro musicale: il caso del teatro di Wagner, il cui centro di gravità espressivo è nella musica, che assorbe in sé e fa suoi i valori poetici del testo letterario. Allo stesso modo è presumibile



che il radioteatro si concreti di volta in volta come opera del musicista o come opera del poeta.

La scarsa, finora, casistica di opere musicali radiofoniche (promosse essenzialmente dal concorso internazionale *Premio Italia* istituito per iniziativa della Radiotelevisione Italiana nel 1948) ci ha fornito, nella maggior parte dei casi, dei lavori nei quali la musica, similmente a quando accade nel teatro musicale, è l'elemento costitutivo determinante. E allora si verifica questo fenomeno, che merita di essere tenuto in conto: l'intervento registico gravita essenzialmente intorno alla musica e si configura, nei casi più tipici e più indicativi, come una esperta e specializzata manipolazione dei suoni all'uscita del microfono. Fino a giungere alle soglie di quei tentativi e di quelle realizzazioni che cominciano a profilarsi nel settore della musica concreta e della musica elettronica.

In questo senso non condivido affermazioni tanto recise quanto discutibili come quella che esprimeva René Wilmet sulla rivista « Radiodramma » (settembre-dicembre 1950): « Non sono le parole che colpiranno l'ascoltatore, ma una impressione d'insieme, cui avrà contribuito, almeno nella stessa misura del testo, la sonorizzazione, cioè i rumori e la musica ». Non le condivido, non perché questa ipotetica definizione di un radiodramma non possa corrispondere ad un radiodramma musicale (per es.: *Le joueur de flute* di Marius Constant, Premio Italia 1952); ma perché il Wilmet si riferisce implicitamente e senza possibilità di dubbi ad opere che gravitano intorno ad un testo letterario e non ad opere dove un testo letterario non è che il punto di partenza dell'invenzione musicale di un musicista. Nel caso di radiodramma letterario, che ha cioè il suo più autentico nucleo espressivo nella stesura del testo — e questo, ripeto, è di gran lunga il più frequente nella letteratura radiodrammatica dalle origini della Radio ad oggi — in tal caso la cosiddetta sonorizzazione, cioè le musiche e i rumori, si configurano come valori complementari, per quanto indispensabili, sui quali incide particolarmente il gusto e la sensibilità del regista.

Questo rapporto tra gli elementi che compongono, o possono comporre, un'opera radiofonica, dove l'elemento determinante, pur attraverso mille imprevedibili sfumature di peso, è il testo scritto, è il rapporto appunto che interessa di tener presente in una indagine sui problemi della regia radiofonica, come è questa che veniamo facendo.

### 3. La recitazione radiofonica.

« Le scritture sono, non già fatti fisici, che direttamente destino impressioni rispondenti alle espressioni estetiche, ma semplici indicazioni di ciò che si deve fare per produrre quei fatti fisici. Una serie di segni grafici serve a ricordarci i movimenti, che dobbiamo far eseguire al nostro apparato vocale, per emettere certi determinati suoni. Che poi l'esercizio ci permetta di sentire le parole senza aprir bocca e (cosa molto più difficile) di sentire i toni scorrendo con l'occhio sul pentagramma, tutto ciò non muta nulla all'indole delle scritture, che sono cosa assai diversa dal bello fisico diretto » (B. Croce, *Estetica*, cap. XIII). Ogni scrittura non musicale ha la sua virtuale esistenza nella dizione che traduca in suoni i segni grafici. V'è tuttavia un genere di scrittura

che più d'ogni altra, e quasi imperiosamente, sembra reclamare la vita fonica della parola detta ad alta voce; di più, della parola detta con la totale partecipazione di quegli che la pronuncia, sicché questi dimentica tosto di essere se stesso e s'investe del sentimento che la parola esprime e se ne riempie sino alla più intima fibra della sua umanità. È la parola drammatica, che è la voce di una creatura poetica, e che, penetrata come simbolo grafico nello spirito dell'attore, ne risorge come espressione vivente non più di lui, che par essersi ritratto ed essere scomparso, ma dell'altro, del personaggio; e con tanta maggior pienezza ed invadenza, quanto maggiore è stata la virtù creatrice del poeta, e quanto più illuminata e costruttiva è la virtù d'interprete dell'attore. Allora tutta la carica di caratterizzazione drammatica che era contenuta e come compressa in quei segni grafici non fiorisce ed esplose soltanto nel suono e nel ritmo delle parole, ma si imprime e si modella e propriamente si incarna nella persona stessa dell'attore, nella sua mimica, nei suoi gesti. L'estrinsecazione della parola drammatica non è mai esclusivamente verbale e si distribuisce nel gioco totale dell'attore, perché l'espressione degli uomini veri, come di quelli inventati dai poeti, è cosiffatta che va al di là della pura articolazione fonetica per integrarsi e rafforzarsi negli atteggiamenti del corpo che non se ne sta punto inerte quale immobile supporto di un organo vocale.

Così la parola drammatica ha trovato la sua forma al di là dei secoli e tale l'ha conservata. Non si parla di Teatro per apprestare un termine vittorioso di confronto con la Radio, che uscirebbe perdente se non trovasse proprio nella parola sufficienti risorse per non starsene appartata Cenerentola del palcoscenico; ma per fissare in tutta la sua chiarezza e in tutto il suo peso la capitale importanza della recitazione radiofonica. Che, per essere vivente fattore di espressione drammatica, deve trovare, partendo dal segno grafico, il suo pieno equilibrio nella pura dizione cui non viene in soccorso altro gioco di muscoli se non quelli dell'apparato vocale. E ciò suggerisce non solo quale frattura separi la recitazione radiofonica da quella teatrale, ma quale frattura la separi da quell'altra recitazione che è la facciata stessa di ogni atto e di ogni sentimento dell'uomo che vive la quotidiana vicenda della sua esistenza.

La recitazione radiofonica è la più difficile e la più pericolosa che possa toccare all'attore; come nessun'altra (teatrale, cinematografica, televisiva) essa nasconde l'inganno della facilità; e di una sorta di facilità che è sua soltanto. Essa può illudere sulla sua stessa più intima ed autentica natura ed arrestare l'attore al di qua della nascita del personaggio: cioè al limite di una corretta lettura della parte. Che è il maggior pericolo che sembra aver avvertito Pierre Renoir quando per la prima volta recitò alla Radio nell'opera radiofonica *Ithaque délivrée* di Edw. Sackville-West: « Un numero limitato di prove può indurre l'attore alla semplice lettura esatta della propria parte » (Pierre Renoir, *Le comédien, la parole et le silence*, in « Cahiers du Club d'Essais de la Radio-diffusion Française », Parigi, 1947, pag. 42). Ma non è solo questione di prove, quanto, e forse soprattutto, dello spostamento del centro di gravità della recitazione che, per l'attore radiofonico, è tutto nella parola, è tutto nella voce che da sola deve sostenere il peso della caratterizzazione e dell'espressione dram-

matica. Il personaggio, incarnato nell'attore, si presenta nello spazio radiofonico, che è il palcoscenico della Radio, e vi agisce non altrimenti percepibile che attraverso la mediazione della voce. Questo significa che l'attore radiofonico fallirebbe il suo difficile compito se ci desse del personaggio *la sola voce*, e non invece il personaggio *tutto intero nella sola voce*.

Tutto ciò è assai meno paradossale di quanto possa parere a prima vista. La consuetudine della nostra vita di relazione ci fornisce, delle persone che avviciniamo e conosciamo, un'informazione che è la risultante equilibrata e compensata di un insieme di dati strettamente connessi fra di loro. Con difficoltà, e solo a patto di un'attentissima osservazione, riusciamo ad avvertire in seno a questi dati delle incompatibilità e delle contraddizioni. Assai di rado, per esempio, ci avviene di avvertire una disarmonia tra la voce di una persona e i lineamenti essenziali del suo temperamento e della sua struttura fisica: riceviamo un'informazione che è la risultante di dati eventualmente contraddittori e che li unifica mascherando le contraddizioni stesse. Ma un'informazione analitica, come è quella che ci fornisce la Radio che isola la voce, può apportarci delle sorprese. Come quella contenuta nell'esperimento fatto recentemente dal « Gruppo di ricerche sulla voce » per conto del Centro di Studi Radiofonici della Radio Televisione Francese e che è riferito da Etienne Fuzellier (*Le groupe de recherches sur la voi*, in « Cahier d'études de Radio-Télévision », Parigi, 1954, fasc. 1). « È noto da tempo che l'ascoltatore, sentendo una voce sconosciuta, si costruisce spesso un'immagine fisica e morale molto falsa della persona che parla. I nostri test di caratterologia vocale hanno confermato questo punto, ma hanno anche posto in luce un fatto nuovo e capitale: l'errore è omogeneo. In altre parole: se si chiede ad un pubblico campione di descrivere l'immagine che si costruisce di uno sconosciuto del quale ha ascoltato la registrazione della voce, questo pubblico descriverà, per lo più, un'immagine assai lontana dalla realtà. *Ma queste descrizioni concordano*. Vale a dire che la grande maggioranza del pubblico scelto per l'esperimento immagina, ascoltando una voce, lo stesso tipo di personaggio ».

A parte il riflesso pratico che simile conclusione può avere nella scelta dell'attore radiofonico, essa sottolinea come la voce, assunta sia pure nei suoi semplici valori sonori, quando venga isolata dalla persona cui appartiene, può fornirci di questa persona un'immagine erronea. E ciò avviene perché i veicoli dell'espressione psichica costituiscono un sistema unitario e interdipendente, soggetto a quelle compensazioni per cui, ad esempio, la nobiltà dei gesti e dello sguardo non ci farà neanche avvertire, di una persona, la volgare e sgradevole inflessione della voce. Un'informazione incompleta, come è quella radiofonica, espone l'ascoltatore a degli errori capitali di valutazione. E allora spetta all'attore, e con lui al regista che lo guida e lo indirizza, di far sì che la recitazione verbale sia davvero l'equivalente della recitazione totale così come la realizza l'attore sul palcoscenico, e non, di quest'ultima, soltanto una parte. « Una buona recitazione — scriveva Charles Dullin — è innanzi tutto l'arte di far comprendere con chiarezza quello che si vuol esprimere, di dare alle parole il loro peso e il loro sapore, senza

insistenza e con naturalezza. Questo vale per la Radio come per il Teatro. Ma poiché alla Radio la parola non è rafforzata dalla mimica, la qualità del timbro e le sfumature della voce sono gli unici mezzi espressivi dell'attore. La voce allora diviene il vero strumento di comunicazione della nostra sensibilità, vale a dire che essa è o dovrebbe essere quasi il riflesso della nostra individualità, il nostro volto al microfono » (*De la diction radiofonique*, in « Cahiers du Club d'Essais », Parigi, 1947, pag. 44). La recitazione radiofonica è dunque una recitazione esclusivamente verbale; e, in quanto recitazione verbale, più intensa, più penetrante, più presente a se stessa e più controllata di quella che sul palcoscenico sarebbe sufficiente.

È appena il caso di rilevare che nella recitazione radiofonica i livelli vocali sono diversi dai livelli della recitazione teatrale; e non solo nel senso che il percorso della voce dal volto dell'attore al sensibilissimo microfono è assai più breve di quello che, oltre la ribalta, va dal palcoscenico alla sala di un teatro; ma anche nel senso che talvolta — in funzione di particolari prese microfoniche — il generale abbassamento di livello deve subire delle parziali e momentanee modificazioni. Qui, però, ci inoltriamo in una zona della recitazione radiofonica che esorbita dai termini indicati da Charles Dullin e per la quale entrano in gioco apprezzamenti diversi da quelli sul cui fondamento l'attore, indirizzato dal regista, è in condizione di autoregolarsi.

### 4. Funzione dei piani sonori.

Se l'impossibilità di integrare la recitazione verbale col gesto, col volto e con la stessa presenza fisica situa l'attore in una dimensione che non appartiene né alla realtà della quotidiana vita di relazione né a quella della secolare convenzione teatrale, se lo situa cioè in un'astrazione dove alla parola e alla voce si chiede una definizione espressiva pregnante così come il mezzo radiofonico esige, assai più addentro nell'astrazione si procede quando si considera l'aspetto per così dire oggettivo delle prestazioni verbali dell'attore. Quelle prestazioni verbali che non risultano dal modo della recitazione, bensì dal rapporto acustico fra l'attore e il microfono che ne capta la voce. E ciò il regista può ottenere variando la posizione dell'attore rispetto al microfono e, quando è opportuno e possibile, alterando le caratteristiche acustiche dello studio di ripresa o, più semplicemente, spostando all'interno di esso, e dove più conviene, la sorgente sonora.

Qui si tocca un tratto essenziale e di grandi risorse della regia radiofonica: la distribuzione prospettica delle voci. Che si configura duplicemente: come equivalente acustico della posizione dei personaggi nello spazio, e come mezzo per intervenire sulla recitazione stessa dell'attore.

Si è già accennato ai limiti di determinazione spaziale che impone il microfono. Esso non capta, né pertanto trasmette, le nozioni relative alla provenienza delle sorgenti sonore, che l'uomo possiede grazie all'ascolto biauricolare; ma solo nozioni di distanza. Le quali nozioni, per chi sia in ascolto di fronte a un altoparlante, si concretano nell'avvertire la sorgente sonora in un qualche punto situato lungo una retta immaginaria, costituente il prolungamento dell'asse del cono dell'altoparlante stesso. Lungo



questa retta immaginaria si determina la prospettiva radiofonica, che consente di collocare le sorgenti sonore entro lo spazio acustico; queste sono tuttavia assai meno esattamente individuabili di quanto non lo siano gli oggetti situati entro lo spazio prospettico ottico. Esse hanno un valore indicativo che non supera un numero abbastanza limitato di distanze passibili di valutazione da parte dell'ascoltatore. Lo sfruttamento dei piani sonori e una giusta distribuzione delle voci su di essi, rappresenta un accorgimento registico di grande importanza; anche qui, tuttavia — come già in altri casi ho avvertito — il mezzo radiofonico non consente il raggiungimento di effetti veristici, ma offre una dimensione convenzionale cui la regia deve adeguarsi e che può sfruttare come strumento di espressione drammatica.

La prospettiva acustica realizzabile alla Radio permette la determinazione di una serie di grandezze acustiche apparenti che — procedendo dal più vicino al più lontano — si dispongono a questo modo.

*Primissimo piano*; sensazione di più grande del vero e impressione che la voce si formi e quasi si materializzi davanti all'altoparlante, fra questo e l'ascoltatore; è una grandezza acustica irrealistica e in certo modo solo parzialmente assimilabile all'effetto di chi parli a pochi centimetri dal nostro orecchio, in quanto si producono molteplici alterazioni nel timbro della voce; il primissimo piano suggerisce, nella dimensione acustica, un'analogia col fenomeno ottico dell'immagine fortemente ingrandita da una lente. Da *primissimo piano* a *piano di presenza normale*; progressivo rientro nella normalità della sensazione acustica.

*Piano di presenza normale*; la voce non risulta né vicina né lontana; essa viene percepita nella sua naturalezza, senza deformazioni dovute ad avvicinamento, cioè non ingrandita, e senza che si avverta l'esistenza di uno spazio circostante più o meno vasto; si potrebbe pensare a un'analogia con la percezione ottica della figura intera, ma senza che si scorga l'ambiente circostante; per mantenere in *piano di presenza normale* una voce e suggerire nello stesso tempo l'ambiente che la circonda si dovrà collocare un'altra sorgente sonora più lontana dal microfono al fine di suscitare suoni riverberati.

*Piani lontani*; allontanando la sorgente sonora dalla posizione di *piano di presenza normale* si avverte una progressiva riduzione di intensità della voce e un instaurarsi, in proporzione inversa, di suoni riverberati (eco) dalle pareti dello studio; i suoni riverberati suggeriscono (in funzione del tempo di riverberazione) la minore o maggiore ampiezza dell'ambiente; salvo che lo studio sia rivestito di materiale assolutamente assorbente o che la ripresa abbia luogo all'aperto e senza superfici riverberanti prossime, che in tal caso non si avverte altro effetto che una riduzione dell'intensità della voce; via via che si produce o l'uno o l'altro fenomeno l'ascoltatore prova una sensazione acustica analoga a quella ottica di un retrocedere e di un rimpicciolirsi del personaggio.

Un conveniente impiego dei piani sonori, soprattutto se si può attuare un ricorrente riferimento al *piano di presenza normale* come valore di controllo per le posizioni relative vicine e lontane, definisce lo spazio radiofonico nel quale vengono a collocarsi, acusticamente dimensionati, i personaggi. Con molta approssimazione e molte riserve, il *piano di presenza normale* e quindi lo spazio acustico che lo contiene,

si potrebbe rapportare allo spazio ottico rappresentato dallo schermo cinematografico o da quello televisivo.

Lo sfruttamento dei piani sonori volto a suggerire la posizione reciproca dei personaggi o una loro immaginaria dimensione entro lo spazio acustico si può considerare una necessità costruttiva fondamentale al fine di impiantare con chiarezza le linee strutturali di una rappresentazione radiofonica. Sicché l'ascoltatore provi la benefica sensazione di essere stabilmente situato, di scena in scena, in un punto di ascolto dal quale assistere allo svolgimento della vicenda; e non la sensazione sgradevole e disorientante di un confuso e irrazionale emergere di voci avulse da quella dimensione che non può non figurarsi che le debba contenere; ovvero, di fronte a certe monotone riprese in primo piano, la sensazione di sfogliare un tedioso album di fotografie per tessera. Ma questo è principalmente un fatto di mestiere — di mestiere sorretto dal gusto, se vogliamo, — e che nella vicenda stessa e nel modo come nel copione è sviluppata trova inoppugnabili indicazioni, e dunque una traccia facile a individuarsi. Assai più sottile, e tutto intessuto di sensibilità e di intuizioni drammatiche e psicologiche, è invece l'impiego dei piani sonori al fine di intervenire nell'intimo del valore espressivo della recitazione e guidarne la resa poetica.

Si è visto, a proposito del problema generale della recitazione radiofonica, come questa non possa sussistere altrimenti che come recitazione verbale, e come l'attore radiofonico debba concentrare in questa ultima tutti quei valori espressivi complementari, ma niente affatto superflui e facoltativi, che in qualsiasi altro tipo di recitazione hanno sede nel gesto e negli atteggiamenti del volto. Ma si è anche accennato che la ripresa radiofonica consente per così dire un'azione dall'esterno sull'andamento della recitazione verbale. Questa azione si esercita situando la voce dell'attore, e dunque quella del personaggio, sull'uno o sull'altro piano sonoro per dimensionarla; ma non in funzione di reciprocità prospettica con le voci di altri personaggi, sebbene in pura funzione di peso e di qualità sonora della voce stessa. Naturalmente la zona acustica presumibilmente più feconda per questa forma di qualificazione espressiva, che integra i puri valori di dizione dell'attore, è contenuta fra il *piano di presenza normale* e il *primissimo piano*. Per il semplice fatto che un simile intervento registico, ove occorra, si rende per lo più necessario nei momenti in cui il personaggio, solo o dialogante, campeggia; quei momenti, cioè, nei quali la tensione espressiva è maggiore. È quando la corrente d'intesa fra attore e pubblico — se le cose si svolgessero sul palcoscenico — tocca il massimo di intensità, quando la statura stessa dell'attore sembra crescere, e il personaggio che egli incarna cancellare uomini e cose che gli sono intorno. In queste circostanze espressive una regia illuminata può decisamente intervenire sulla recitazione per dare alla voce dell'attore un'evidenza acustica, una definizione timbrica quale l'attore non potrebbe realizzare per ovvie ragioni di fisiologica impossibilità vocale. Ciò che non avrebbe nessun motivo di essere ricercato in teatro dove l'attore recita con tutta la sua persona e non con la parola soltanto; e che per contro si fa sullo schermo cinematografico che ha ospitato innumerevoli illustri casi di esaltazioni espressive giocate tra *primi* e *primissimi piani* di volti d'attori.

Non può essere questa la sede di addentrarsi

anche solo in una enumerazione dei possibili espedienti tecnici e delle relative risultanze foniche. Basta provarsi a immaginare qualche battuta drammatica nella gamma degli effetti acustici, e dunque espressivi, che va dal *primissimo piano* al *piano lontano*: tenendo presente che una determinata distanza microfonica produce innumerevoli effetti diversi a seconda del timbro di voce dell'attore, degli accenti che ritmano le parole, dell'intensità con la quale i suoni sono emessi. La voce può ingrandirsi, diventare appiccicosa e deformata, occupare con massiccia prepotenza lo spazio sonoro radiofonico, cosicché il personaggio che parla non sia che voce che si scopre in tutta la sua intimità; simile a certe facce ingigantite sullo schermo e delle quali ogni tratto appare ingrandito: i peli, le rughe, le crepe delle labbra, le fessure tra i denti. All'estremo opposto la voce può isolarsi contro una cortina di silenzio e divenire puro suono disumanato. Perché il microfono si fa quasi stregonesco strumento di incredibili mutazioni sonore, quando il suo gelido ed esatto sistema reattivo è convertito in sorprendente rivelatore di segreti sonori.

Oltre il microfono, poi, quando la voce è stata captata, è ancora possibile operare su di essa alterando i dati che il microfono fornisce. E ulteriormente si allarga il campo degli interventi di cui può valersi il regista per ottenere il massimo di resa espressiva della voce umana che è il solo, vero, più efficace strumento della rappresentazione radiofonica.

Esiste un altro intervento verbale, nella rappresentazione radiofonica, che non è voce di personaggio, ma voce che parla senza recitare, come recita chi debba dare testimonianza, parlando, della propria umanità, dei propri casi. Non v'è nessun motivo di aprire una casistica di queste voci disincarnate: che non hanno niente — per esempio — a che fare con le voci degli Angeli, se l'autore crede bene di chiamare Angeli in causa, come Molnar nel *Lilium*. Sono voci che stanno fuori del giro drammatico e che dunque nelle faccende drammatiche non sono impegnate. Per tramite loro l'autore parla in proprio e dice — poiché la Radio glielo consente, ed anzi spesso sembra che lo inviti e lo trascini — quel che gli par giusto di dire, mentre la vicenda che ha messo in movimento procede o si interrompe. Queste voci sono affidate alla cura esclusiva del regista che le manovra su di un piano acustico e con una timbratura che deve comunque staccarsi da quella dei personaggi.

## 5. La Sonorizzazione.

È già stato rilevato nelle pagine che precedono come l'opera del regista sia determinata dalla necessità di superare l'oggettività della pura e semplice presa microfonica — che darebbe dei valori acustici contrastanti con quelli che costituiscono l'esperienza dei nostri sensi — e di organizzare gli elementi che compongono l'opera radiofonica in una dimensione acustica convenzionale; vale a dire una dimensione acustica che, pur essendo fatta di valori microfonicici, rappresenta un equivalente della dimensione psico-fisiologica della nostra percezione uditiva. Una dimensione che diciamo *convenzionale*, ed equivalente a quella del nostro sistema uditivo, in quanto contiene il fenomeno acustico non già *come* è nella sua realtà oggettiva ed esterna a noi, bensì *come il regista vuole* che lo sentiamo; cioè come egli ritiene sia stato l'intendimento dell'autore.

Poiché il problema è essenziale, vediamo tradotto in un esempio concreto e il più possibile elementare, rifacendoci a quello già citato del dialogo in treno.

a) *Realtà psico-fisiologica soggettiva*. Gli interlocutori, interessati al dialogo, non avvertono — o quasi, e se mai a tratti — il rumore del treno. Il rumore del treno esiste, ma non è quasi avvertito; gli interlocutori, se volessero, potrebbero sentirlo.

b) *Realtà fisico-acustica oggettiva*. Un microfono collocato fra i due interlocutori capta tutte le sollecitazioni acustiche che lo investono senza operare alcuna selezione, cioè le voci degli interlocutori e il rumore del treno che lo disturba e a volte anche le sommerge. Ascoltando quel che esce da un microfono così sollecitato non siamo più in grado di operare la selezione che gli interlocutori operavano scorrendo in ferrovia. Il rumore del treno esiste, è avvertito e non è eliminabile.

c) *Realtà radiofonica convenzionale predisposta dal regista*. Per riprodurre il dialogo e far sì che le voci degli interlocutori risultino intelligibili, il regista deve eliminare il rumore del treno, limitandosi a delle brevi inserzioni nei momenti psicologicamente adatti del discorso. Il risultato è soddisfacente: si sentono tutte le parole e si sente a tratti, dove non nuoce, il rumore del treno. Mentre nei due casi precedenti il rumore del treno esisteva, in questo non esiste più, se non a tratti; sicché, anche volendo, non possiamo sentirlo fuori di là dove il regista lo ha inserito.

Con questo elementare atto di regia è stata creata una realtà convenzionale; che è una realtà soggettiva (dell'autore e del regista che ne interpreta l'opera) oggettivata acusticamente nell'esecuzione. Una realtà che deve essere accettata come tale dall'ascoltatore e che esiste solo nell'esecuzione radiofonica; e che — quel che è più importante — non corrisponde né a quella soggettiva dell'ascoltatore ove fosse stato in treno, libero di distrarsi, né a quella oggettiva del microfono. Ho voluto tornare sulla natura dell'intervento registico, che è atto di creazione di una realtà convenzionale, e tornarvi con una certa insistenza, perché mi pare che proprio muovendo da questo presupposto si possa intendere nel suo giusto significato il problema della sonorizzazione di un'opera radiofonica.

Fatta esclusione delle voci dei personaggi e delle altre eventuali voci che recitano senza incarnare dei personaggi, tutti i valori sonori che possono intervenire in una trasmissione radiofonica costituiscono gli elementi della sonorizzazione: musica prodotta dagli strumenti tradizionali, voci cantanti, musica prodotta con artifici propri della tecnica radiofonica (musica elettronica, musica concreta), voci umane delle quali non interessa l'intelligibilità delle parole (brusio, grida, risa, ecc.), rumori del mondo che ci circonda (ripresi dal vero o prodotti artificialmente). Tale il materiale sonoro di cui può disporre il regista.

A proposito della risorsa espressiva della sonorizzazione, fin dai primi anni d'esistenza della Radio, ci si è chiesti se la sonorizzazione debba essere realistica. A una domanda di questo genere non si risponde altrimenti che con un'altra domanda: che cosa significa, alla Radio, una qualificazione di questo genere? Il concetto di « realistico » è un non senso in termini radiofonici. Innanzitutto l'azione del radioregista è indirizzata a concretare in forma sensibile — cioè in



valori di rappresentazione — un'opera di fantasia, e cioè un'opera d'arte (non importa quale ne possa essere il grado di espressività e di bellezza); dunque a dare vita sonora a un organismo estetico, a una creazione dello spirito. E questo vale per qualsivoglia opera d'arte. Nella fattispecie radiofonica, inoltre, sappiamo come la letterale riproduzione della realtà oggettiva darebbe luogo ad un prodotto assurdo e incomprensibile, per il semplice fatto che l'ascoltatore non sarebbe in grado di operare quell'attività selettiva psico-fisiologica mediante la quale egli apprende un determinato avvertimento acustico e pertanto lo trasferisce dentro di sé; in altri termini, mediante la quale egli lo colloca nel quadro dei propri interessi spirituali e trasforma così l'inerte realtà oggettiva in una vivente realtà soggettiva.

Ribadito questo concetto — che d'altronde è determinante per tutte le operazioni cui è tenuto il radio-regista quando si accinge a mettere in onda un copione radiofonica — si può dire che il problema della sonorizzazione si identifica con la funzione stessa di simile mezzo espressivo; e quindi che non esiste un problema della sonorizzazione, ma tanti problemi diversi quanti sono i singoli casi di impiego della sonorizzazione medesima ogni volta che si rappresenta un lavoro radiofonico; compreso il caso negativo di una messa in onda che si limiti esclusivamente alla parola recitata. Nel qual caso il contrario del suono e del rumore, e cioè il silenzio, può divenire valore fonico positivo. Ogni opera, in definitiva, composta espressamente per la Radio o per la Radio adattata, reca nell'intimo della propria struttura poetica la chiave per impostarne la sonorizzazione; per meglio dire, la chiave per impostare in modo coerente quella sonorizzazione che rispecchia la veduta interpretativa del regista. Perché è chiaro che la stessa opera può legittimamente implicare soluzioni registiche diverse, come la storia della regia teatrale ci insegna.

Tenendo per fermo che il centro di gravità poetico di un'opera radiofonica risiede nella parola — salvo che non si tratti di lavoro esplicitamente musicale — è la parola stessa, in quanto manifestazione dei personaggi, che determina la scelta e l'organizzazione dei valori sonori entro i quali prender vita. Ne consegue una considerazione che per essere estremamente ovvia, si potrebbe ritenere superflua; questa: che qualsivoglia tipo di sonorizzazione e ogni singolo elemento di essa deve avere una precisa funzione espressiva. Deve cioè costituire una necessità, al fine di conseguire la massima resa poetica del testo drammatico che si rappresenta. È abbastanza facile valutare l'inutilità o, peggio, l'assurdità dell'impiego intempestivo dei rumori propriamente detti (mare, fiume, pioggia, porta che si apre e via dicendo); e in questo senso la considerazione che stiamo facendo è ovvia. Molto meno facile invece è la medesima valutazione, per quanto riguarda la musica. La sonorizzazione musicale — non importa se fatta con musica composta espressamente o scelta da materiale che già esiste — è un'arma a doppio taglio: per chi scrive per la Radio e, soprattutto, per chi realizza una trasmissione. Una musica — sia essa sottofondo alla parola o stacco fra due scene — non solo può essere mal collocata o mal scelta, che sarebbe alla fine il minor male; ma può ingannare sulla effettiva consistenza radiofonica di quel certo momento in cui la si chiama in causa. Una scena che

non funziona e che lascia insoddisfatti, uno stacco fra due scene che risulti equivoco e inesplicabile senza sonorizzazione musicale, possono davvero reclamare l'intervento della musica che realizzerà l'equilibrio previsto: in questo caso la musica è necessaria e, se ben scritta o ben scelta, assolve al proprio compito. Ma le stesse deficienze possono derivare non dalla necessità di una sonorizzazione musicale, sebbene da cattiva recitazione, uso errato di piani sonori, insomma da insufficiente messa a fuoco radiofonica. E allora il regista deve guardarsi dal cadere nel tranello di una sonorizzazione musicale a sproposito; perché la falla che si è aperta per difetto di regia non si tura altrimenti che portando rimedio là dove sta il male, e non cedendo alla facile illusione che la musica possa esprimere quel che non si è saputo esprimere coi mezzi che era necessario mettere in opera.

Se ai fini del nostro discorso non interessa individuare questo o quel problema di sonorizzazione proprio per il fatto, già accennato, che ogni nuova opera reca con sé i propri problemi, mette conto invece di indicare i due modi d'impiego fondamentali della sonorizzazione; che possono, beninteso, realizzarsi anche contemporaneamente all'interno di una stessa regia. La sonorizzazione intesa alla stregua della scenografia teatrale ovvero intesa come rivelatrice di una condizione psicologica di un personaggio o di un gruppo di personaggi.

L'impiego dei piani sonori nella ripresa delle voci degli attori definisce — come in precedenza abbiamo osservato — lo spazio radiofonico nel quale sono situati e si muovono i personaggi. Si riesce così a determinare un equivalente acustico dello spazio scenico teatrale — per quanto quest'ultimo si avvantaggi di una definizione assai maggiore che è dovuta alla maggiore esattezza dell'informazione visiva rispetto a quella auditiva. Ma i personaggi, collocati in tal modo entro lo spazio radiofonico, si trovano ad agire nel vuoto o quanto meno in un qualche ambiente di cui l'ascoltatore non ha nozione diretta, ma che indirettamente conosce attraverso allusioni del dialogo o posticce e sempre inefficaci descrizioni affidate ad un annunciatore. È perfettamente legittimo che si ometta di definire i luoghi nei quali agiscono i personaggi. Quanto meno per due attendibilissime ragioni: perché così ha prescritto l'autore, ovvero perché così ha deciso il regista. La regia teatrale ci fornisce degli esempi di simili soluzioni scenografiche; le quali tuttavia, sul palcoscenico, sono di gran lunga più sconcertanti che alla Radio. La rinuncia a suggerire l'ambiente è presumibile che induca il regista ad una cura particolarmente meticolosa della recitazione e dei piani vocali; anche perché l'attenzione dell'ascoltatore deve, a tutti i costi e senza interruzioni, appuntarsi sui personaggi la cui configurazione verbale non è ammesso che si sfochi.

Ove si scelga l'altra strada, quella cioè di collocare la vicenda in un ambiente, allora soccorre la sonorizzazione con la vastissima gamma delle sue possibilità e dei suoi artifici. L'esperienza d'ascolto di chiunque abbia una certa familiarità con la Radio è sufficiente a rammentare quali e quante possono essere le specifiche soluzioni di questo problema registico. Occorre appena sottolineare il presupposto che condiziona la riuscita di qualsiasi buona scenografia sonora: ogni componente di questa labile struttura di rumori e di suoni deve avere una collocazione calibrata sul tessuto verbale della vicenda,

deve essere cioè collocata là dove è in condizione di assumere la più grande attendibilità psicologica e pertanto, nei confronti dell'ascoltatore, il massimo di definizione poetica e narrativa. In un certo senso si potrebbe dire che alla Radio la percezione della scena che circonda i personaggi è in funzione dell'inquadratura acustica, e quindi del piano sonoro, in cui la voce o le voci sono di volta in volta collocate. E questo ci induce ad avanzare l'ipotesi, qui, di una possibile analogia col cinema, nel senso di un parallelismo fra la capienza visiva dell'inquadratura cinematografica e la capienza acustica di quella radiofonica.

Ma oltre alla funzione descritta di allusione scenica e cioè di componente scenografica della rappresentazione radiofonica, musica e rumori possono essere intesi ed impiegati come valori espressivi connessi alla vicenda interiore dei personaggi e ai loro stati d'animo. Sono allora una sorta di proiezione sonora del personaggio valida a renderne più incisiva o più patetica la caratterizzazione. Al limite, un rumore può valere addirittura a definire la struttura fisica di un personaggio, come « i passi di Gian Gabriele Borkman » cui faceva cenno un giorno Enzo Ferrieri. È però un caso limite; perché, come notava giustamente Ferrieri, sarebbe ridicola e intollerabile una simile sottolineatura sonoristica applicata ad un personaggio per il quale i passi non rappresentino quel che per Gian Gabriele Borkman rappresentano appunto i suoi passi.

(257)

(Torino, ottobre 1955).

Un nuovo libro d'arte della

**EDIZIONI RADIO ITALIANA**

Cesare Brandi

**IL TEMPIO MALATESTIANO**

Lire 7.000

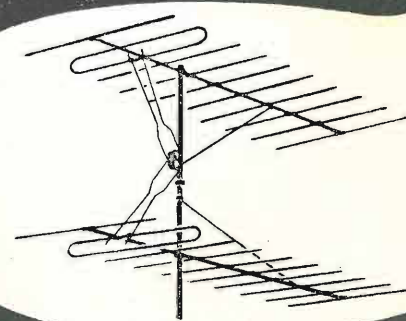
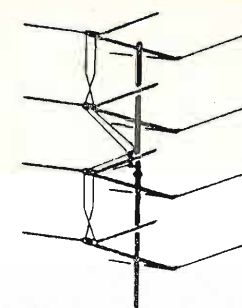
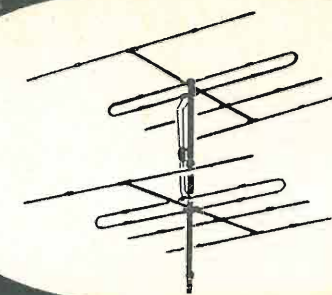
Uno dei maggiori monumenti del Rinascimento ci viene dall'incontro di due fra i più grandi artisti di tutti i tempi, Leon Battista Alberti e Paolo della Francesca, con uno dei più raffinati scultori dell'epoca, Agostino Di Duccio.

Il saggio critico è arricchito da note storiche sulle vicende del Tempio e sulla vita del Signore di Rimini: Sigismondo Pandolfo Malatesta.

Edizione numerata con 100 illustrazioni in bianco e nero e 3 tavole a colori fuori testo.

Per richieste dirette rivolgersi alla EDIZIONI RADIO ITALIANA, Via Arsenale, 21 - Torino

**Antenne  
TV-MF**



**KATHREIN**

*la più vecchia e la più grande  
fabbrica europea  
30 anni di esperienza*

Rappresentante generale:

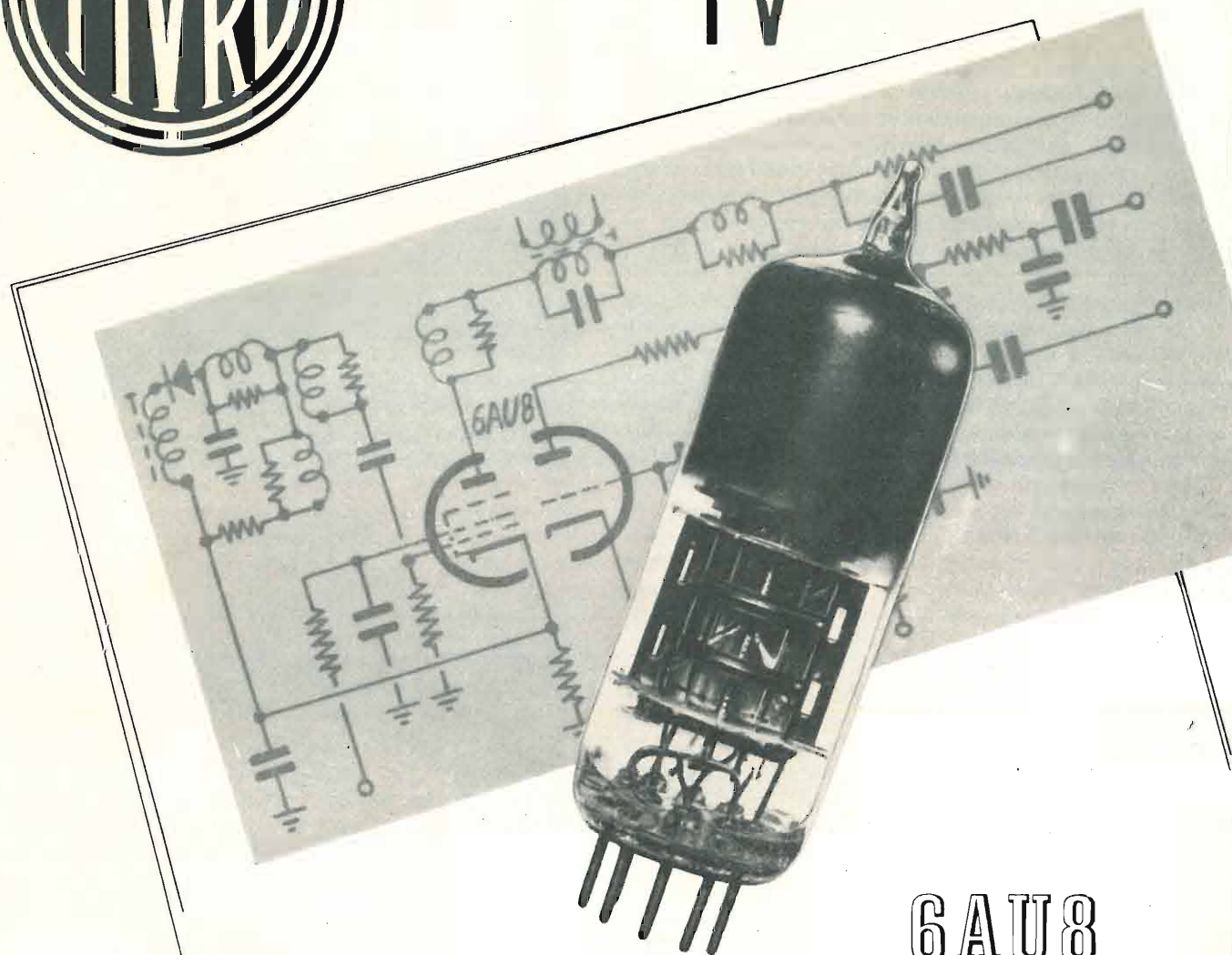
**Ing. OSCAR ROJE**

VIA TORQUATO TASSO, 7 - MILANO - TEL. 432.241 - 462.319



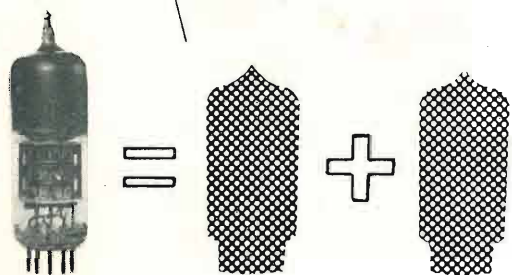


# NUOVE VALVOLE TV



## 6AU8

*È la valvola di qualità per il televisore dell'avvenire*

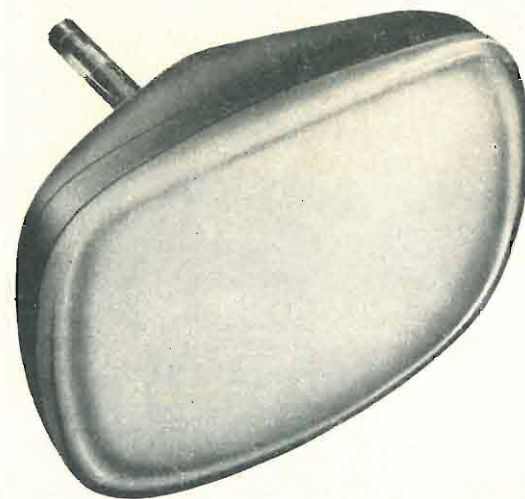


Triodo: separatore di sincronismo  
Pentodo: amplificatore B. F. video

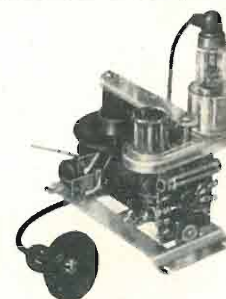
AIFA 56

### FABBRICA ITALIANA VALVOLE RADIO ELETTRICHE

Via Guastalla 2 - MILANO - Tel. 700.335 - 700.535



# TV



cinescopi · valvole · parti staccate

La serie dei cinescopi Philips copre tutta la gamma dei tipi più richiesti: da quelli per proiezione a quelli a visione diretta con angolo di deflessione di 70° o di 90°, con o senza schermo metallizzato, con focalizzazione magnetica o elettrostatica ecc.

Tra le valvole e i raddrizzatori al germanio Philips si ritrovano tutti i tipi richiesti dalla moderna tecnica costruttiva TV.

Nella serie di parti staccate sono comprese tutte le parti essenziali e più delicate dalle quali in gran parte dipende la qualità e la sicurezza di funzionamento dei televisori: selettori di programmi con amplificatore a.f. "cascade", trasformatori di uscita di riga e di quadro, unità di deflessione e focalizzazione sia per 70° che per 90°.

## televisione



# PHILIPS



*Un'interessante novità della*

## EDIZIONI RADIO ITALIANA

È uscito nella collana "LETTERATURE E CIVILTÀ"

**Salvatore Rosati**

### STORIA DELLA LETTERATURA AMERICANA Lire 1.700

*Se da alcuni decenni a questa parte abbondano saggi, letture, traduzioni, solo ora si va formando una scuola critica che affronta problemi e figure della letteratura americana. L'opera di Salvatore Rosati, presentando per la prima volta un'esposizione sistematica e omogenea di questa tradizione letteraria, offre un contributo critico di grande interesse nel quadro di un avvincente panorama storico della vita d'America.*

#### Nella stessa "collana":

VITTORIO SANTOLI: STORIA DELLA LETTERATURA TEDESCA	L. 2.000	SABATINO MOSCATI: PROFILO DELL'ORIENTE MEDITERRANEO (Panorami di civiltà preclassiche)	L. 2.500
JOSE' M. VALVERDE: STORIA DELLA LETTERATURA SPAGNOLA	L. 1.700	ETTORE LO GATTO: STORIA DELLA LETTERATURA RUSSA	L. 2.000

#### In corso di stampa:

ENZO PACI: STORIA DEL PENSIERO PRESOCRATICO  
FRANCESCO GABRIELI: ASPETTI DELLA CIVILTÀ ARABO-ISLAMICA

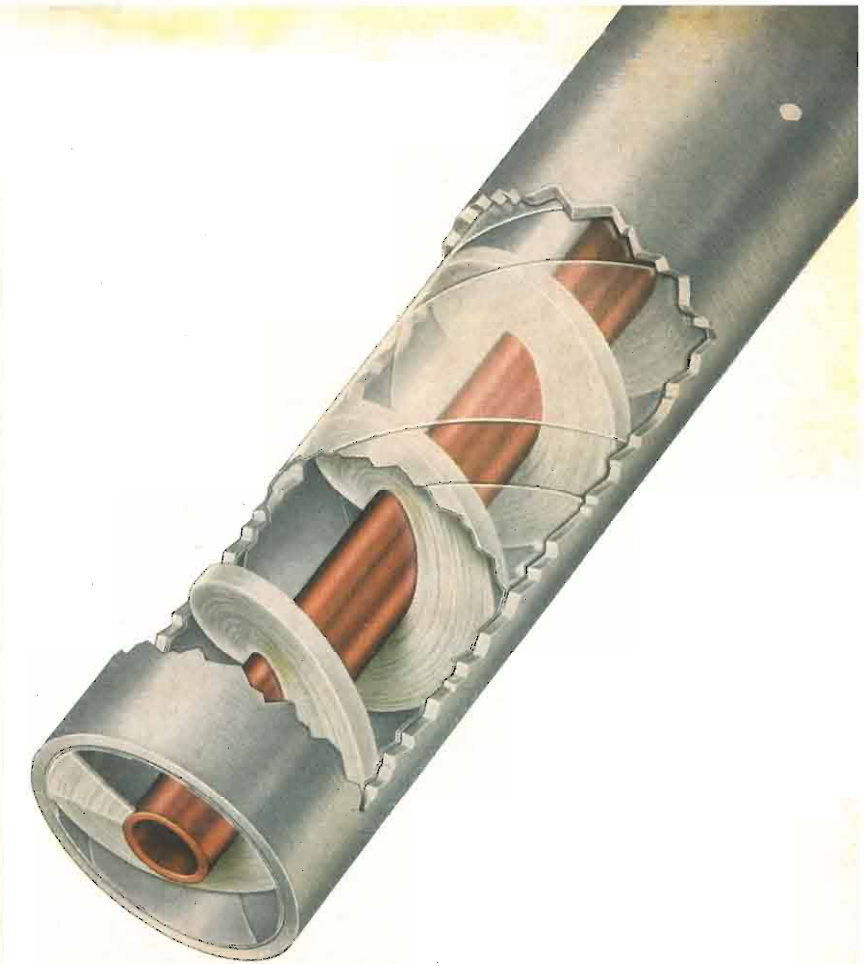
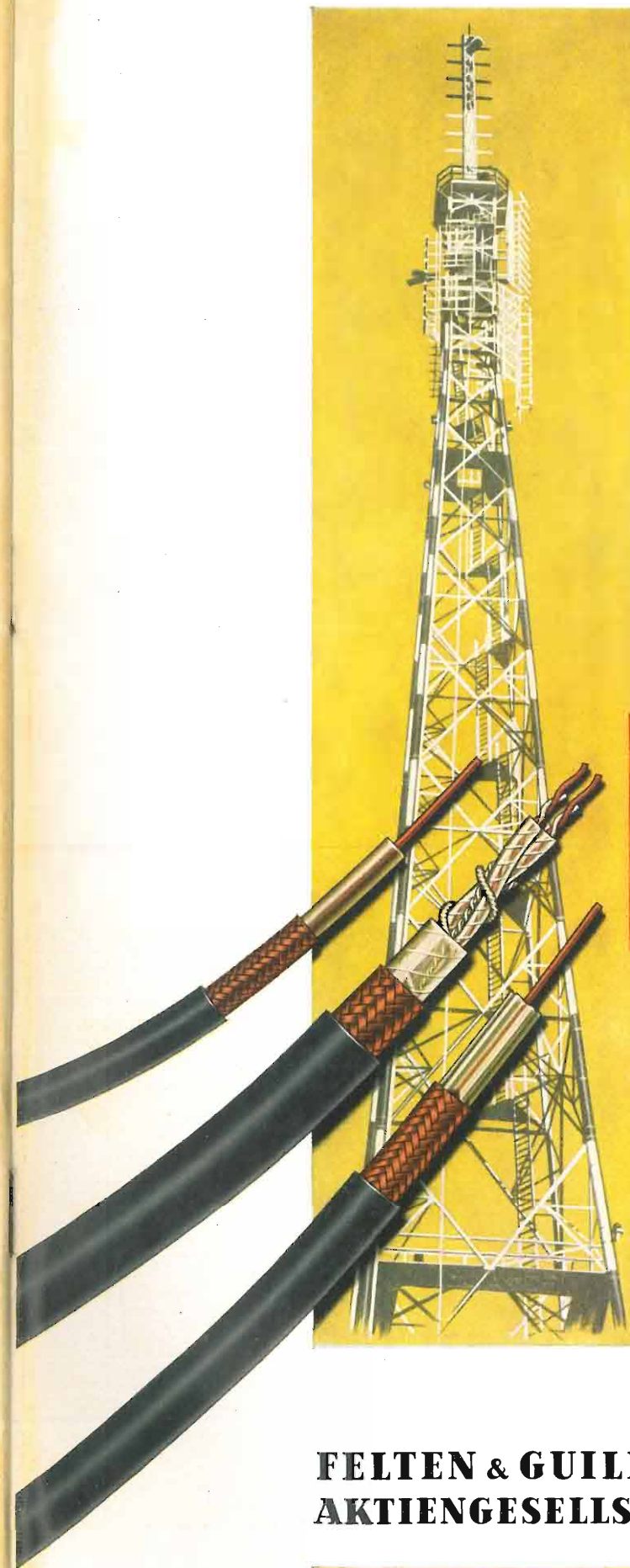
#### In preparazione:

GIOVANNI MACCHIA: STORIA DELLA LETTERATURA FRANCESE  
GABRIELE BALDINI: STORIA DELLA LETTERATURA INGLESE

*Ogni volume, rilegato in tela ed oro con sovracoperta, è integrato da cenni bio-bibliografici ed indici dei nomi e degli autori*

In vendita nelle principali librerie. Per richieste dirette rivolgersi alla EDIZIONI RADIO ITALIANA (Via Arsenale, 21 - Torino), che invierà i volumi franco di spesa contro rimessa anticipata dei relativi importi. I versamenti possono essere effettuati sul conto corrente postale n. 2/37890.

(Stampatrice ILTU)



# F&G

### cavi per alta frequenza

per tutte le potenze sino a 1000 kW  
e frequenze sino a 4000 MHz

cavi di trasmissione AF con nastro di styroflex avvolto ad elica

cavi di trasmissione AF con isolamento pieno in materiale sintetico

cavi di ricezione AF concentrici e simmetrici

cavi speciali di ricezione AF



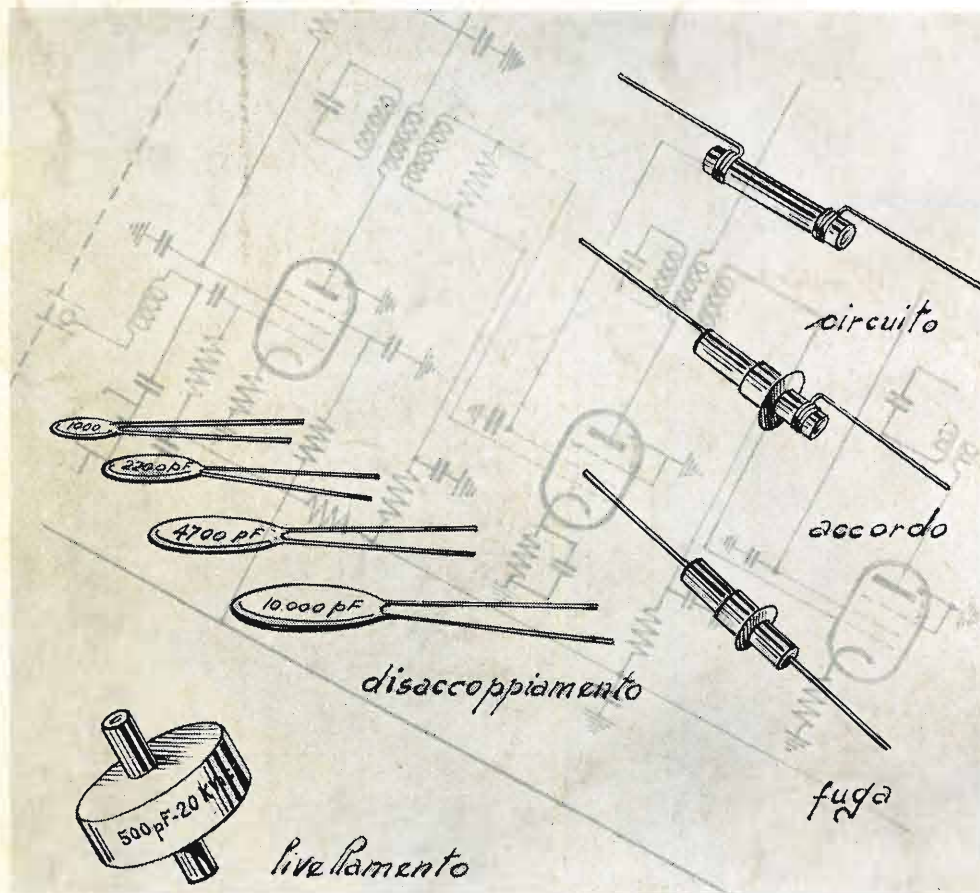
**FELTEN & GUILLEAUME CARLSWERK  
AKTIENGESELLSCHAFT · KÖLN-MÜLHEIM**

RAPPRESENTANZA GENERALE PER L'ITALIA

DITTA ING. OSCAR ROJE - MILANO - VIA T. TASSO, 7 - TEL. 432.241  
462.319



# MICROFARAD



\* L'efficienza dei ricevitori TV-FM è assicurata con l'impiego dei condensatori ceramici della MICROFARAD

\* I condensatori ceramici MICROFARAD sono fabbricati e collaudati su macchine interamente automatiche

\* Posseggono doti di robustezza e di stabilità ineguagliabili

\* Sono perfettamente tropicalizzati e possono, senza inconveniente alcuno, lavorare normalmente fra  $-20^{\circ}$  e  $+90^{\circ}$  C

## CONDENSATORI CERAMICI PER TELEVISIONE E MODULAZIONE DI FREQUENZA

★ **MAGGIORE CAPACITA'**

★ **MAGGIORE PRECISIONE**

★ **MINORI DIMENSIONI**

★ **MINORI PREZZI**

AGENZIE CON DEPOSITO: Milano - Torino - Genova - Bologna - Bolzano - Trieste - Firenze  
Roma - Napoli - Catania - Cagliari

**Fabbrica Italiana Condensatori s.p.a.**  
Via Bergoglio, 18 - 20 MILANO - Telef. 97.00.77 - 97.01.14