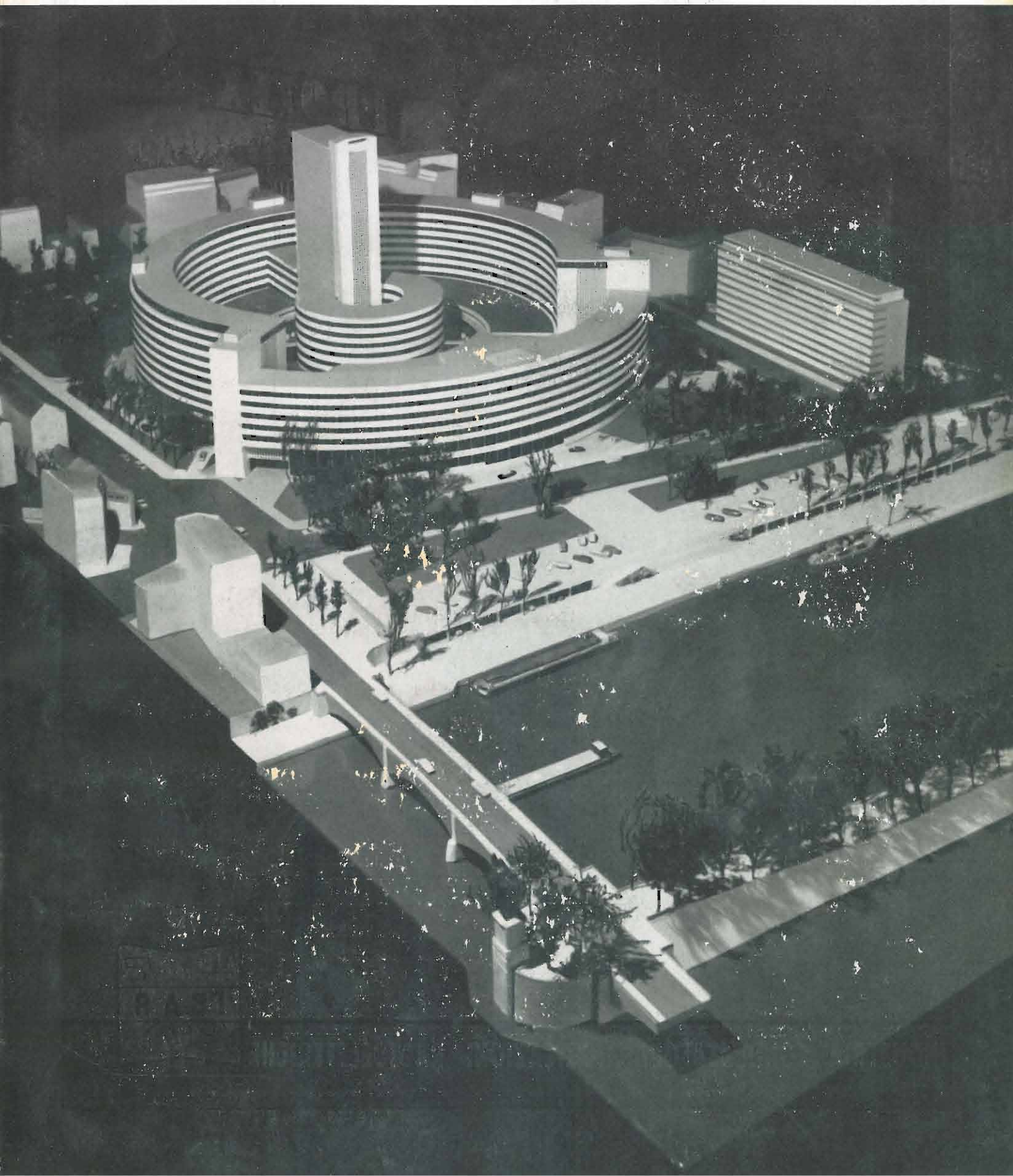


# ELETTRONICA

EDIZIONI RADIO ITALIANA - ANNO IV - GENNAIO - APRILE 1955 - NUMERI 1 e 2 - L. 500



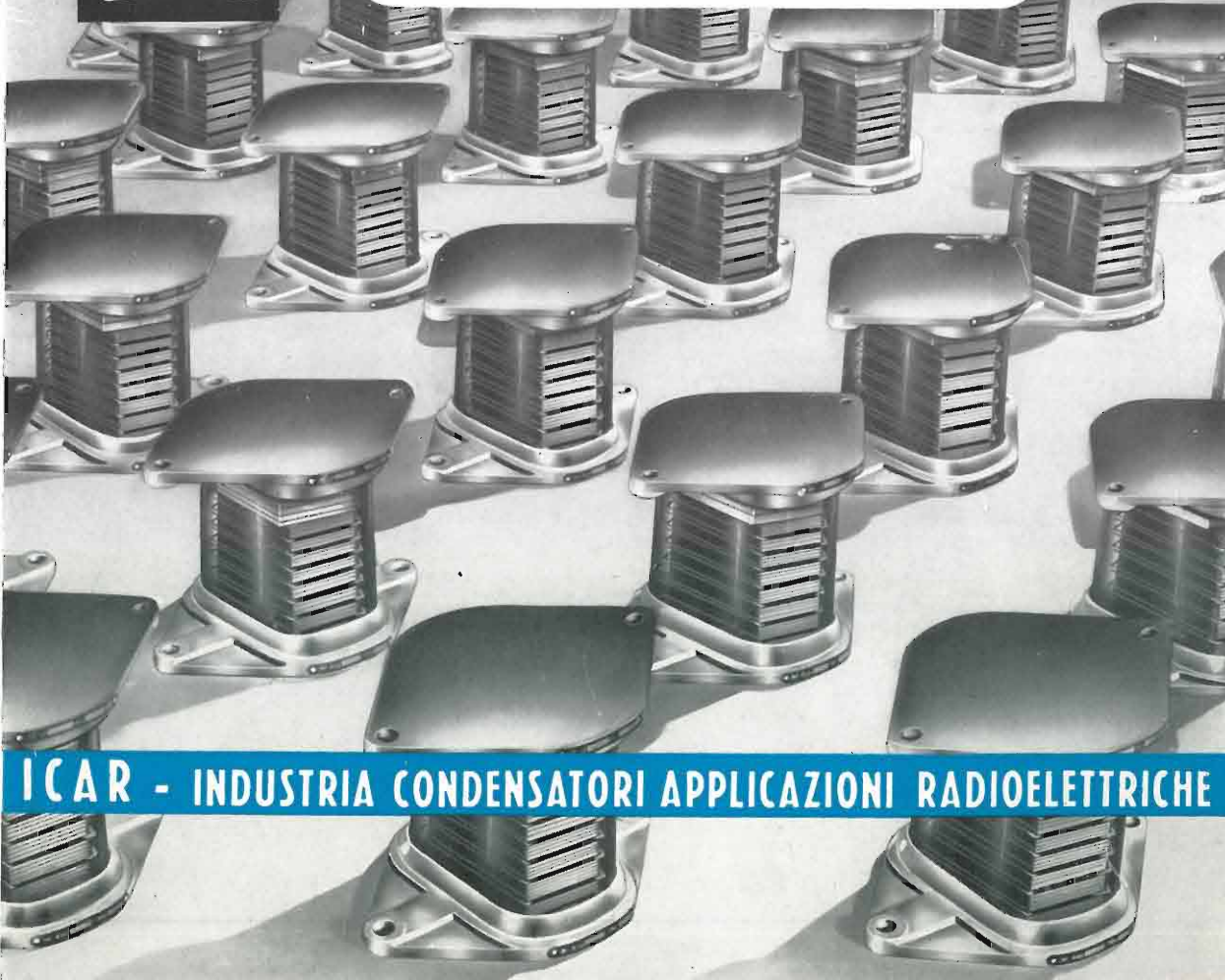


## Condensatori di potenza a mica in olio:

# CM 50

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

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



**ICAR - INDUSTRIA CONDENSATORI APPLICAZIONI RADIOELETTRICHE**

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

# Ing. S. & Dr. GUIDO BELOTTI

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

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

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

## WESTON



Pila campione Weston



Wattmetro elettrodinamico portatile di precisione Weston



Oscillografo Du Mont



Milliamperometro Weston a coppia termoelettrica



Tester 20.000 ohm/volt Weston



Voltmetro a valvola General Radio



Analizzatore elettronico Weston



Generatore segnali campione General Radio



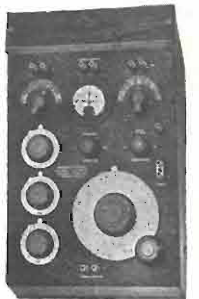
Galvanometro Weston



Variatori di tensione «Variac» (Licenza General Radio)



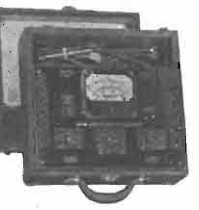
Voltmetro Weston di precisione



Ponte RCL General Radio



Macchina cinematografica Du Mont per oscillografo



Prova circuiti Weston



Amperometro Weston

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

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

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

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

## GENERAL RADIO COMPANY

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

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

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

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

## ALLEN B. DU MONT

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

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

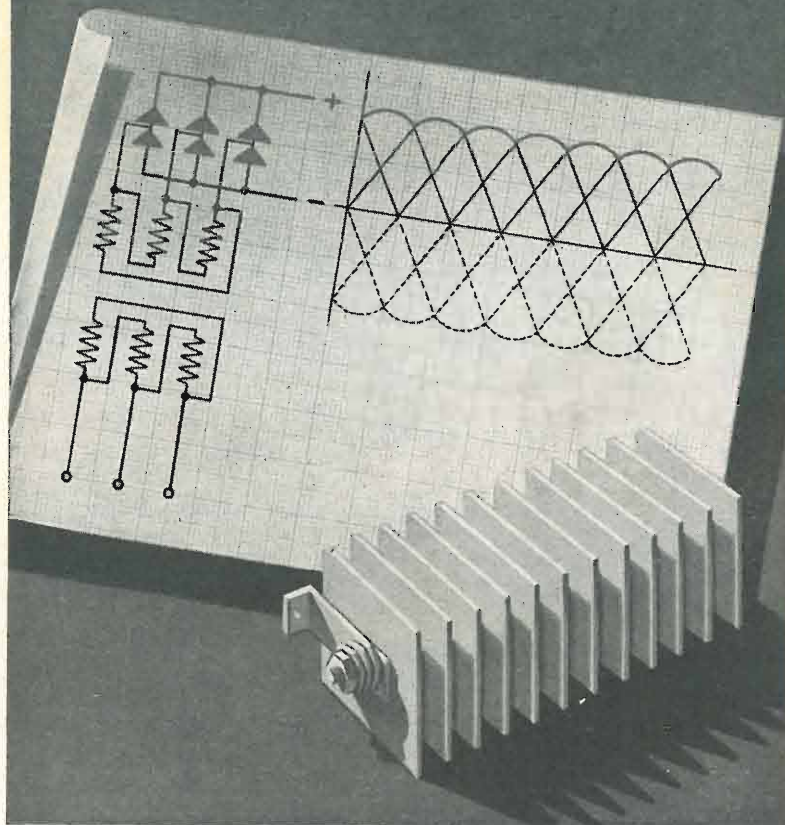
**Macchine fotografiche e cinematografiche** per oscillografi - Macchine speciali per fenomeni ultra-rapidi e per stampa immediata - Commutatori elettronici - Calibratori di tensione per oscillografi - Scale calibrate - Filtri cromatici - Schermi magnetici - Sonde per alta frequenza - Lenti per proiezione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

## LABORATORIO DI RIPARAZIONI E TARATURE

FIERA DI MILANO - 12-27 aprile 1955 - Padiglione Elettrotecnica - Posteggio 33195 - Telef. 499-563



# Raddrizzatori al Selenio



La F.A.C.E. costruisce colonne di raddrizzatori montate adatte per qualsiasi impiego.

Le loro principali caratteristiche sono:

- Impiego di piastre raddrizzanti di altissima qualità aventi minima corrente inversa e con perdite quindi trascurabili.
- Durata massima dell'elemento e possibilità di assorbire senza danno temporanei sovraccarichi.
- Semplicità di montaggio dovuto all'impiego di piastre raddrizzanti del tipo brevettato «centro carta» che consente l'allestimento con ranella distanziatrice rigida anziché con disco di contatto elastico
- Assoluta sicurezza del contatto elettrico tra le piastre e resistenza minima al passaggio della corrente di erogazione
- Possibilità di verniciatura dell'elemento per immersione.
- Possibilità di protezione dell'elemento con vernici del tipo tropicale per garantire il funzionamento dell'elemento stesso in qualsiasi ambiente.
- Gamma vastissima di tipi realizzati tale da consentire per ogni impiego la scelta più opportuna.

La F.A.C.E. è in grado di dare una completa assistenza tecnica.

Dettagliati prospetti illustrativi saranno inviati a richiesta

FACE - UFFICIO PUBBLICITÀ



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

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



## ANALIZZATORE ELETTRONICO

Mod. 130/S

Sonda per R. F. con tubo elettronico - Misura capacità da 10 PF a 4000 PF - Sonda per A. T. fino a 50 000 V.

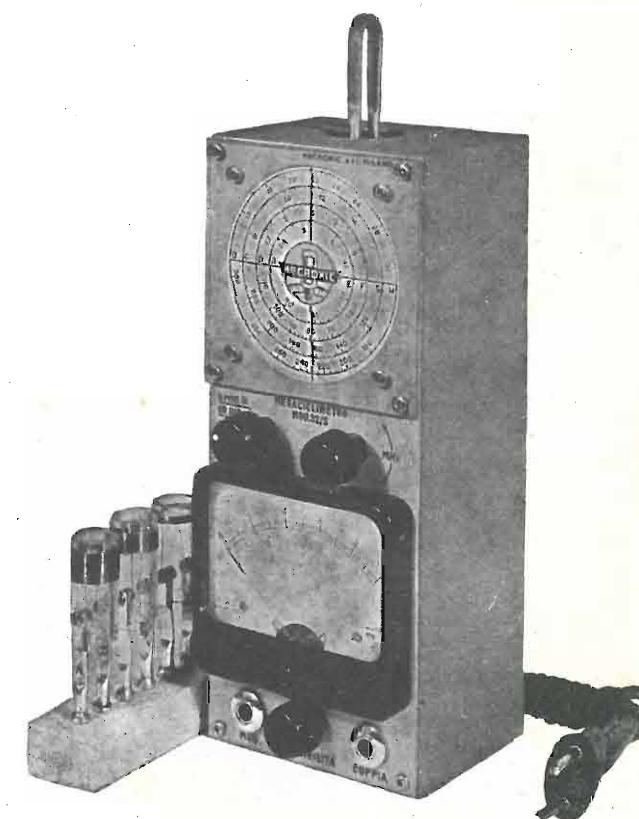
Per la misura del valore fra picco e picco di tensioni di forma qualsiasi da 0,2 a 4200 V; del valore efficace di tensioni sinusoidali da 0,1 a 1500 V; di tensioni c. c. positive e negative da 0,1 a 1500 V; di resistenze da 0,2  $\Omega$  a 1000 M $\Omega$ ; di capacità da 10 pF a 4000 pF. Con la Testina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



## MISURATORE DI CAMPO Mod. 105/S

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

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



## MEGACICLIMETRO Mod. 32/S

Taratura di frequenza:  $\pm 2\%$  - Portata: 2MHz

$\div$  360 MHz generatore di barre

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

RICHIEDETE **BOLLETTINI DI INFORMAZIONI MECRONIC**

MECRONIC - FABBRICA ITALIANA APPARECCHI ELETTRONICI DI MISURA E CONTROLLO

s. r. l.

MILANO - VIA GIORGIO JAN 5 (PORTA VENEZIA) TELEF. 221-617



ELEMENTI AL SELENIO PER QUALSIASI APPLICAZIONE

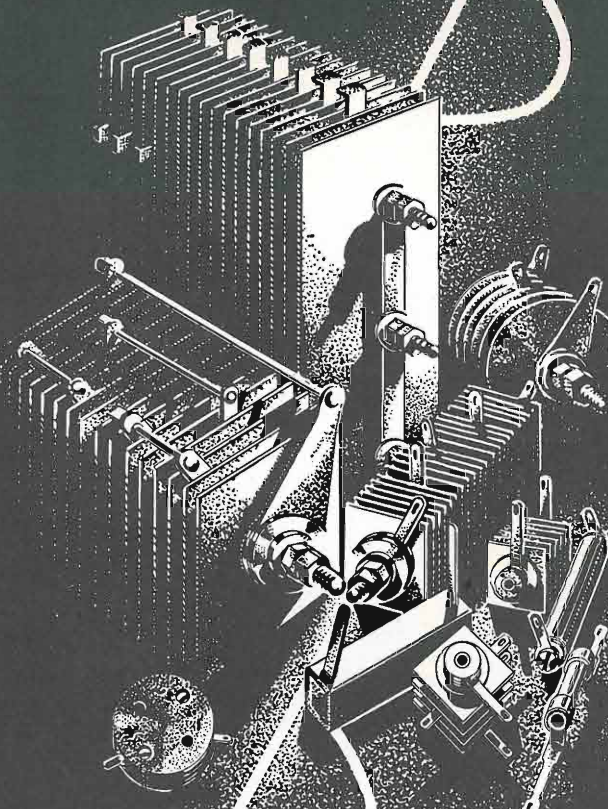
GRUPPI RADDRIZZANTI PER:

GALVANOPLASTICA E CARICA BATTERIE  
ALIMENTATORI TELEFONICI  
" " ARCHI CINEMA  
" " PIANI MAGNETICI

RADDRIZZATORI RADIO

" " A PICCOLA SUPERFICIE  
" " ALL'OSSIDO DI RAME PER  
STRUMENTI DI MISURA

DIODI AL GERMANIUM E AL SILICIO  
MODULATORI AD ANELLO AL GERMANIUM  
E ALL'OSSIDO DI RAME



**SELENE**  
RADDRIZZATORI AL SELENIO

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

**AESSE**

APPARECCHI E STRUMENTI SCIENTIFICI ED ELETTRICI

VIA RUGABELLA, 9 - MILANO - TEL. 891.896 - 896.334

Ind. Telegraf. AESSE - Milano

**APPARECCHIATURE  
PER TV E UHF**

**RIBET & DESJARDINS - Parigi**

Vobulatore:  $2 \div 300$  MHz

Oscillografo:  $2 \text{ Hz} \div 10$  MHz

**FERISOL - Parigi**

Generatore:  $8 \div 220$  MHz

Generatore:  $5 \div 400$  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 genera-  
tore di barre

Apparecchiatura portatile per con-  
trollo televisori

Q-metri

Voltmetri a valvole

**FUNKE - Adenau (Germania)**

Misuratori di campo relativo per  
installazione antenne

Provavalvole

**KURTIS - Milano**

Stabilizzatori di tensione a ferro  
saturato ed elettronici

TUTTI I PROBLEMI DELL'ISOLAMENTO E  
DELL'ASSORBIMENTO ACUSTICO NELL'EDI-  
LIZIA CIVILE ED INDUSTRIALE SONO INTE-  
GRALMENTE ED ECONOMICAMENTE RI-  
SOLTI CON I MATERIALI ED I SISTEMI VIC.

**VIC  
ITALIANA  
VIC**

Senza più ricorrere a pannelli di elevato costo e di complicato mon-  
taggio, con l'ACOUSTICAL PLASTIC VIC, che si applica sotto  
forma di INTONACO direttamente incorporato sulle pareti grezze,  
otterrete le migliori attenuazioni acustiche alla trasmissione con van-  
taggi tecnici ed economici.



Con l'ACOUSTICAL PLASTIC  
VIC risolverete esteticamente e  
radicalmente i problemi di COR-  
REZIONE ACUSTICA in Teatri  
di posa - Auditori - Sale di ripro-  
duzione fonografica - Cinema-  
tografi - Sale da spettacolo ecc.

e di RIDUZIONE DEL LIVELLO  
SONORO negli opifici rumorosi  
(sale di tessitura - officine - carroz-  
zerie ecc.) e negli uffici e locali  
rumorosi (centri meccanografici -  
saloni di telescriventi - centrali  
telefoniche - scuole - locali pub-  
blici ecc.).



LA SOLUZIONE DEL VOSTRO PROBLEMA, ACCOMPAGNATA DA  
PRECISO PREVENTIVO TECNICO ED ECONOMICO, VI SARÀ  
GRATUITAMENTE PRESENTATA DALL'UFFICIO TECNICO DELLA

**VERMICULITE & PERLITE INDUSTRIAL CORPORATION - VIC ITALIANA S. p. A.**

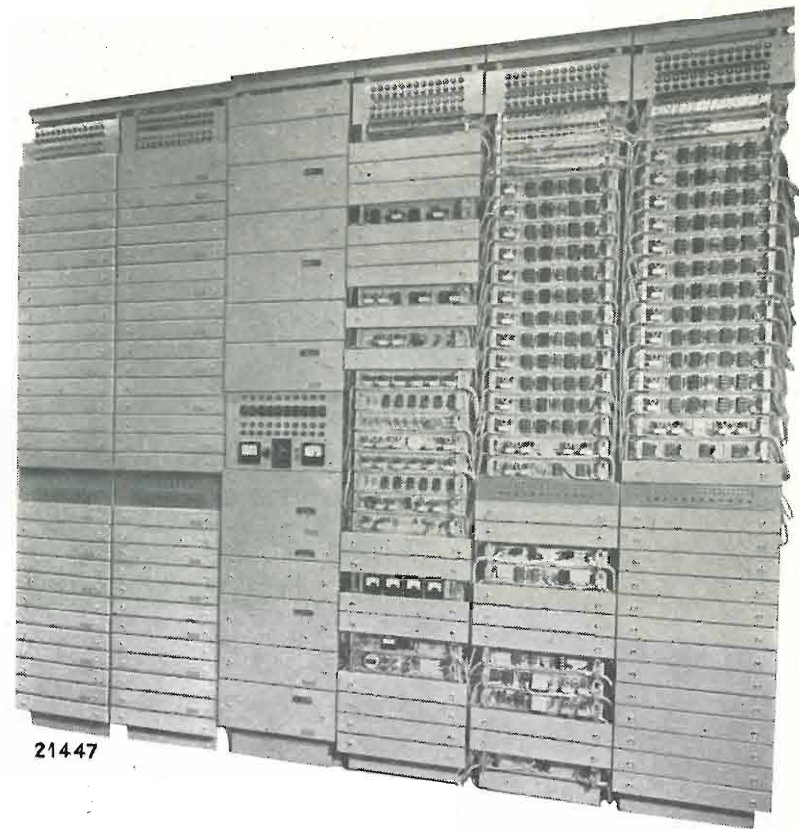
VIALE MAINO, 3 - MILANO - TELEF. 70.19.81 - 79.25.30



# MAGNETI MARELLI

Testata Multiplex a trasposizione  
di frequenza per 60 canali telefo-  
nici.

(Equipaggiata per 24 canali, completa di  
convertitore di chiamata, fornito alla Spett.  
SET per il terminale di Napoli del ponte  
radio Napoli-Capri-Ischia).



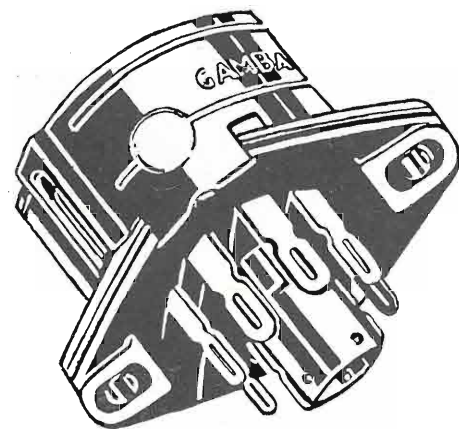
21447

FABBRICA ITALIANA MAGNETI MARELLI - MILANO - Casella Postale 3400

PRIMARIA FABBRICA EUROPEA SUPPORTI PER VALVOLE

# SUVAL

di G. Gamba



Sede:

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

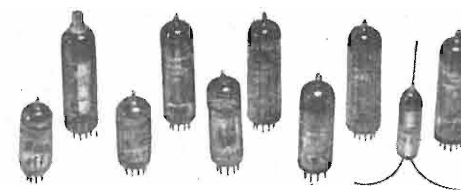
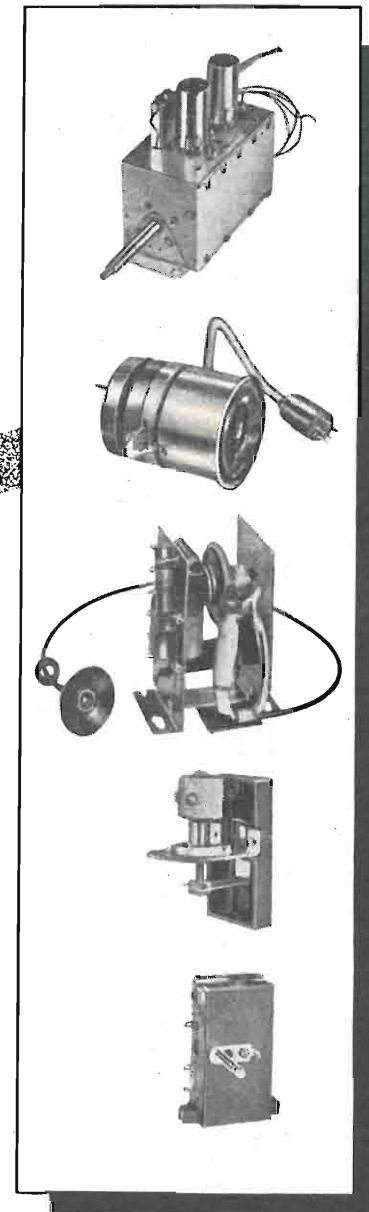
Stabilimenti:

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

ESPORTAZIONE



cinescopi  
valvole  
parti staccate **TV**



La serie dei cinescopi PHILIPS si estende dai tipi per proiezione ai tipi di uso più corrente per visione diretta. I più recenti perfezionamenti: **trappola ionica, schermo in vetro grigio normale e metallizzato, fuoco uniforme** su tutto lo schermo, ecc., assicurano la massima garanzia di durata e offrono al tecnico gli strumenti più idonei per realizzare televisori di alta classe.

La serie di valvole e di raddrizzatori al germanio per televisione comprende tutti i tipi richiesti dalla moderna tecnica costruttiva.

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. cascode, trasformatore di uscita, di riga e di quadro, unità di deflessione e di focalizzazione**, ecc.

MILANO - PIAZZA IV NOVEMBRE, 3

# PHILIPS



**NON PERDETE TEMPO!**

**RITAGLIATE IL TALLONCINO IN CALCE E SPEDITELO ALLA DITTA**

*Gian Bruno Castelfranchi*

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

**Ditta G. B. CASTELFRANCHI**  
MILANO - Via Petrella, 6

NOME  
COGNOME

VIA

CITTÀ

La meta del 1955

**HANNOVER**

il massimo mercato  
della

**INDUSTRIA  
ELETTRICA**

tedesca

per

Beni strumentali  
e di consumo

solo alla

Fiera Industriale  
Tedesca - Hannover

24 Aprile — 3 Maggio 1955

Informazioni e prospetti:

Camera di Commercio Italo-Germanica  
Piazza del Duomo, 31 - Milano  
Telef.: 89.06.18 - 89.29.52

Camera di Commercio Italo-Germanica  
Via Veneto, 89 - Roma - Telef. 46.13.79

e

Zentralverband der Elektrotechnischen  
Industrie, Frankfurt/M., Am Hauptbahnhof 12

VELOCITÀ DI ROTAZIONE

MISURE DI TEMPI BREVI  
CATASTE DI CARTA etc.

PRODUZIONI IN MASSA

FREQUENZE

Misurare  
Contare  
Pilotare

con  
apparecchi  
moderni



**Misuratore di tempo e  
Contatore di frequenza tipo FEIZ  
Contatore elettronico tipo FEI**

I nostri "contatori predisponibili a 5 decadi" tipo FEI servono per contare qualsiasi processo di sequenza media con frequenza da 0...200.000 Hz. L'apparecchio può essere usato per selezione, imballi, controlli di processi di produzione di ogni genere, per parti ioni di frequenza e fornire marcature di frequenza per pilotaggi di tempi. La precisione di misura è assoluta e sono impossibili errori di conteggio. Il nostro misuratore di tempo e contatore di frequenza tipo FEIZ è particolarmente adatto per la misura di basse frequenze di qualsiasi tipo e innanzitutto per misure del numero dei giri con elevata precisione (sino 0-5). Le misure possono essere ripetute successivamente. Consente inoltre di eseguire misure di tempi brevi, di velocità e simili. La manovra è semplicissima e può essere effettuata anche da personale non specializzato. Il campo di frequenza è compreso tra 1 Hz e 200 kHz e l'intervallo di tempo misurabile tra 10 µsec. e 27 ore. Per pilotaggi lenti può essere impiegato il nostro contatore predisponibile FER a 4 decadi con una velocità massima di conteggio di 10 kHz.

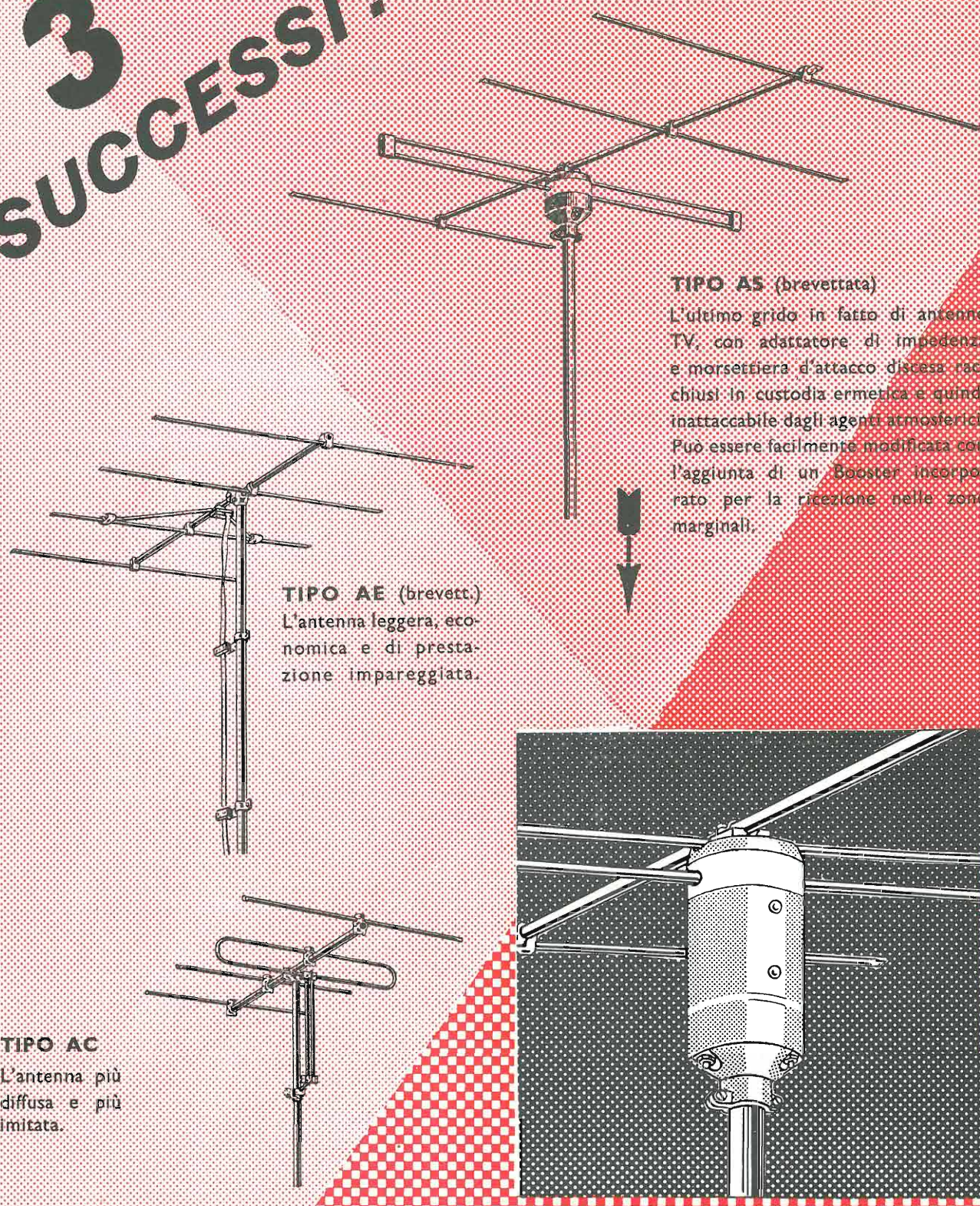
**ROHDE & SCHWARZ**  
M Ü N C H E N 9

RAPPRESENTANZA GENERALE PER L'ITALIA:

Ditta Ing. OSCAR ROJE - Milano  
Via T. Tasso, 7 - Telef. 432.241 - 462.319

RICHIEDERE I PROSPETTI BN 4732, 4722

**3  
SUCCESSI!**



**TIPO AS (brevettata)**

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

**TIPO AE (brevett.)**

L'antenna leggera, economica e di prestazione impareggiata.

**TIPO AC**

L'antenna più diffusa e più imitata.



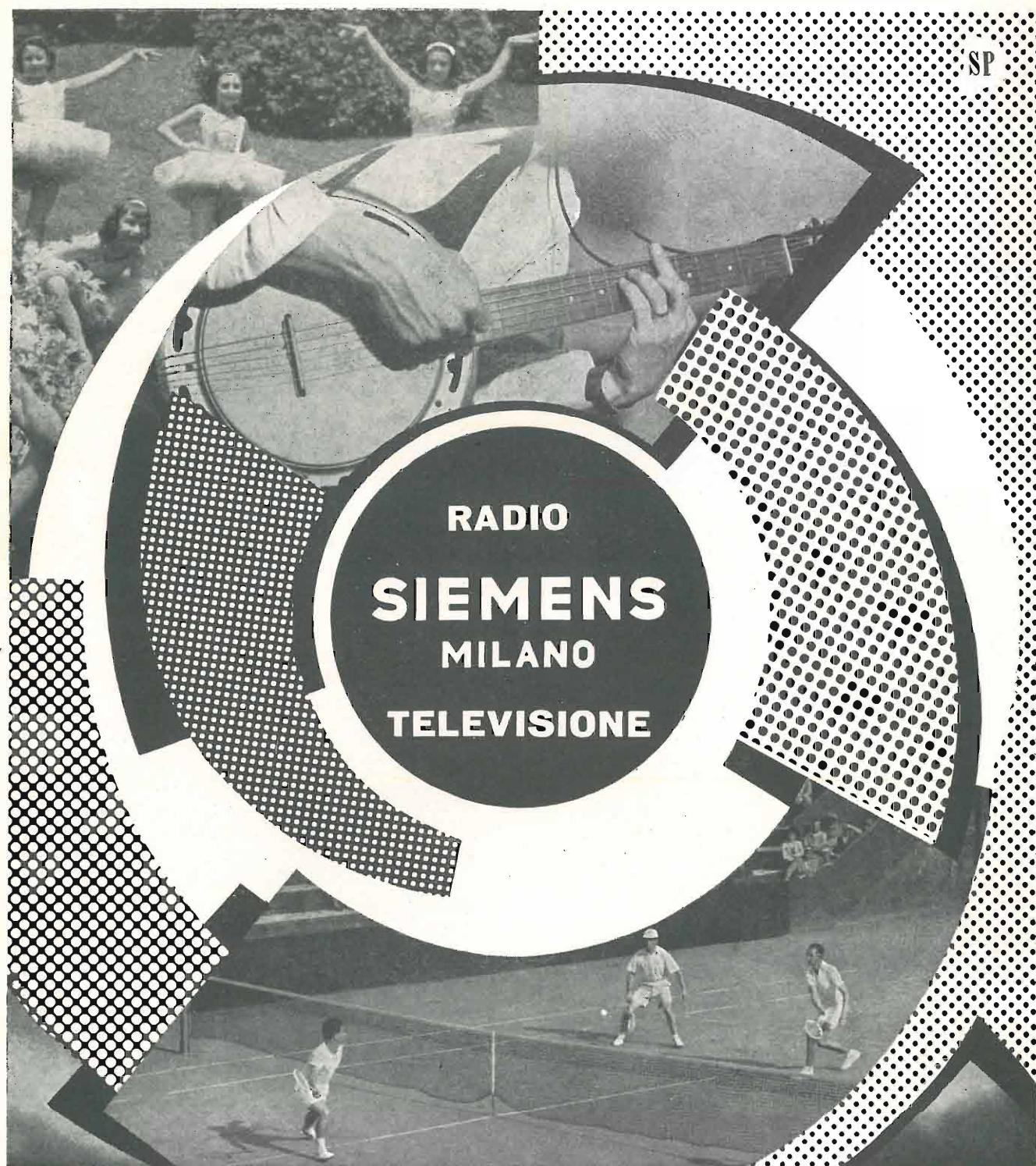
**LIONELLO NAPOLI**

VIALE UMBRIA, 80 - MILANO - TELEF. 57.30.49

Agente generale esclusivo di vendita per Italia ed Estero

**R. A. R. T. E. M. s.r.l.**





**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



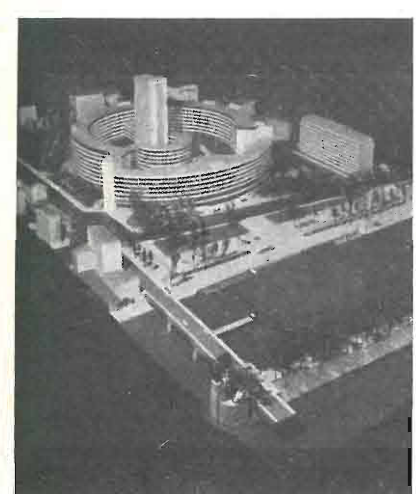
# ELETTRONICA

*Sommario:*

	<i>Pagina</i>
L. CONTURIE La Maison de la Radio de Paris . . . . .	14
R. LAMORAL Recherche de la forme optimum d'un grand auditorium sur maquette . . . . .	20
AUGUSTE RAES Mesure de l'indice d'affaiblissement sonore de parois de bâtiments . . . . .	22
GUALTIERO MILETTO Contribution à l'étude d'une oreille artificielle norma- lisée . . . . .	27
P. BARON Étude expérimentale de la propagation du son dans l'atmosphère . . . . .	33
M. MERLE Étude expérimentale des ondes de choc à l'aide d'un faisceau d'ultra-sons . . . . .	36
CESARE CODEGONE Surfaces orthophoniques . . . . .	40
I. E. KATEL Isolation phonique des machines (Problème technique, économique et social) . . . . .	42
MARIO PONZIO - DARIO FIANDESIO Actions biologiques des ultrasons . . . . .	49
GIUSEPPE ZANARINI Suppresseur dynamique des bruits et troubles dans l'enregistrement et la reproduction des sons . . . . .	56
V. SAVELLI Quelques dispositifs audiométriques spéciaux . . . . .	63
M. A. FERRERO - G. G. SACERDOTE Mesures sur quadripoles acoustiques par une méthode de résonance . . . . .	67
GIOVANNI BATTISTA MADELLA Quelques remarques sur les quadripoles actifs à RC . . . . .	71
Sommari d'altre relazioni . . . . .	73
Notiziario: Piano di estensione delle Reti televisiva e radiofo- nica MF italiane . . . . .	79

NUMERO **1-2** GENNAIO  
 APRILE 1955  
 ANNO IV DA PAGINA 1  
 A PAGINA 96

RIVISTA BIMESTRALE  
 DIRETTORI:  
 EDOARDO CRISTOFARO  
 VITTORIO MALINVERNI  
 VICE DIRETTORE TECNICO:  
 GIUSEPPE DILDA  
 DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE:  
 TORINO  
 VIA ARSENALE 21 - TELEF. 41.172  
 Concessionaria esclusiva della pubblicità:  
 COMPAGNIA INTERNAZIONALE  
 PUBBLICITÀ PERIODICI (CIPP)  
 MILANO, VIA MERAVIGLI 11 - TEL. 808-350  
 TORINO, VIA POMBA 20 - TELEF. 45-816



La copertina riproduce la fotografia del modello della « Maison de la Radio » che verrà costruita a Parigi e che sarà il principale centro di programmi radiofonici e televisivi francese. Lo stesso ingegnere capo della Radiodiffusion-Télévision Française descrive in questo numero i criteri informativi che hanno presieduto alla stesura del progetto.

## EDIZIONI RADIO ITALIANA

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

*Altre pubblicazioni della* **EDIZIONI RADIO ITALIANA:**  
 RADIOCORRIERE SETTIMANALE DELLA RADIO ITALIANA  
 I QUADERNI DELLA RADIO RACCOLTA DELLE CONVERSAZIONI DI MAGGIOR  
 INTERESSE TENUTE ALLA RADIO  
 LA RADIO PER LE SCUOLE ILLUSTRAZIONE DEI PROGRAMMI RADIOSCOLASTICI





Edificio principale dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale «Galileo Ferraris» di Torino presso il quale si sono tenute le riunioni del G.A.L.F. nel giugno del 1954.

**Q**UESTO numero di Elettronica raccoglie tutte le memorie tecniche presentate alla riunione del G.A.L.F. (Groupement des Acousticiens de Langue Française) svoltasi a Torino dal 3 al 6 giugno 1954. Come risulta dalla denominazione, il G.A.L.F. è un'associazione di carattere tecnico-scientifica a cui aderiscono i cultori di acustica per i quali la lingua francese è lingua madre o seconda lingua: quindi francesi in primo luogo, poi belgi, svizzeri, italiani e di altre nazioni ancora. Il G.A.L.F. si riunisce periodicamente per

la discussione di argomenti e memorie di carattere acustico; le riunioni si svolgono in genere a Parigi ma ne sono state tenute anche a Marsiglia e a Bruxelles.

Nel 1954 il G.A.L.F., di cui fanno parte molti studiosi italiani, ha tenuto una importante riunione a Torino che ha servito a far conoscere ai partecipanti al congresso alcune nostre importanti ed ammirate realizzazioni pratiche, quali il nuovo grande Auditorium di Torino e il nuovo palazzo di Milano della RAI, ed alcune nostre attive e feconde istituzioni scientifiche, quali il Laboratorio di audiometria della clinica otorinolaringoiatrica dell'Università di Milano e l'Istituto Elettrotecnico Nazionale «G. Ferraris» di Torino, ove il convegno si è svolto.

La riunione, aperta con un brillante discorso di saluto del prof. Paolo Lombardi dell'I.E.N.G.F., si è concluso con una gita in Val d'Aosta ove i partecipanti al convegno hanno, fra l'altro, avuto occasione di visitare il Teatro Romano di Aosta che non ha mancato di destare l'interesse di alcuni dei convenuti cultori appunto di acustica del Teatro Romano.

Dato l'interesse e la varietà delle memorie e delle relazioni presentate al convegno, si è ritenuto utile pubblicarle per diffonderne la conoscenza anche al di fuori della cerchia dei congressisti; Elettronica, curandone la pubblicazione, ha creduto di far cosa utile e gradita anche ai suoi lettori abituali e di completare, in un certo senso, la cordiale ospitalità che la città di Torino ha offerto ai membri del G.A.L.F.

I lavori sono stati riprodotti nella lingua del convegno perché di essi si è voluta agevolare la conoscenza e la comprensione anche da parte degli studiosi stranieri. I lettori italiani, per i quali del resto sono stati previsti ampi riassunti nella nostra lingua, ci perdoneranno certamente la libertà che, questa volta soltanto, ci siamo presi per assicurare a questa importante pubblicazione la maggior diffusione possibile anche fuori del nostro Paese.

## BIENVENU AU G.A.L.F.

*Mesdames et Messieurs,*

*En m'adressant aux membres du Groupement des Acousticiens de Langue Française je crois mon devoir de parler en français, même si mon français n'est pas ce que je voudrais et si je dois vous prier d'en excuser les imperfections.*

*Dans l'absence du Prof. Someda, Commissaire du Gouvernement pour l'Institut, qui ne peut à son grand regret être présent, parce qu'il est hors de Turin, j'ai été chargé — et c'est un honneur et un plaisir pour moi — de vous donner le bienvenu dans cet Institut Electrotechnique National.*

*Quelqu'un entre vous le connaît déjà, notre Institut: nous nous souvenons avec plaisir des visites que nous avons reçu dans le passé par MM. Chavasse, Katel, Lehmann. Vous aurez demain l'occasion de le visiter et d'en connaître les buts, les caractéristiques, l'activité.*

*Mais maintenant je ne veux pas passer sous silence combien de motifs de liaison nous avons avec les «Acousticiens de Langue Française», même en plus de ceux qui se rapportent comme aujourd'hui directement à la collaboration scientifique.*

*Il y a eu une coopération qu'on pourrait dire «ante litteram», avant lettre. En 1929 — il y a vingt-cinq ans — lorsque l'on projetait et ensuite l'on bâtissait l'édifice, où nous sommes à présent, j'avais dans mes mains le livre de M. Katel «Les bruits dans les bâtiments». Je m'en souviens très bien: il commence la préface par la citation d'une Satire de Juvenal, où le poète se plaint des bruits des chariots dans l'ancienne Rome, et des troupeaux de bestiaux, qui auraient empêché même les phoques de dormir. Ce n'est pas à moi de vous faire constater que ni les siècles ni les dernières vingt-cinq années ont su rendre moins actuel le problème du bruit.*

*Il me plaît de rappeler une autre liaison avec les «Acousticiens de Langue Française». Nous nous occupons ici de la rédaction de la revue «Alta Frequenza». Elle a exactement le même âge qu'aurait votre inoubliée «Revue d'Acoustique», née le même mois de mars 1932 que la nôtre. Nous avons dans nos dossiers les lettres échangées alors avec M. Brillouin pour établir l'échange entre les deux revues sœurs, et nous conservons avec soin la collection complète de la belle revue française. A présent je suis toujours avec le même intérêt vos publications dans les «Cahiers d'Acoustique» et j'ai vu tout-à-l'heure le dernier numéro des «Annales des Télécommunications» avec la fin d'un très intéressant travail de M. Chavasse.*

*Comme vous voyez, nous avons bien de raisons pour nous féliciter que vous soyez ici et nous vous remercions bien vivement d'avoir choisi notre Institut comme siège de cette réunion du G.A.L.F. Nous confions à nos collègues italiens, qui font partie de votre Groupement, le plaisir d'exercer auprès de vous notre désir d'hospitalité. Et nous vous souhaitons un bon travail et un agréable séjour.*

*J'ai eu, il y a quelque jour, dans mes mains les lettres du Conseiller du Parlement de Bourgogne, et depuis Président, Charles De Brosses, ce voyageur français du XVIII<sup>e</sup> siècle, plein d'esprit quelque fois bizarre. Dans ses «Lettres familières écrites d'Italie en 1739 et 1740» il dit de la ville où nous sommes: «Turin me paraît la plus jolie ville de l'Italie; et, à ce que je crois, de l'Europe». Et il explique cette impression en précisant «que l'on n'y trouve plus, ou du moins rarement, ce grand goût d'architecture qui règne dans quelques endroits des autres villes; mais aussi on n'y a pas le désagrément d'y voir des chaumières à côté des palais. Ici rien n'est fort beau, mais tout y est égal et rien n'est médiocre, ce qui forme un total, petit à la vérité (car la ville est petite), mais charmant».*

*Je pense que le Président De Brosses aurait pu exprimer son idée avec un mot très simple en disant que Turin donne une impression d'harmonie; et à l'harmonie est particulièrement sensible chaque acousticien. Je souhaite pour vos travaux de cette réunion, pour votre séjour Turinois, pour le souvenir que vous voudrez en conserver, le signe, le caractère de l'harmonie.*

PAOLO LOMBARDI

Torino, 3 giugno 1954.



# LA MAISON DE LA RADIO DE PARIS

L. CONTURIE

Ingénieur en Chef de la Radiodiffusion-Télévision Française

## LA CASA DELLA RADIO DI PARIGI

**SOMMARIO** - Si descrive il progetto della erigenda nuova grande casa della Radio di Parigi. Essa dovrà costituire un centro di produzione essenzialmente radiofonica e televisiva, comprendente anche alcune sale aperte al pubblico di cui due grandi, una per concerti e l'altra per varietà radiofonici e televisivi. Il complesso comprende un completo laboratorio di registrazione, ricche collezioni di libri, partiture musicali e registrazioni di ogni genere, i servizi del giornale radio, i servizi di diffusione culturale all'estero, l'amministrazione centrale e quelli di riscossione delle tasse radiofoniche, infine i servizi sociali. Il progetto scelto presenta, come risulta dalle fotografie del modello e dalle piante, una originale struttura circolare che ha consentito di risolvere brillantemente, sia i numerosi problemi di circolazione delle persone addette ai vari servizi, degli artisti e del pubblico, sia i problemi tecnici di isolamento acustico e condizionamento degli studi, distribuzione dei cavi e delle canalizzazioni, ecc. Gli studi sono collocati nell'anello più grande della costruzione ma sono isolati acusticamente dai rumori da una fascia di locali esterni convenientemente utilizzati (foyers, balconate, uffici, ecc.). Nel nucleo centrale, pure circolare, separato da un ampio cortile, sono collocati i servizi tecnici e nella torre tutte le collezioni. È fatto cenno agli studi, già fatti ed in corso, riguardanti l'isolamento e il trattamento acustico dei diversi studi.

La Radiodiffusion-Télévision Française ouvre actuellement un très important chantier quai de Passy à Paris. Sur le terrain situé près de la Seine entre le quai de Passy, la rue Raynouard, la rue de Boulainvilliers et la rue du Ranelagh va être construite la Maison de la Radio de Paris.

La place de la Radiodiffusion dans la vie privée comme dans la vie publique n'a cessé de grandir depuis vingt ans; son activité aujourd'hui augmentée de celle de la Télévision en fait une entreprise vaste et complexe à laquelle sont nécessaires une organisation efficace, des moyens de travail rationnels, un équipement technique parfait.

Alors qu'à l'étranger des bâtiments appropriés, souvent très intéressants, ont été construits en divers endroits (Oslo, Copenhague, Cologne, Francfort, Hilversum, Bruxelles, Genève, Milan, etc.), il n'avait pas été possible jusqu'ici d'édifier la Maison de la Radio de Paris.

L'entreprise est plus considérable qu'ailleurs parce que les ressources littéraires, musicales et artistiques de Paris sont exceptionnellement nombreuses et que le rassemblement peut-être excessif mais évident de ces ressources conduit à produire à Paris la quasi-totalité des programmes tant pour la France et l'Union Française que pour l'étranger.

Avant guerre la construction d'une Maison de la Radio de Paris était sans doute prématurée; pendant la guerre et l'occupation, il ne pouvait en être question; après la guerre, le réseau d'émetteurs ayant pratiquement été entièrement détruit en 1944, la Radiodiffusion-Télévision Française a dû consacrer d'abord tous ses moyens à sa reconstitution.

Le moment en étant venu, la recherche d'un terrain convenable n'a pas été facile; il fallait en effet un terrain de trois à quatre hectares et, l'emplacement devant en être aisément et rapidement accessible aux journalistes, artistes et personnalités françaises et étrangères, ce terrain devait se trouver dans Paris. Grâce à la grande compréhension du Préfet de la Seine et du Conseil Municipal de Paris,

la Ville de Paris a, en juillet 1952, cédé à la Radiodiffusion-Télévision Française le terrain du quai de Passy qui lui appartenait et dont la superficie est d'environ trois hectares et demi.

Aussitôt, sur un programme précis, a été lancé un concours d'architectes; ce concours, très brillant, jugé en mai 1953, a permis de choisir un projet dont l'auteur, M. Henry Bernard, 1<sup>er</sup> Grand Prix de Rome, a été désigné pour la réalisation.

C'est ce projet, mis au point après concours, en accord avec les Services Techniques de la Radiodiffusion, qui est présenté ci-après.

I - A) Le programme à satisfaire correspond au fait que la Maison de la Radio doit être le cadre d'activités diverses. On y trouve:

1. - Un centre de production artistique essentiellement radiophonique constitué par des studios et leurs annexes, un certain nombre de ces studios pouvant être utilisés soit pour la Radiodiffusion sonore soit pour la Télévision. Dans ce centre travaillent artistes et musiciens.
2. - Un groupe de grandes salles ouvertes au public: une grande salle de concert, une salle de concert plus petite, une grande salle pour spectacles de variétés télévisés.
3. - Une véritable usine d'enregistrement, montages, copies et diffusion agencée suivant des données minutieuses et où travaillent des techniciens.
4. - De vastes collections de livres, partitions musicales et enregistrements où les producteurs viennent chercher idées et matière pour la préparation et la réalisation des programmes.
5. - Les Services d'un grand journal (le Journal Parlé) avec ses salles de rédaction et ses moyens de diffusion propres, où travaillent des journalistes.

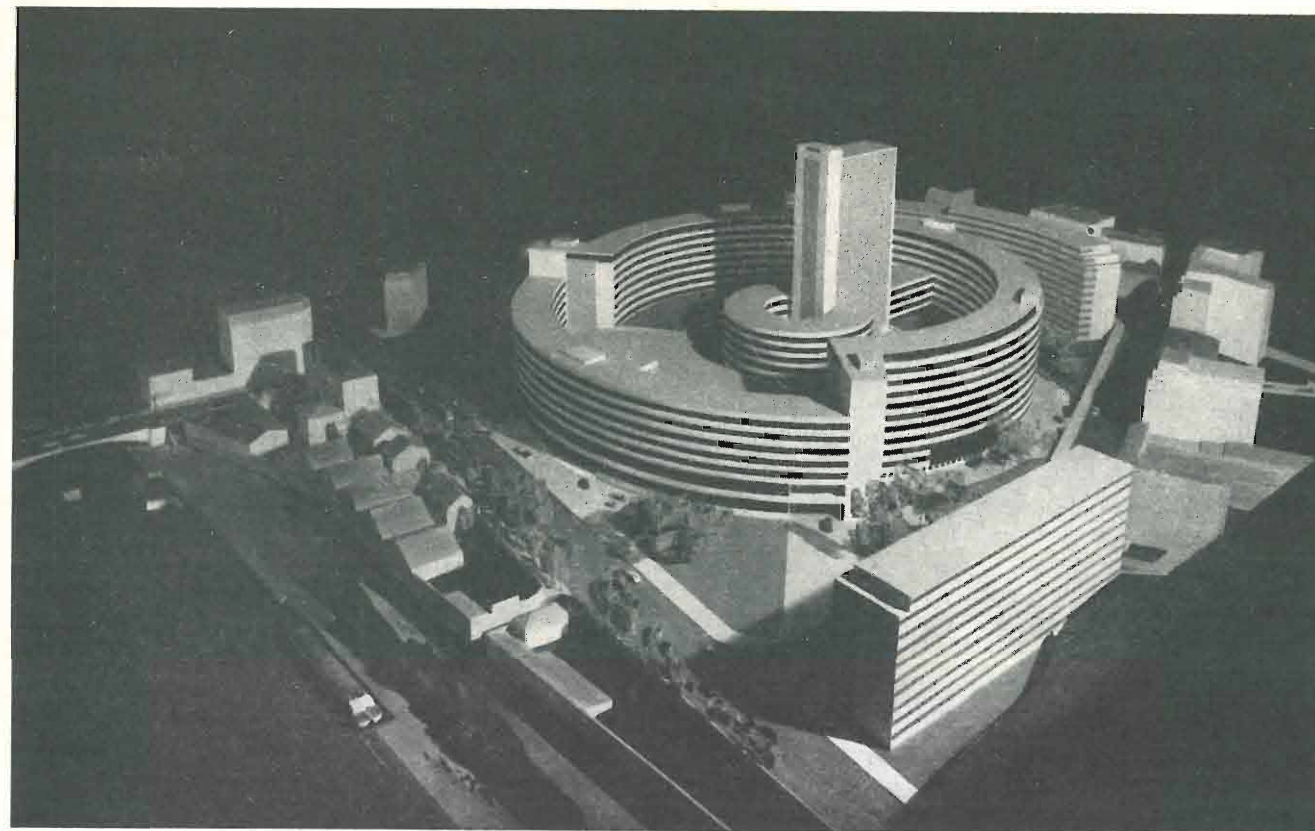


Fig. 1.

6. - Les Services d'une grande agence de diffusion culturelle à l'étranger avec ses moyens de diffusion propres.
7. - Une Administration Centrale (Direction Générale, Services administratifs et financiers, Services techniques, Services des programmes) où travaillent des fonctionnaires.
8. - Un service de perception (recouvrement de la Taxe radiophonique).
9. - Un important groupe social.

B) Ce programme doit être satisfait en tenant compte:

D'une part, de servitudes fonctionnelles:

1. - Les studios et les salles publiques doivent être parfaitement isolés de tout bruit; à cette fin, ils doivent être protégés par rapport à l'extérieur, isolés les uns des autres, indépendants du reste du bâtiment.
2. - Les studios, spécialement les grands studios, doivent avoir une forme trapézoïdale pour des raisons d'acoustique.
3. - Un circuit court et simple doit permettre la circulation des producteurs et des enregistrements des studios à l'usine de montage d'une part, et des studios aux collections d'enregistrement d'autre part.
4. - Un circuit court et simple doit permettre la circulation des enregistrements de l'usine de montage et de diffusion aux collections d'enregistrements et réciproquement.

5. - La mise en place des divers services doit se faire de façon à ce que leurs communications réciproques soient rationnelles et, en particulier, à ce que les têtes de services soient à proximité immédiate les unes des autres.
6. - Les accès et circulations doivent être satisfaisants au double point de vue de la commodité et de la sécurité pour un effectif qui peut atteindre, aux heures de pointe, 2000 personnes.
7. - Un important parking doit être réservé et ses communications avec les diverses zones du bâtiment doivent être commodes.

D'autre part, d'une servitude propre au terrain:

Si le sous-sol, tel qu'il est aujourd'hui bien connu après une importante campagne de sondages, est normal (argile compacte jusqu'à 15 m de profondeur en moyenne, craie en-dessous), par contre la proximité de la Seine (cote de grande crue 31 m 20) interdit pratiquement tous sous-sols importants sous peine de voir les problèmes de sous-pression entraîner des difficultés techniques et des dépenses excessives.

II - Le parti choisi résulte d'un petit nombre d'idées essentielles:

1. - Protéger les studios des bruits extérieurs par une couronne continue de bureaux (idée d'un écran extérieur).
2. - Isoler entièrement les studios du reste de l'édifice (construction indépendante en arrière de l'écran).



3. - Donner à partir de tous les studios la même commodité et la même brièveté de communication avec la centrale technique et les collections tout en leur donnant la forme trapézoïdale désirable (idée d'une disposition circulaire).
4. - Placer au cœur de l'édifice les collections (source des productions) et la centrale technique (aboutissement des productions) (idée d'un noyau central).
5. - Prévoir très largement la zone des collections (au-delà même des données strictes du programme) de façon à ce que leur extension cer-

taine se fasse aisément dans le cadre même du bâtiment existant et sans modification des conditions d'exploitation (idée d'une tour centrale).

6. - Assurer partout éclairage naturel et sécurité (idée d'une vaste cour annulaire communiquant avec l'extérieur).
7. - Séparer très nettement les zones correspondant à des activités différentes:
  - zone accessible au public;
  - zone de stationnement et de travail des artistes;
  - zone de travail des techniciens;

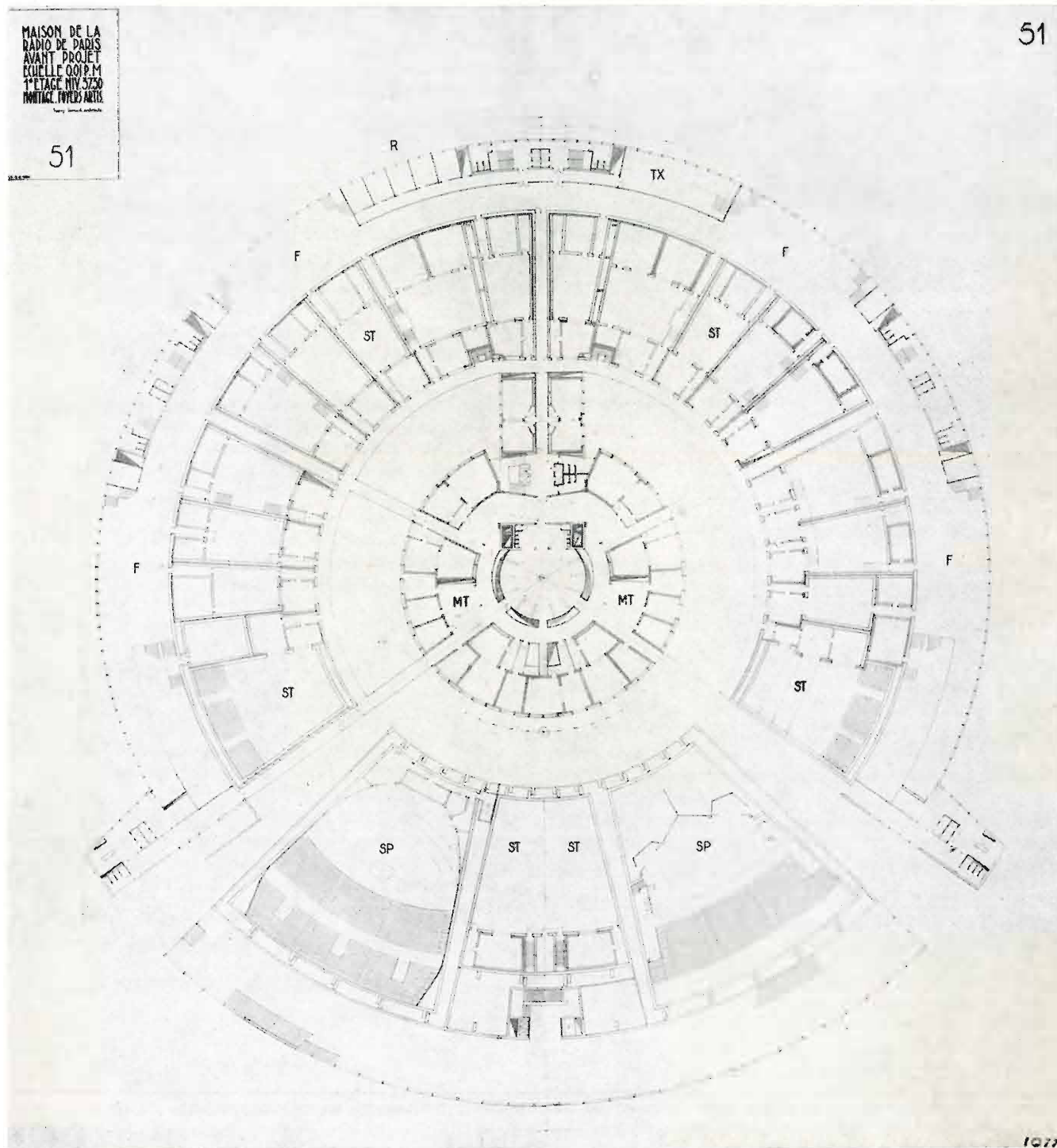


Fig. 2. — Plan du 1er étage; F — foyers; ST — studios; SP — salles publiques; MT — Centre technique (Montage).

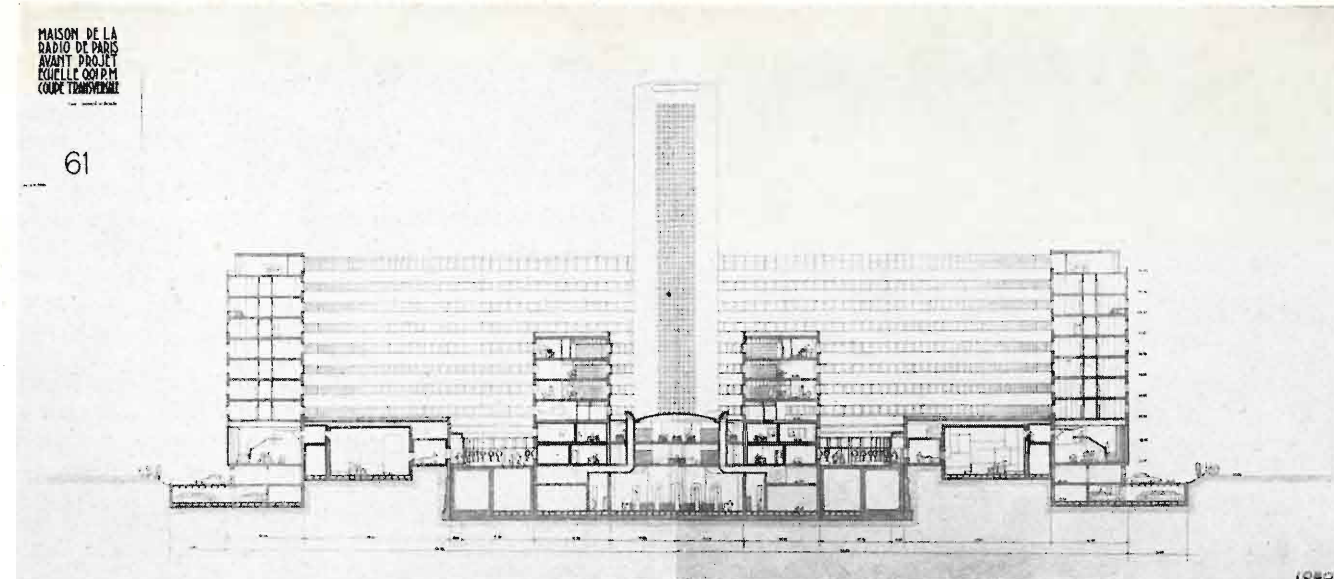


Fig. 3. — Coupe transversale.

zone des collections;  
zone de travail des journalistes;  
zone de travail des fonctionnaires.

Accessoirement:

8. - Assurer dans de bonnes conditions l'agencement et la desserte d'importants services généraux (chaufferie et soutes — centrale électrique — centrale de conditionnement d'air — ateliers d'entretien et magasins).
9. - Rejeter franchement hors des zones de direction et de production qui constituent, au vrai sens du mot, la Maison de la Radio, les éléments annexes:
  - parking, d'une part;
  - Service de perception de la taxe } d'autre part.
  - Services sociaux

III - Le projet traduit ces intentions. La maquette et les principaux plans et coupes reproduits ici en donnent une claire idée.

#### Dispositions générales.

Etabli sur un plan circulaire, il comporte:

1. - Une couronne extérieure continue de protection contenant en partie basse les foyers, en étage les bureaux ou locaux analogues.
2. - Une couronne intérieure basse, divisée en deux secteurs:
  - un petit secteur en avant où, sous une terrasse générale de protection, seront construites indépendamment les unes des autres les trois grandes salles publiques;
  - un grand secteur où, sous une terrasse générale de protection, sont établis indépendamment les uns des autres les studios.

Les studios devant être parfaitement isolés et par conséquent clos seront conditionnés; ils sont enfermés à l'intérieur de la couronne.

Les locaux d'exploitation correspondant (cabines de prise de son) par contre s'éclairent sur la cour centrale à travers une circulation de desserte largement ouverte.

3. - Une grande cour annulaire sous laquelle se trouvent les soutes et la centrale électrique.
4. - Un noyau central où se trouvent:
  - en sous-sol: la chaufferie;
  - les installations centrales de conditionnement;
  - les magasins de matériel;
  - aux trois premiers niveaux, la centrale technique;
  - aux trois derniers niveaux, les zones de consultation des diverses collections.
5. - Une tour qui abrite les collections proprement dites.

#### Circulations.

Six accès principaux régulièrement répartis sur la circonférence desservent l'ensemble du bâtiment. Il s'y ajoute deux accès directs dans les foyers du public qui desservent les salles publiques.

#### 1 - DE L'EXTÉRIEUR.

A) 1. - Dans le secteur avant:

- un accès central dessert l'ensemble de la couronne de bureaux du secteur, essentiellement occupé par les Services de la Direction Générale;
- deux entrées pour le public donnant directement accès aux foyers du public, l'un correspondant à la grande salle de concert, l'autre à la grande salle de variétés. A partir de ces foyers, d'un côté comme de l'autre, on gagne un premier étage qui peut à volonté jouer le rôle d'un second niveau de foyers pour le public des grandes salles ou servir de salons de réception. En outre de ce foyer supérieur, part une galerie de visite de l'ensemble des studios qui se déve-



loppe en balcon fermé tout autour de la couronne des studios et permet de satisfaire la curiosité de groupes de visiteurs sans qu'ils puissent se mêler où que ce soit à la vie de travail intérieur de la Radio. Cette galerie circulaire part en effet du foyer du public pour y revenir sans autre communication où issue (autres, bien entendu, que les issues de secours).

2. - Dans le grands secteur, on trouve cinq accès également conçus et desservant cinq verticales générale:

a) elles desservent de façon régulière le parking et la couronne des étages de bureaux;

b) les entrées de part et d'autre du secteur avant donnent en outre accès, de façon nettement distincte:

d'une part aux foyers d'artistes des deux studios de 3000 m<sup>2</sup>;

d'autre part aux foyers avant et arrière des musiciens et artistes des salles publiques;

c) les entrées diamétralement opposées, l'une côté rue de Boulaivilliers, l'autre côté rue du Ranelagh, donnent accès aux deux grands foyers d'artistes semi-circulaires qui desservent les studios;

d) l'entrée arrière côté rue Raynouard est essentiellement l'entrée technique. C'est par elle que les techniciens accèdent à leur foyer vestiaire et à la centrale technique. C'est par elle aux niveaux convenables que sont desservis:

l'atelier de copie;

les collections.

3. - Cinq circulations rayonnantes au niveau inférieur de la cour intérieure assurent la liaison entre le noyau central et les studios dont les cabines de prise de son sont toutes desservies par une circulation circulaire largement ouverte sur la cour.

B) Deux rampes descendantes de part et d'autre du secteur avant pénètrent dans le sous-sol du noyau central et permettent l'approvisionnement des soutes et le transport du gros et moyen matériel.

C) Deux rampes montantes de part et d'autre du secteur avant donnent accès à la cour annulaire centrale et permettent le passage et l'amenée en tous points des engins de pompiers.

## II - A L'INTÉRIEUR.

1. - Des circulations circulaires desservent à tout niveau de bureaux la totalité de la couronne sans discontinuité.

2. - Des liaisons entre le noyau central et la couronne extérieure côté rue Raynouard mettent en communication directe:

a) l'atelier de copie avec l'extérieur;

b) les collections, à niveaux convenables, d'une part avec les Services d'information, d'autre part avec le Service des programmes.

3. - Il est ménagé une double circulation verticale centrale:

— l'une essentiellement pour les producteurs qui vont consulter les collections ou en viennent et viennent des studios ou s'y rendent.

Cette circulation est prolongée par les circulations rayonnantes qui lient le noyau central à la zone des studios.

— l'autre essentiellement destinée au transport des enregistrements est une circulation interne aux collections et permet le mouvement aisé des documents des collections aux locaux d'ordre (transit) des étages techniques et réciproquement.

## III - CIRCULATIONS TECHNIQUES.

1. - Le sous-sol des circulations rayonnantes est exclusivement réservé au passage des gaines, câbles et canalisations de toute nature.

2. - Il en est de même du vaste espace circulaire disponible dans la couronne intérieure des studios entre la terrasse de protection générale et les cabines de prise de son; en particulier les groupes de conditionnement individuels des studios y trouveront leur place.

3. - Les passages de gaines, prises d'air, distribution aux locaux conditionnés, reprise et refoulement d'air vicié apparaissent sur les plans; ils ont été étudiés de façon à être aussi simples et rationnels que possible.

## Problèmes techniques.

La réalisation de ce projet soulève divers problèmes techniques les uns d'ordre général, les autres d'ordre particulier.

A) Les premiers sont les problèmes habituels de choix des structures, de standardisation des éléments de la construction et d'industrialisation du chantier; ils prennent ici une importance particulière en raison de l'ampleur d'un bâtiment dont le diamètre atteint 146 m et la hauteur 36 m, le volume total à construire étant d'environ 350.000 m<sup>3</sup>.

Si dès à présent, il est retenu de ne construire en béton que les sous-sols, le rez de chaussée-soubassement et l'enveloppe des grandes salles et de réaliser en charpente métallique tout le reste de la structure, des études approfondies se poursuivent en vue de choisir:

la structure des voiles de façade;

le type de plancher;

le type de cloisons;

le tracé optimum de toutes les canalisations;

les divers équipements.

Nous aurons l'occasion d'exposer quelque jour dans le détail les solutions choisies et les raisons de ces choix.

B) Mais trois grands problèmes sont particuliers:

1. - Celui de l'isolement phonique des studios et des

grandes salles; il doit atteindre des valeurs particulièrement sévères, savoir 65 dB pour les fréquences les plus basses. Il importe d'une part d'atteindre ce chiffre, d'autre part de l'atteindre avec des dispositions exactement mesurées et les plus économiques possibles, sous peine de dépenser inutilement, dans une réalisation de cette ampleur, plusieurs dizaines de millions. C'est pourquoi la Radiodiffusion a réalisé à Sèvres une installation-laboratoire d'essais de structures lourdes et y poursuit depuis trois mois des essais systématiques dont la conclusion pourra bientôt être tirée. Il ne semble pas que des recherches aussi amples et sévères aient été faites jusqu'ici.

2. - Celui de l'acoustique interne des studios et des grandes salles. Dans ce domaine certes nos connaissances ont beaucoup progressé depuis une quinzaine d'années, de notables et heureuses réalisations tant françaises qu'étrangères témoignent des progrès de la science acoustique. Il est cependant intéressant de signaler que la Radiodiffusion a récemment mis au point une méthode d'études systématiques de la distribution de l'énergie sonore dans les salles basée sur l'exploration de maquettes aux ultra-sons. Cette méthode extrêmement précise se révèle d'une très grande sûreté et est appliquée à l'étude des formes et des revêtements des grandes salles et studios de la Maison de la Radio.

3. - Celui du chauffage et du conditionnement d'air enfin, le second surtout étant dans les grandes salles et studios d'une importance et d'une ampleur toutes particulières. Il suffira de noter que les besoins sont d'environ 6 millions de calories/h., 3 millions de frigories/h. et qu'il y a lieu d'envisager un volume d'air soufflé de l'ordre de 400.000 m<sup>3</sup>/h. Le problème est d'autant plus ardu que les régimes thermiques des divers locaux sont très différents. Une étude particulièrement importante et délicate des problèmes de production de calories et frigories, de distribution et de régulation est approfondie depuis plusieurs mois avec la collaboration de M. Missenard comme Ingénieur-conseil.

Il est possible que sur le premier point, la Radiodiffusion s'oriente vers une solution originale à laquelle la nécessité de disposer à la fois de calories et de frigories et la situation de la future Maison de la Radio font assez naturellement songer. En ce qui concerne les derniers points, là encore, la Radiodiffusion a estimé que les références ordinaires n'offraient pas des bases suffisantes et a fait réaliser une petite installation d'essai dont il sera tiré le maximum d'enseignement avant d'arrêter définitivement les caractéristiques de l'installation.

(200)

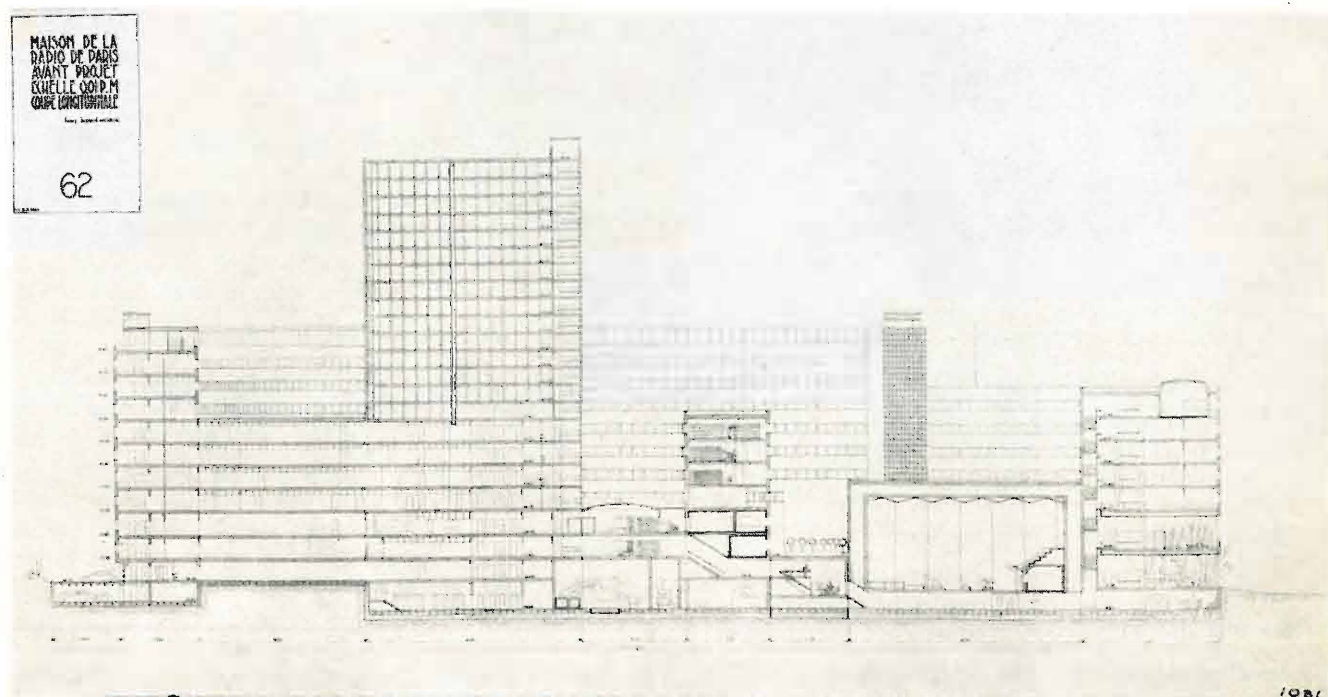


Fig. 4. — Coupe longitudinale.



# RECHERCHE DE LA FORME OPTIMUM D'UN GRAND AUDITORIUM SUR MAQUETTE

DR. R. LAMORAL  
Ingénieur des Télécommunications à la R. T. F.  
Master of Science de l'Université d'Harvard

## RICERCA DELLA FORMA OTTIMA DI UN GRANDE AUDITORIO SU MODELLO

**SOMMARIO** - Il progetto di un grande auditorio per radiodiffusione viene controllato attraverso l'esame su un modello tridimensionale a scala ridotta. Il modello è in scala 1/30, e per lo studio di un'onda acustica avente la frequenza di 1000 Hz, è necessario ricorrere sul modello ad una frequenza di 30.000 Hz. Si inviano impulsi di un millisecondo ogni 10 millisecondi: con questi elementi si possono rivelare echi che nell'auditorio seguirebbero l'impulso primario da 30 a 300 millisecondi. Il generatore acustico adottato è il ionofono che consente di emettere segnali transitori non deformati; la frequenza degli impulsi è modulata per evitare fenomeni dovuti ad onde stazionarie. Con questo dispositivo si può condurre un esame quanto mai esauriente su modelli a scala ridotta.

Par principe nous nous cantonnerons dans l'étude des grandes salles, étant donné que le coût d'une maquette devient prohibitif dans le cas d'un moyen ou petit studio.

En fait, lors de l'étude d'une grande salle, les problèmes acoustiques sont au nombre de deux:

1) Recherche d'une bonne forme géométrique, évitant si possible la présence de parois dangereuses amenant des échos francs ou flutter échos.

2) Calcul du revêtement acoustique amenant le temps de réverbération en fonction de la fréquence à la valeur désirée.

Nous ne nous occupons ici que de la première partie en cherchant à investiguer plus complètement le problème tout en simplifiant le travail.

Il importe tout d'abord de rappeler les travaux de Haas concernant la différence de marche acceptable entre deux « rayons acoustiques » en fonction de leur rapport d'intensité.

En résumé, nous utilisons les courbes suivantes:

a) Fig. 1: pourcentage de gêne en fonction du décalage de temps pour un écho d'intensité égale au son primaire correspondant à 3 vitesses d'élocution pour la parole:

- I : 7,4 syllabes/seconde
- II : 5,3 syllabes/seconde
- III : 3,5 syllabes/seconde.

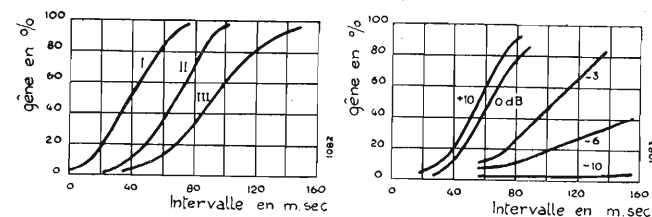


Fig. 1. — Courbe de gêne en fonction du décalage entre le son initial et un écho.  
Fig. 2. — Courbe de gêne en fonction du décalage entre le son initial et un écho d'intensité variable par rapport à celui-ci.

On peut en retenir la valeur de 40 millisecondes comme à ne pas dépasser pour la vitesse 5,3 syllabes/seconde.

b) Fig. 2: courbes identiques mais pour des intensités d'écho différentes de celles du son initial (vitesse 5,3 syllabes/seconde).

Il est à noter en outre que le détimbrage de l'écho diminue nettement la gêne pour un même intervalle entre l'écho et le son initial, plus particulièrement lorsque les fréquences aigües sont absorbées.

### Principe du dispositif.

Tout d'abord, il cherche à remplacer à la fois l'épure géométrique habituelle fort compliquée à 2 dimensions et inextricable à trois ainsi que les méthodes de maquettes à deux dimensions laissant de côté toutes les différences de marche dues aux « rayons obliques ».

Mis au point en 1951, ce dispositif a d'abord servi à des recherches théoriques sur la diffraction de polycylindres, etc... et sert actuellement à la mise au point des grandes salles devant être construites dans la future Maison de la Radio de Paris, Quai de Passy.

Si on veut pouvoir faire une analogie entre une salle grandeur dans laquelle on envoie un son pur à 1000 Hz et une maquette au 1/30 il faut utiliser du 30 kHz pour conserver le même rapport entre la longueur d'onde et les dimensions de la salle et de ses irrégularités.

1) On utilise le 30 Hz par exemple pour rechercher les zones dangereuses, c'est-à-dire devant voir leur forme modifiée ou devant être revêtues d'un matériau absorbant.

2) On cherche des matériaux ayant aux fréquences standard (256, 512...) multipliées par le facteur de réduction de la maquette des coefficients d'absorption étagés entre 0 et 1 de manière à ne pas être obligés comme au début de nos travaux de procéder uniquement par surfaces complètement réfléchissantes ou absorbantes.

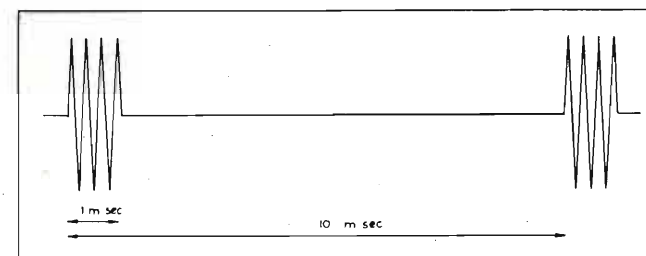


Fig. 3. — Impulsions utilisées.

### Description.

On envoie des impulsions de 1 milliseconde toutes les 10 millisecondes contenant la fréquence ultrasonique considérée (fig. 3).

Ces valeurs permettent de noter dans un auditorium des échos distants de l'onde primaire de 30 à 300 millisecondes, donc de ne laisser inaperçu aucun écho dangereux.

Il s'agissait tout d'abord de ne pas déformer les signaux rectangulaires obtenus à la sortie du générateur d'impulsions. Ceci nous a conduit à modifier l'amplificateur de puissance en conséquence et à utiliser comme premier transducteur l'ionophone dont la réponse est excellente pour les fréquences considérées et les transitoires très faibles.

Un autre danger était celui d'avoir le microphone placé dans la maquette à un nœud de pression, auquel cas un phénomène d'écho pouvait passer inaperçu; pour cela le générateur B.F. a été modulé en fréquence.

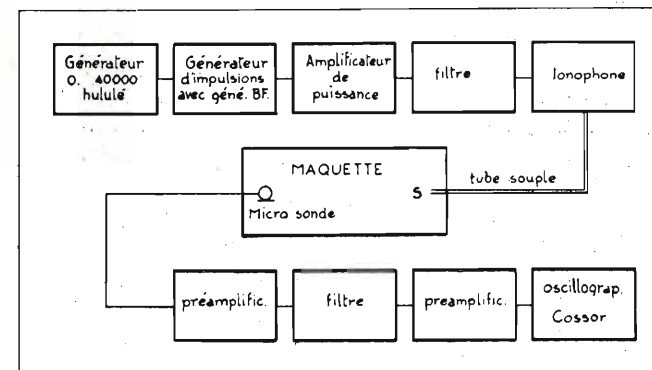


Fig. 4. — Schéma d'ensemble.

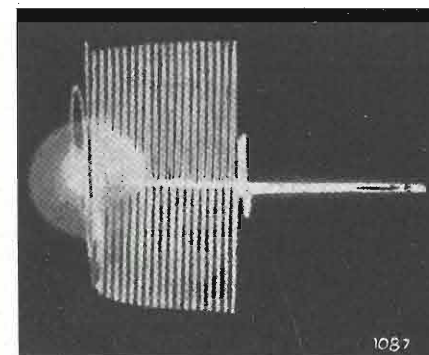


Fig. 6. — Forme du signal électrique à la sortie du générateur à impulsion.

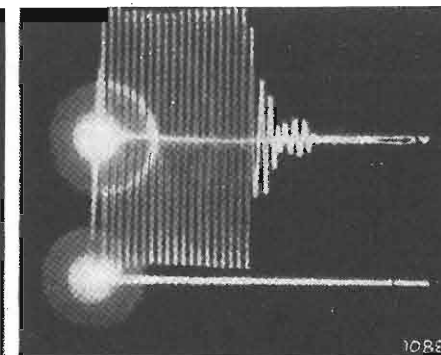


Fig. 7. — Forme du signal après passage par le haut parleur et le microphone sonde.

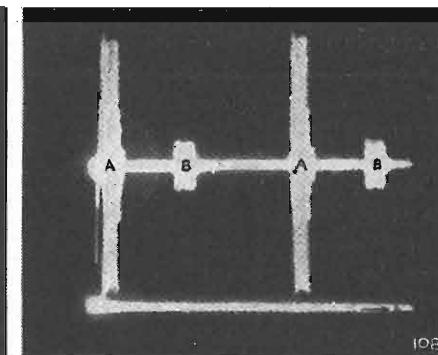


Fig. 8. — A: Impulsions initiales (onde directe). B: Impulsions réfléchies (première et unique réflexion dans ce cas).

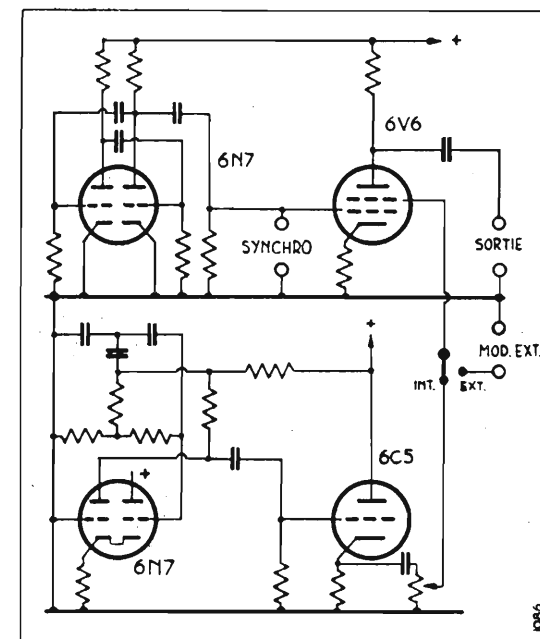


Fig. 5. — Générateur d'impulsions.

Nous donnons pour terminer le schéma du générateur d'impulsion (fig. 5) et des photographies des signaux envoyés, prises sur l'écran de l'oscillographe (figs. 6, 7, 8).

Notons enfin que celui-ci donne immédiatement la différence de marche entre deux impulsions quelconques en millisecondes et leur rapport d'intensité (Cossor double trace).

En conclusion, ce dispositif nous paraît au point et est d'une sensibilité extrême, permettant par exemple de déceler d'une manière très nette l'écho apporté par un rebord de balcon de 3 centimètres de haut dans la maquette, ou une corniche de 2 centimètres. Il est possible en quelques heures d'étudier complètement la maquette d'un grand auditorium en déterminant une par une les surfaces causes de chaque écho visible sur l'écran de l'oscillographe en promenant dans la maquette une petite surface absorbante. Enfin des essais de corrélation entre ce procédé et un procédé identique mais dans des salles grandeur nature semblent montrer le bien fondé du dispositif.

(201)



# MESURE DE L'INDICE D'AFFAIBLISSEMENT SONORE DE PAROIS DE BÂTIMENTS

ING. PROF. AUGUSTE RAES  
École Nationale Supérieure d'Architecture - Bruxelles

## MISURA DEL COEFFICIENTE DI ISOLAMENTO DI PARETI

**SOMMARIO** - Un problema molto importante che si presenta in acustica ambientale è quello della determinazione dell'isolamento acustico dovuto ad una determinata parete. In genere le determinazioni si fanno in laboratori particolarmente attrezzati, ma si presenta assai difficile od addirittura impossibile la determinazione di un isolamento in un edificio in costruzione quando il suono dall'ambiente disturbante può raggiungere l'ambiente disturbato non solo attraverso il tramezzo in questione, ma anche attraverso altre vie che possono presentare bassissimi isolamenti. Il metodo proposto dall'autore consiste nello sfruttare il sistema di misura con toni impulsivi: con riferimento a figura 1, se si desidera misurare l'isolamento del tramezzo (a), si pone un altoparlante in (S) ed un microfono in M: il percorso in linea retta S - M attraverso al tramezzo è molto breve rispetto ad altri possibili cammini del suono, quindi attraverso misure di carattere impulsivo, con un attento esame dei primi elementi dell'oscillogramma della tensione al microfono M, si può effettivamente avere la determinazione dell'isolamento del tramezzo in esame. Queste misure possono essere eseguite in cantiere senza particolari difficoltà, e il tempo di misura non supera mezz'ora. La precisione delle misure può essere valutata a  $\pm 3$  dB. L'autore stima che la frequenza di misura più bassa possa essere di circa 200 Hz. Un controllo diretto delle proprietà isolanti dei tramezzi può essere un mezzo quanto mai importante per la valutazione seria delle proprietà acustiche di un determinato ambiente.

### 1. Position du problème.

Pour l'étude de nouveaux procédés de construction, l'élaboration de projets sans aléas, le contrôle de constructions de nouveaux bâtiments prétendant à l'insonorité, il est indispensable de pouvoir effectuer la mesure suivante.

Détermination de l'indice d'affaiblissement sonore de chaque paroi indépendamment du reste de l'immeuble.

Cette mesure doit donc donner l'indice cherché en tenant exclusivement compte des caractéristiques de la paroi considérée et des sons la traversant. Elle doit éliminer tous les sons se propageant par les autres parois, l'ossature, etc.

Si par exemple nous devons apprécier l'insonorité d'une cloison donnée séparant deux chambres d'un immeuble, l'isolement sonore brut normalisé n'est pas un critère satisfaisant. Il résulte de toutes les fuites de sons, non seulement au travers de la cloison considérée, mais encore au travers des cloisons et planchers adjacents, des fenêtres, portes, etc.

Poussons à l'extrême le contrôle, sans pourtant sortir de la pratique quotidienne. Nous en arrivons à devoir mesurer l'indice d'affaiblissement d'une paroi avant de construire les autres.

Par exemple, d'un plancher quand les murs n'existent pas encore. Ou encore, d'un mur mitoyen d'appartement quand les murs extérieurs, les portes et les fenêtres ne sont pas encore construits.

Nous pensons avoir résolu le problème par la méthode décrite ci-après.

### 2. Production du champ sonore.

Les dispositions actuellement normalisées pour les essais en laboratoire et en chantier visent toutes

à produire un champ sonore aussi diffus et isotrope que possible. Cela est spécifié explicitement dans les conclusions du Congrès de Marseille de 1950.

Une autre disposition, pratiquement normale sans être spécifiée dans aucun règlement, est la production d'un champ constant dans le temps.

On doit se demander si ces dispositions restent d'une nécessité transcendante pour les essais pratiques des bâtiments.

Comparons-les avec les conditions de sollicitations sonores auxquelles sont soumises les parois des immeubles habités.

Le champ sonore n'est jamais isotrope. Il est des cas, par exemple les bureaux de mécanographie, où de très nombreuses sources de bruits produisent des champs ne variant que de quelques dB dans l'espace. Mais la grande majorité des cas, depuis les bureaux réservés à peu de personnes jusqu'aux appartements où ne sévit qu'un seul poste de radio par chambre, les champs sonores sont loin d'être isotropes.

Les champs sonores ne sont jamais constants dans le temps. Les sons stables, note hululée ou bande de bruit blanc, sont des inventions destinées à faciliter les mesures de laboratoire.

Certains bruits de machines tournantes peuvent être composés de sons stables. Mais leurs fréquences sont en général assez basses et la technique de leur isolation est plus du domaine vibratile que du ressort de l'acoustique aérienne.

Les sons aériens que subissent les habitations et les bureaux sont presque toujours des juxtapositions d'impulsions.

Il est donc parfaitement rationnel de produire, pour des essais pratiques sur bâtiments, des champs sonores anisotropes et transitoires.

Déjà le *Projet de normalisation des immeubles*

insonores élaboré par le CNRSIM, le CNET et le CSTB prévoit une technique de mesures renonçant à l'usage diffus et isotrope. La cause est donc entendue à ce point de vue.

Poursuivant le même raisonnement, nous estimons qu'il n'y a pas d'objection à l'usage des sons transitoires.

### 3. Principe - Isolement dans l'espace et dans le temps

La figure 1 représente le plan d'un local quelconque dans un immeuble. Nous désirons connaître l'indice d'affaiblissement de la paroi X-X.

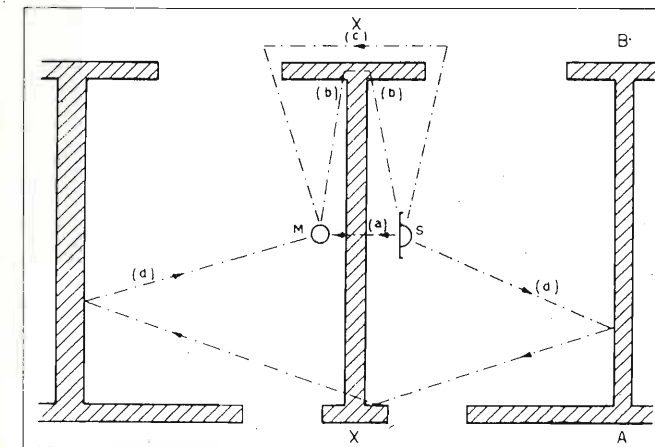


Fig. 1.

Supposons que nous émettons des sons en S. Le microphon M recevra beaucoup plus d'énergie sonore que celle que lui apporte la voie directe (a) au travers de (XX). Pour fixer les idées, nous avons tracé la voie (b) empruntant le mur extérieur, la voie (c) passant par les fenêtres (d) traversant X-X après deux réflexions contre les murs de la chambre. Il en existe une infinité d'autres.

Pour mesurer l'indice d'affaiblissement de X-X nous devons supprimer toutes les voies telles que (b) et (c), qui ne traversent pas cette paroi.

#### a) Isolement dans l'espace.

Le procédé classique consiste à isoler les parois X-A, X-B, A-B etc., de manière à rendre négligeables les énergies transmises par (b), (c) et autres. Nous obtenons cette fois la disposition schématisée

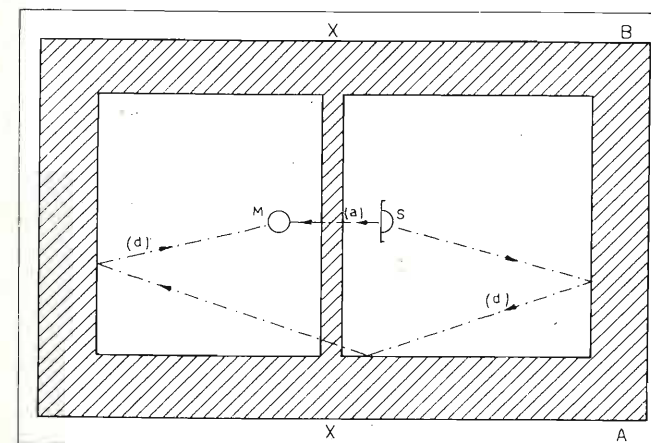


Fig. 2.

par la figure 2. Les voies (b), (c) et analogues ont été sectionnées dans l'espace. Les voies du type (d) ne sont pas supprimées.

Cette méthode doit faire l'objet de critiques.

Elle n'est pas applicable en dehors du laboratoire.

L'énergie reçue par M ne dépend pas seulement des caractéristiques de X-X, mais encore de celles des trajectoires (d). Or, ces dernières sont considérablement influencées par les formes et les absorptions des deux chambres.

#### b) Isolement dans le temps.

Reprenons la figure 1. Considérons les durées de propagation des ondes sonores suivant les diverses voies tracées.

La voie (a) est beaucoup plus courte que n'importe qu'elle autre.

Une onde sonore émise en S atteindra donc M en suivant (a) bien avant de l'atteindre en suivant (b), (c), (d) etc.

Dans la pratique, cette avance atteint aisément 10 ms au minimum.

Procédons donc comme suit. Faisons l'inverse de l'expérience de Sabine. Au lieu d'observer la disparition du son d'une source brusquement arrêtée, enregistrons en M l'apparition du son de la source S après son enclenchement.

Il y aura un premier stade pendant lequel nous enregistrerons exclusivement des sons venant par (a). Plus tard il en viendra par d'autres voies, mais ils ne nous intéressent plus.

En limitant nos mesures à ce premier stade, nous éliminons donc toutes les voies de propagation à l'exception de (a).

C'est là ce que nous entendons par « isolement dans le temps ». Constatons qu'il est plus complet que l'isolement dans l'espace, puisque même les voies (d) sont éliminées.

L'oscillogramme de la figure 3 a été pris à 1,5 m d'une porte ouverte. Le son est une note pure de 800 Hz modulée en impulsion. On distingue nettement une première série de 8 oscillations de faible amplitude durant environ 10 ms.

Ce sont des ondes ayant traversé le mur. Ensuite l'amplitude croît considérablement. C'est l'arrivée des sons passant par la porte.

La longueur de la plus courte trajectoire passant par la porte ouverte était de 3 m supérieure à celle de la traversée directe du mur. Ceci explique le retard de 10 ms des sons entrés par la porte.

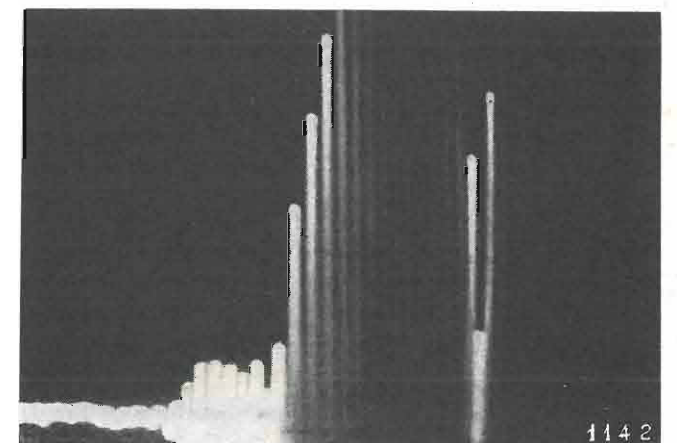


Fig. 3.



#### 4. Exécution.

##### a) Sons utilisés.

Dans l'état actuel de notre expérience pratique de la méthode, nous employons des impulsions modulées suivant deux exponentielles analogues à celles que nous utilisons pour les mesures des coefficients d'absorption. Jusqu'à plus ample informé nous préférons cette forme à une modulation rectangulaire pour les raisons suivantes:

Elle est plus facilement reproductible par un haut-parleur de puissance relativement élevée (10 W minimum), à pavillon qui convient le mieux pour ces essais. Elle provoque un minimum de vibrations secondaires dans la paroi observée.

Nous avons utilisé des notes pures. Il y aurait lieu de vérifier qu'il n'est pas préférable de moduler des sons hululés ou blancs.

##### b) Schéma et disposition des appareils.

La figure 4 schématise l'équipement disposé pour l'essai d'un pan de mur.

Le haut-parleur L est placé perpendiculairement au mur essayé, à une distance minima de 1 m 5 des bords de ce dernier.

De chaque côté du mur, on place un microphone M<sub>1</sub> et M<sub>2</sub>, avec atténuateur d'au moins 50 dB ré-

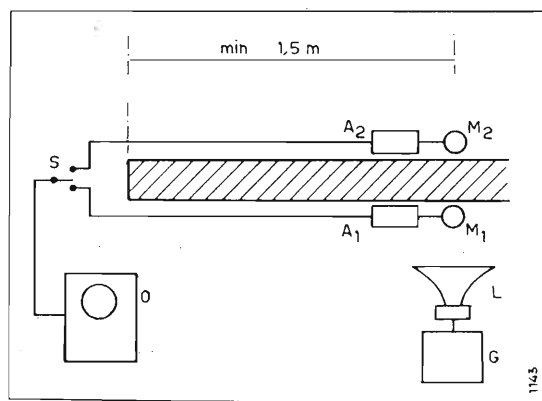


Fig. 4.

glable par plots de 10 dB. Le commutateur S permet de raccorder à volonté l'un ou l'autre microphone à l'oscilloscope O. Ce dernier est synchronisé avec le générateur d'impulsions.

L'atténuateur de M<sub>2</sub> est en général superflu, les sons émergeant du mur étant faibles.

Souvent l'opérateur peut rapidement circuler d'un côté du mur à l'autre. Dans ce cas, il est préférable de prendre un seul microphone que l'on place alternativement près des deux faces. On élimine ainsi les corrections pour différences de caractéristiques des microphones. Avec un générateur raisonnablement stable, l'erreur ainsi commise est inférieure à 2 dB.

Il est commode de munir l'écran de l'oscilloscope d'une échelle directement graduée en dB. La base de cette échelle peut être arbitraire, car nous devons uniquement comparer deux amplitudes.

##### c) Onde enregistrée par M<sub>1</sub>.

M<sub>1</sub> enregistre la résultante des pressions de l'onde incidente et de sa première réflexion par le mur observé.

Ulérieurement d'autres réflexions par d'autres parois de la chambre viendront s'y ajouter, mais nous ne les enregistrerons pas. Le retard de ces réflexions additionnelles sera plus que suffisant si la chambre mesure au moins 3 m, ce qui n'est pas extraordinaire.

Soit L<sub>1</sub> l'amplitude des oscillations observées en O, en mm, et A<sub>1</sub> en dB l'atténuation appliquée.

##### d) Onde enregistrée par M<sub>2</sub>.

M<sub>2</sub> enregistre d'abord la résultante précédemment mesurée par M<sub>1</sub>, mais réduite par la traversée du mur. Il enregistre ensuite les arrivées des sons par d'autres voies, les réflexions dans la seconde chambre, dont nous ne tenons pas compte. Soient respectivement L<sub>2</sub> et A<sub>2</sub> l'amplitude en mm mesurée en O et l'atténuation en dB appliquée.

##### e) Coefficient mesuré.

Nous obtenons finalement un coefficient

$$[1] \quad R = 20 \log \frac{L_1}{L_2} + A_1 - A_2 + K \text{ en dB}$$

K étant une constante de comparaison des étalonnages des deux microphones.

Si nous avons pris soin de graduer l'écran en dB et d'employer un seul microphone comme indiqué plus haut, nous obtenons une expression dont tous les termes sont obtenus par la lecture directe.

$$[2] \quad R = L_1 - L_2 + A_1 - A_2 \text{ en dB}$$

et qui peut être calculé sur place.

#### 5. Exemples.

##### a) Cloison simple percée d'une porte ouverte.

Nature de la cloison: parpaings de cendrée de 11 cm, couverts sur leurs deux faces d'un enduit de ciment de 1 cm 5 et portant en outre sur la face (1) une couche de 2 cm 5 d'ouate de coton protégée par une feuille perforée d'asbeste-ciment.

##### 1) Essai à 200 Hz.

Les essais aux basses fréquences sont de loin les plus difficiles à exécuter. La figure 5 reproduit les indications de l'oscilloscope. La base de temps est à 3 % près la même pour les trois oscillogrammes. Les zéros des temps sont les mêmes à 1 mm près.

F24 donne la tension aux bornes du HP. C'est une simple vérification du bon fonctionnement de l'appareillage.

F29 est l'enregistrement de l'onde sonore du côté de l'émission. Environ 10 ms après son début L<sub>1</sub> atteint 0 dB sur l'échelle. L'atténuation de A<sub>1</sub> était de 20 dB.

F26 est l'enregistrement de l'onde émergente. La distance entre les emplacements M<sub>1</sub> et M<sub>2</sub> était d'environ 35 cm, soit 1 ms. Si nous mesurons F26 avec un retard de 1 ms par rapport à F29 nous trouvons L<sub>2</sub> égal à -10 dB. Et A<sub>2</sub> était égal à 0.

La formule [2] nous donne donc R = 30 dB.

La difficulté des mesures aux basses fréquences provient de ce que les fronts des impulsions y sont plus aplatis, donc moins faciles à distinguer, et le rendement des haut-parleurs plus faible.

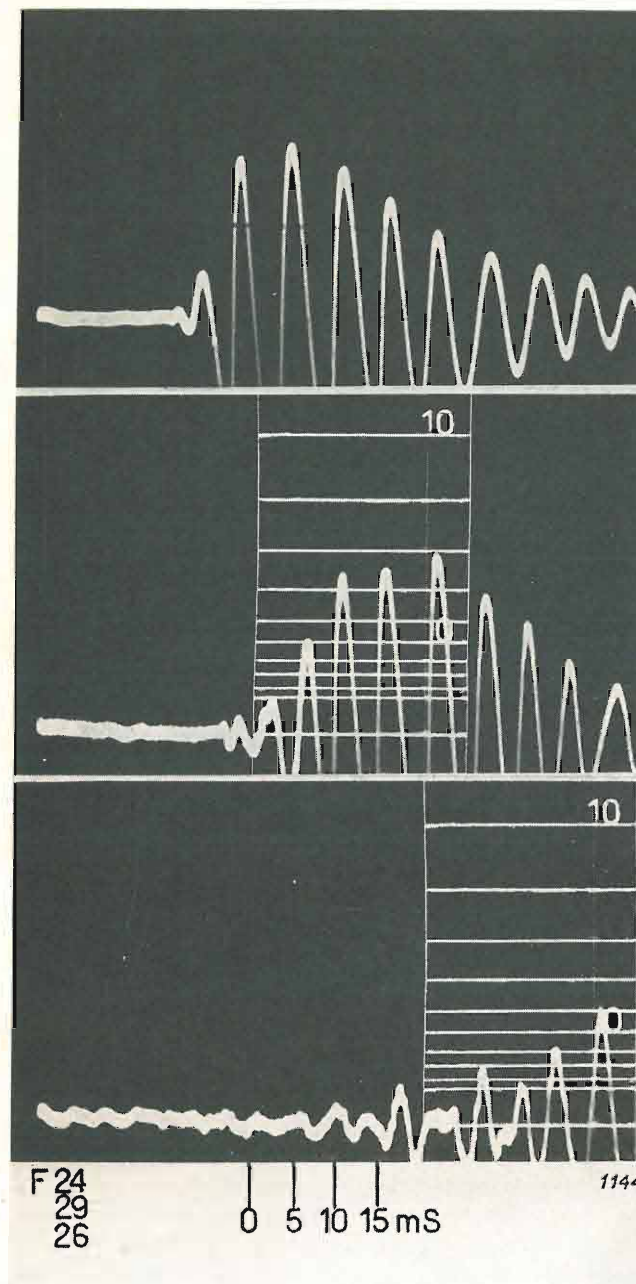


Fig. 5.

##### 2) Essai à 400 Hz.

Voir figure 6. F32 représente encore la tension aux bornes du HP.

F37 est l'onde sonore côté incidence. Légère frange d'interférence. Nous pouvons lire L<sub>1</sub> = 9 dB. A<sub>1</sub> est égal à 30 dB.

F34 est l'onde émergente. La distinction entre les arrivées successives est devenue très aisée. Remarquer comme l'image déborde de l'écran environ 15 ms après le début de la transmission.

Nous pouvons noter L<sub>2</sub> = -4 dB, et A<sub>2</sub> = 0. Nous obtenons donc R = 43 dB.

##### 3) Essai à 800 Hz.

Voir la figure 7. En accélérant le balayage, on fait disparaître de l'écran tout ce qui n'est pas le premier passage de sons.

F20 représente les ondes incidentes et F18 les émergentes.

On lit sans peine L<sub>1</sub> = 4 dB et L<sub>2</sub> = -8 dB. D'autre part A<sub>1</sub> = 50 dB et A<sub>2</sub> = 0. On obtient donc R = 62 dB.

##### 4) Fréquences plus élevées.

Pour ne pas allonger inutilement ce mémoire, nous ne reproduirons pas les enregistrements aux fréquences plus élevées, qui sont encore plus aisément lus que ceux à 800 Hz.

Remarque. Dans la pratique, il est inutile de photographier l'écran. En émettant environ une impulsion par seconde et en employant un écran à persistance moyenne, la lecture directe ne présente pas de difficultés.

##### b) Essai de diverses cloisons dans un immeuble en construction.

Toutes ces cloisons se trouvaient entre planchers de béton plein de 10 cm d'épaisseur. La hauteur était uniformément de 2 m 64. Elles se trouvaient

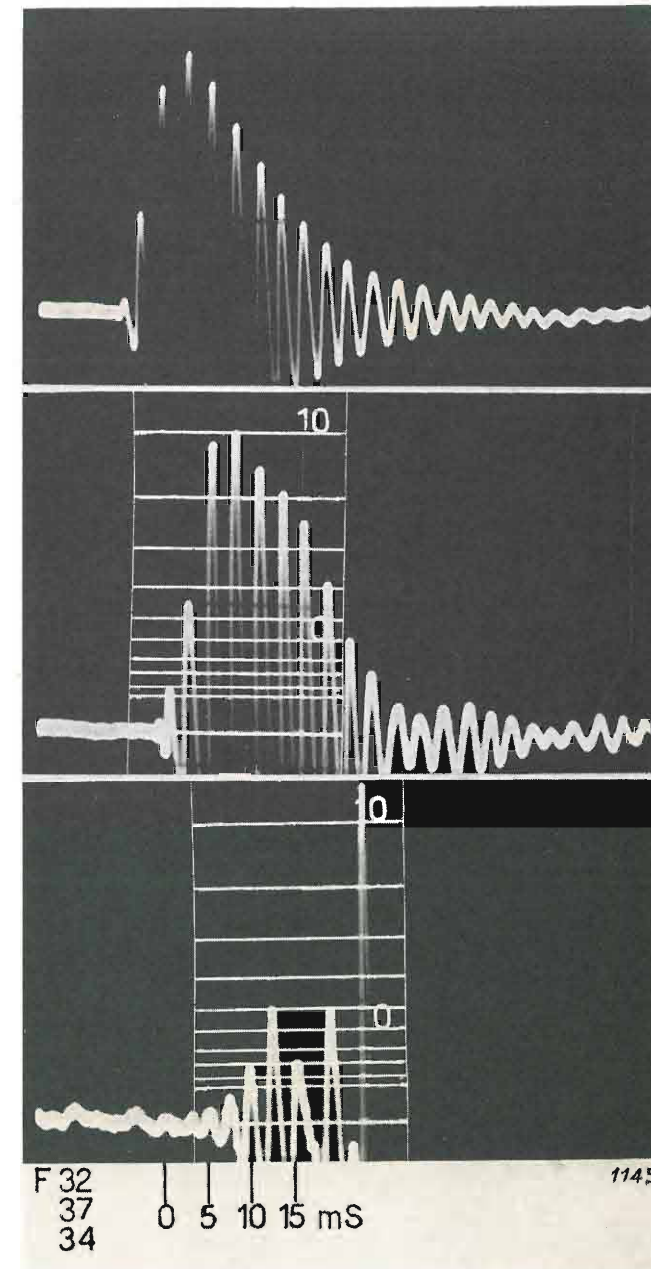


Fig. 6.



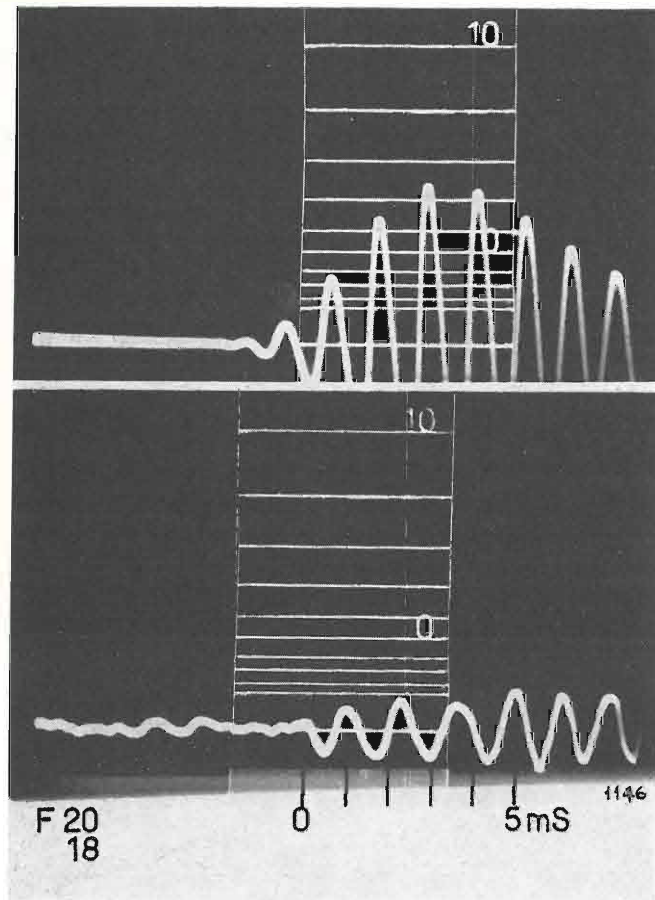


Fig. 7.

entre un mur extérieur à grandes fenêtres sans châssis et une cloison de corridor à portes sans menuiseries.

1. - Construction A : Enduit : 1,0 cm  
Carreaux de plâtre : 11,0 cm  
Enduit : 1,0 cm

Longueur de la cloison : 3,8 m  
Fréquences, Hz 200 400 800 1600 3200  
Indices R, dB 30 30 22 50 64

2. - Construction B : Enduit : 1,0 cm  
Carreaux de plâtre : 11,0 cm  
Air sans bourrage : 3,0 cm  
Carreaux de plâtre : 11,0 cm  
Enduit : 1,0 cm

Longueur de la cloison: 3,7 m  
Fréquences, Hz 200 400 800 1600 3200  
Indices R, dB 42 36 48 56 68

3. - Construction C : Enduit : 1,0 cm  
Briques creuses : 10,0 cm  
Air sans bourrage : 3,0 cm  
Pouzzolane : 11,0 cm  
Enduit : 1,0 cm

Longueur de la cloison : 2,6 m prolongée par un tronçon de même nature, au delà d'un pilier.

Fréquences, Hz 200 400 800 1600 3200  
Indices R, dB 36 44 50 54 66

### 6. Premières conclusions pratiques.

1. - Aucune difficulté d'utilisation sur chantier. Il faut évidemment travailler pendant les heures creuses de la circulation, pour ne pas être trop troublé par les bruits ambiants.

Durée de mise en station: 1/2 heure.

Durée d'une série de mesures à 5 fréquences: 1/2 à une heure, suivant les bruits ambiants.

2. - La précision des mesures peut être provisoirement évaluée à  $\pm 3$  dB.
3. - Les possibilités d'application semblent être limitées à des locaux dont la plus petite dimension ne peut être inférieure à 3 m.  
La fréquence la plus applicable semble être 200 Hz.

4. - Les résultats obtenus sont vraisemblables. Il serait intéressant d'amener notre équipement en laboratoire et d'examiner une même éprouvette  $2,5 \times 3,5$  suivant la méthode normalisée et celle faisant l'objet de ce mémoire.

5. - Les problèmes suivants paraissent résolus.

— Obtenir des bases de projets applicables sans interprétation.

— Contrôler la construction et l'insonorité de parois déterminées.

— Déterminer la part du mur mitoyen et celle des autres parois dans la transmission de sons d'un local à un autre.

(206)

# CONTRIBUTION À L'ÉTUDE D'UNE OREILLE ARTIFICIELLE NORMALISÉE

DOTT. ING. GUALTIERO MILETTO  
Società Torinese Esercizi Telefonici  
Torino

## CONTRIBUTO ALLO STUDIO DI UN ORECCHIO ARTIFICIALE UNIFICATO

**SOMMARIO** - Gli orecchi artificiali utilizzati per tarare i ricevitori telefonici hanno la funzione di imitare le caratteristiche acustiche dell'orecchio umano, per far sì che durante la misura il ricevitore sia posto, il più fedelmente possibile, nelle condizioni reali di impiego. In genere i vari orecchi artificiali proposti tengono solo conto di alcune delle principali caratteristiche dell'orecchio umano, trascurando le altre, per cui, misurando uno stesso ricevitore con diversi tipi di orecchi artificiali, si ottengono risultati con scarti assai rilevanti. D'altra parte anche l'orecchio umano ha caratteristiche assai diverse da persona a persona, di conseguenza fino a quando non si potrà praticamente definire il comportamento acustico medio dell'orecchio umano, può essere preferibile impiegare semplici accoppiatori (couplers) che anche se non rispecchiano fedelmente il comportamento acustico dell'orecchio naturale, hanno però il vantaggio di essere facilmente riproducibili, di essere stabili nel tempo e di offrire la possibilità di lavorare in condizioni ben precise e facilmente calcolabili. Indubbiamente il più diffuso accoppiatore è quello americano definito dalle norme ASA, la cui cavità interna ha un volume di  $6 \text{ cm}^3$ . Fissando però il volume si è costretti, ogni qualvolta il ricevitore è racchiuso in un microtelefono od ha un padiglione auricolare rigido, a variare le dimensioni della cavità interna, fino a riottenere il volume di  $6 \text{ cm}^3$  prescritto. Ciò significa, praticamente, dover costruire un accoppiatore per ogni tipo di ricevitore ed è quindi una noiosa complicazione, data l'incertezza talora esistente nella misura del volume della concavità del padiglione auricolare. Lo scopo della presente memoria è appunto quello di accertare se, mantenendo costante il volume dell'accoppiatore, si introducono, nella misura dei ricevitori telefonici, errori superiori agli scarti che mediamente si avrebbero se si operasse direttamente su orecchi umani. Mantenendo costanti le dimensioni della cavità interna dell'accoppiatore, il volume racchiuso dal ricevitore in prova sarà quindi funzione della concavità del padiglione auricolare del microtelefono in cui è posto il ricevitore. Si constata sperimentalmente, mediante prove effettuate su diversi tipi di ricevitori di produzione italiana, che tali variazioni di volume provocano scarti nei risultati della misura inferiori a quelli che si otterrebbero se si utilizzassero orecchi artificiali ben più complicati e si dimostra pure che tali scarti sono ancora inferiori a quelli ottenibili operando direttamente su orecchi umani.

1. Les dispositifs adoptés généralement pour étalonner les récepteurs téléphoniques ont pour but d'assurer à ces derniers un comportement acoustique identique à celui qu'ils présenteraient sur l'oreille humaine moyenne, de façon à les placer dans des conditions aussi conformes que possible aux conditions réelles d'emploi.

De nombreux dispositifs ont été étudiés tendant tous à obtenir un comportement semblable à celui de l'oreille humaine.

Ces dispositifs, en outre, doivent être suffisamment stables pour permettre des étalonnages reproductibles dans les mêmes conditions d'essais.

On donne communément aux dispositifs complexes qui reproduisent le plus fidèlement les particularités acoustiques de l'oreille humaine moyenne le nom d'« oreilles artificielles »; les dispositifs plus simples qui, logiquement, ne reproduisent qu'en partie le comportement moyen de l'oreille naturelle portent, au contraire, le nom de « coupleurs ».

Une description du développement des oreilles artificielles étudiées et construites jusqu'ici est donnée par Barducci (bibl. 1). Récemment, d'autres types d'oreilles artificielles ont été proposés, parmi lesquels nous mentionnerons celle de H. Weber adoptée par les PTT suisses (bibl. 2), celle de Fromentin (bibl. 3), celle de Barducci de l'INUA (bibl. 4), celle de Braun de la Bundespost allemande (bibl. 5) et celle

de Pock proposee pendant la reunion du CCIF par la Compagnie Téléphonique du Chili (bibl. 6 et 7).

Presque toutes ces oreilles artificielles ne tiennent compte que de certains des paramètres qui influent sur le comportement acoustique de l'oreille naturelle; aussi, relève-t-on des différences considérables dans les résultats des mesures, dues aux variations des conditions d'essai.

Dans quelques-unes on tient compte de la dissipation de l'énergie acoustique dans l'oreille humaine, due soit à l'imparfaite rigidité des parois et de la membrane tympanique, soit à la forme et à la rugosité des parois du conduit auditif; dans certaines autres, on tient compte seulement du couplage imparfait existant normalement entre le récepteur téléphonique et le pavillon de l'oreille; dans d'autres enfin, on tient compte à la fois des deux ensembles des paramètres précédents.

Les dispositifs pratiques correspondants sont très différents, et vont de l'oreille artificielle compliquée étudiée par Inglis, Gray et Jenkins (bibl. 8), dans laquelle toutes les caractéristiques de l'oreille humaine sont imitées, y compris la forme du conduit auditif, jusqu'au simple coupleur normalisé par les américains (bibl. 14).

Malgré l'intention, commune à tous les inventeurs des différentes oreilles artificielles jusqu'ici connues, d'obtenir des impédances acoustiques dont



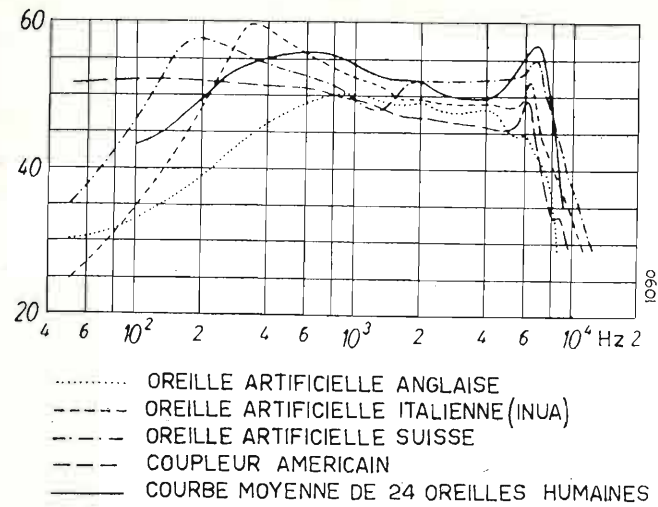


Fig. 1. — Courbes de réponse d'un récepteur W. E. 711 A, à tension constante.

l'allure, en fonction de la fréquence, soit presque identique à celle de l'oreille naturelle, on constate pratiquement, lorsqu'on mesure le même récepteur téléphonique avec différentes oreilles artificielles, des écarts entre les diverses valeurs obtenues pouvant dépasser 20 dB.

W. Lang (bibl. 9) a récemment effectué plusieurs mesures sur deux récepteurs différents, l'un du type dynamique de haute qualité, l'autre du type électromagnétique normal. Les mesures ont été réalisées avec cinq oreilles artificielles différentes, qui sont représentées respectivement sur les figures 1 et 2.

Si l'on examine les courbes de réponse obtenues, on constate que les écarts entre les différentes oreilles artificielles et la courbe moyenne établie d'après 24 oreilles humaines sont très sensibles.

Des essais du même genre ont été effectués sur six récepteurs téléphoniques différents avec 4 oreilles artificielles d'une part et l'oreille humaine de l'autre: ils ont été publiés par Schiaffino et ont confirmé la discordance considérable existant entre les courbes obtenues avec les différentes oreilles artificielles et celle établie d'après la moyenne de 30 mesures effectuées sur des oreilles humaines différentes.

Tous ces essais, et des essais analogues effectués par Barducci avec l'oreille artificielle de l'INUA et du Post Office anglais, conduisent à la conclusion suivante: l'étude complète d'une oreille artificielle

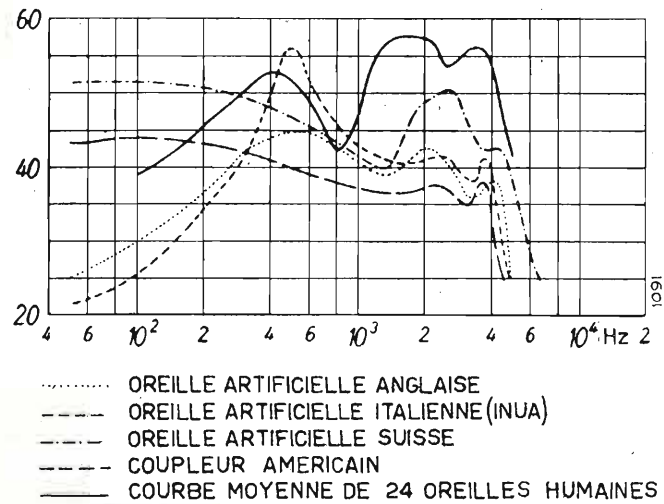


Fig. 2. — Courbes de réponse d'un récepteur type ANB - M - 1, à tension constante.

implique une connaissance parfaite des particularités acoustiques de l'oreille humaine qui, en l'état actuel des choses, n'est pas encore suffisamment précise ni complète.

2. La dispersion des résultats des mesures effectuées par des expérimentateurs différents sur de nombreuses oreilles humaines en vue d'établir une courbe d'impédance acoustique moyenne (bibl. 12), prouve qu'il est très difficile de rechercher une oreille artificielle parfaite qui reproduise intégralement le comportement acoustique de l'oreille naturelle. Les mesures effectuées par Inglis, Gray et Jenkins (bibl. 8), confirmées par des recherches plus récentes (bibl. 6), révèlent en effet un champ de variation très étendu dont les extrêmes sont indiqués, pour chaque fréquence, sur la figure 3.

La courbe de réponse de l'oreille humaine, établie en calculant le rapport des pressions acoustiques mesurées au moyen de deux microphones sonde placés respectivement à proximité de la membrane tympanique et du pavillon auriculaire du récepteur

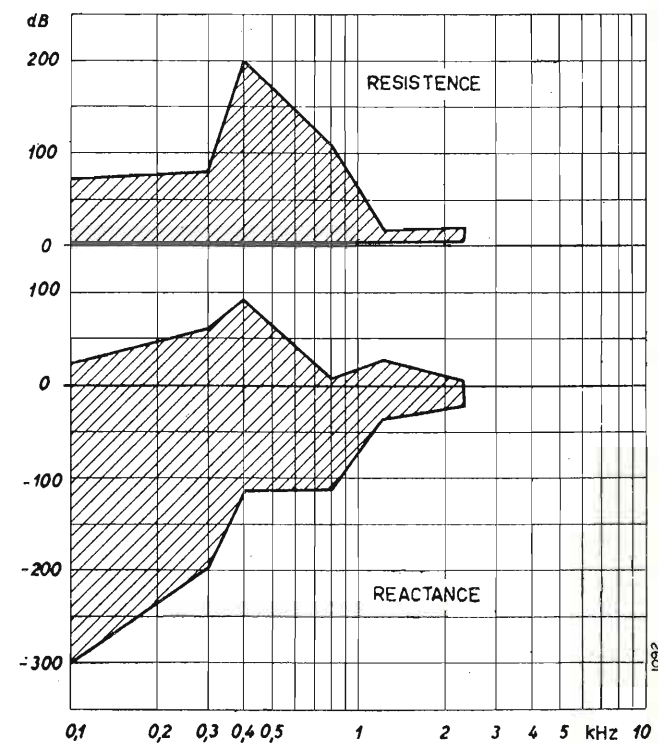


Fig. 3. — Champ de variation de l'impédance acoustique des oreilles humaines mesurée à travers le trou du pavillon d'un récepteur (Inglis, Gray et Jenkins).

appliqué, présente, elle aussi, un champ de variation très étendu ainsi qu'il résulte de la figure 4; ceci confirme la difficulté, en l'état actuel de nos connaissances, de déterminer pratiquement le comportement acoustique d'une oreille humaine moyenne.

En conséquence, tant que l'on n'aura pas de connaissances plus complètes sur les caractéristiques acoustiques de l'oreille humaine, il peut être préférable d'employer de simples coupleurs, qui, même s'ils ne reproduisent qu'imparfaitement le comportement acoustique de l'oreille naturelle, ont du moins l'avantage d'être aisément reproductibles, d'être durables, et d'offrir la possibilité d'agir dans des conditions bien précises et facilement contrôlables.

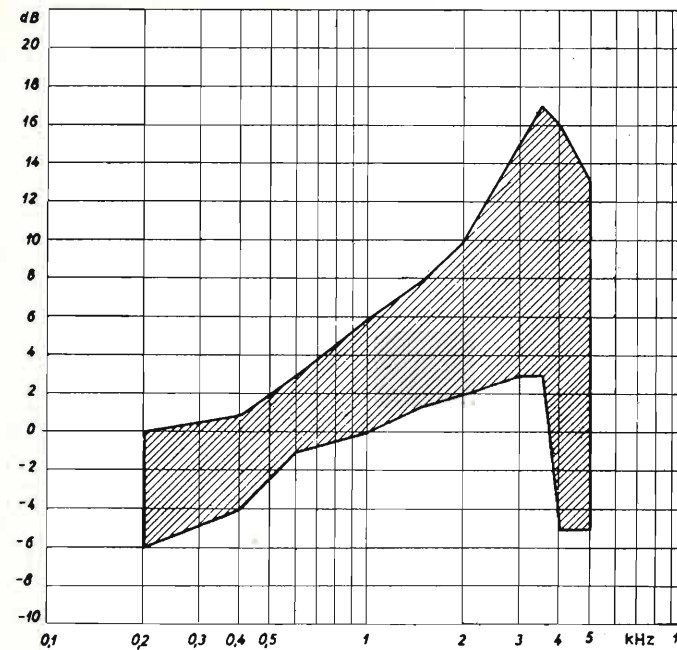


Fig. 4. — Champ de variation des courbes de réponse des oreilles humaines (CCIF - Document n. 17 - IV Commission - 1952-1954).

Un des coupleurs les plus connus et les plus répandus est celui ayant une cavité de 6 cm<sup>3</sup> unifié selon les normes américaines de l'ASA (Z 24.9.49).

Les recherches effectuées par Glaser et Morrical (bibl. 13) sur deux coupleurs de 6 cm<sup>3</sup>, mais de formes et de dimensions différentes, ont démontré clairement la nécessité de ne pas dépasser certaines limites dans les dimensions de la cavité interne, tout en conservant constamment le volume de 6 cm<sup>3</sup>. Il résulte, en effet, de leurs expériences, qu'un coupleur trop long engendre des pointes de résonance très élevées, tandis qu'un coupleur trop large engendre des dépressions sensibles d'antirésonances.

Afin d'éviter ces inconvénients, les normes ASA fixent les dimensions de la cavité interne de manière que les vibrations transversales soient compensées par les vibrations longitudinales, dans toute la gamme des fréquences utilisées, lors des mesures effectuées sur les récepteurs téléphoniques (< 5000 Hz).

Ces normes prescrivent, en outre, que, lorsque le coupleur doit être employé avec des récepteurs enfermés dans le combiné ou munis d'un pavillon auriculaire rigide, il faut régler, dans chaque cas, la hauteur de la cavité, de façon à ramener le volume à 6 cm<sup>3</sup>, comme prescrit.

Ceci implique pratiquement la construction d'un coupleur pour chaque type de récepteur, ce qui constitue un inconvénient indéniable et parfois même une complication sérieuse, vu les difficultés et les incertitudes que présente la mesure de la cavité du pavillon auriculaire.

Maintenir constant le volume de la cavité interne du coupleur simplifie le problème, mais nécessite l'utilisation d'un coupleur à volume variable suivant la cavité du récepteur à mesurer.

Dans ce cas, les écarts par rapport à la courbe moyenne établie d'après l'oreille naturelle sont-ils encore acceptables?

3. On a effectué, afin de répondre à cette question, plusieurs mesures avec un coupleur simple dont le

volume était variable grâce à des anneaux de raccord.

Les volumes utilisés ont été respectivement les suivants:

$$V_1 = 1,112 \text{ cm}^3$$

$$V_2 = 6,038 \text{ cm}^3$$

$$V_3 = 10,964 \text{ cm}^3.$$

La variation de volume s'opérait en augmentant la hauteur de la cavité dont le diamètre, presque égal à celui fixé par les normes ASA, était maintenu constant. Si l'on prend comme volume de référence  $V_2$ , on constate que  $V_1$  et  $V_3$  s'écartent de la valeur  $V_2$  de  $\pm 82\%$ .

Les courbes de réponse obtenues, à courant constant, sur quatre récepteurs téléphoniques différents, enfermés dans leur combiné, avec ces trois coupleurs, sont représentées sur les figures 5, 6, 7 et 8.

Lorsqu'on examine ces figures, on constate que les écarts entre les courbes de réponse, dans la gamme des fréquences comprises entre 100 et 2000 Hz, sont inférieurs à 5 dB, c'est-à-dire qu'ils se maintiennent

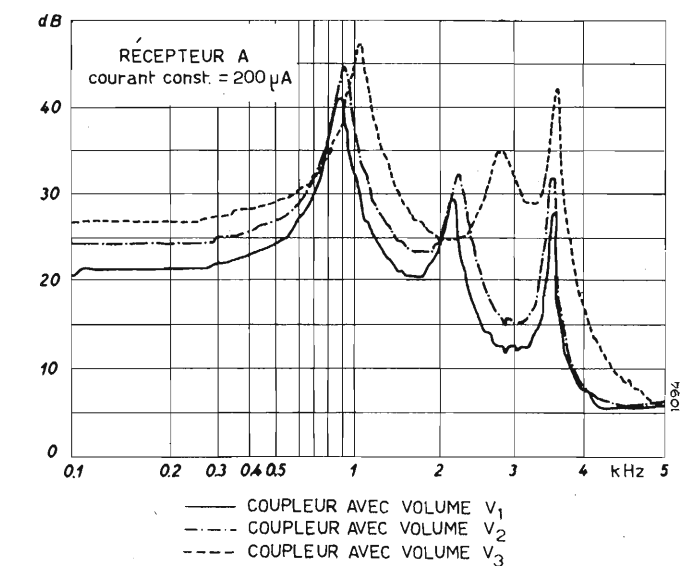


Fig. 5. — Courbes de réponse du récepteur A avec le coupleur à volume variable.

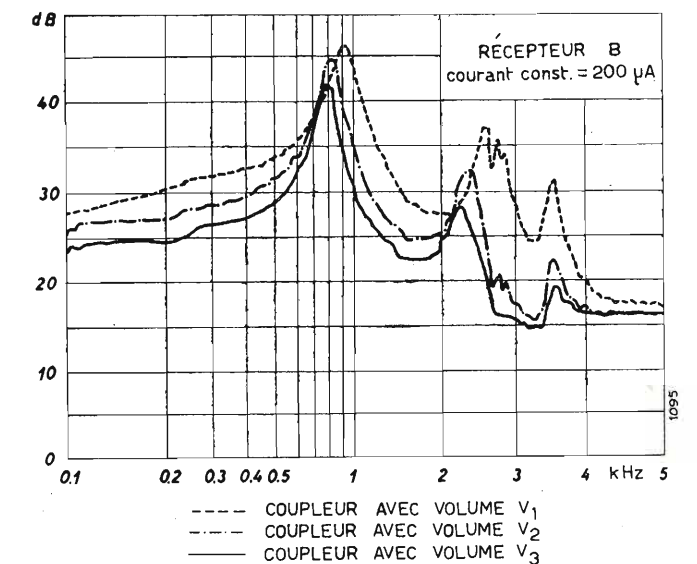


Fig. 6. — Courbes de réponse du récepteur B avec le coupleur à volume variable.



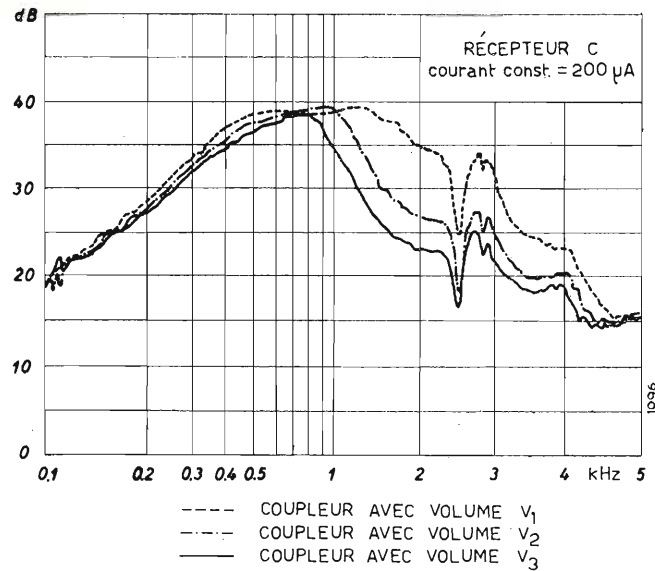


Fig. 7. — Courbes de réponse du récepteur C avec le coupleur à volume variable.

dans des limites acceptables, et de toute façon inférieures à celles que l'on aurait en effectuant les mesures avec des oreilles humaines différentes.

En faisant varier le volume de la cavité, on déplace évidemment la fréquence de résonance des récepteurs qui correspond au premier mode fondamental de vibration, mais l'allure de la courbe de réponse demeure pratiquement inchangée.

Par contre, pour les fréquences supérieures à 2000 Hz, on constate des différences de comportement selon le type des récepteurs. Comme certains expérimentateurs l'ont déjà montré (bibl. 4 et 9), la forme de la cavité n'a une influence sensible qu'aux fréquences élevées.

Par des mesures effectuées sur de nombreux combinés de production italienne et étrangère, on constate que le volume moyen de la cavité du pavillon auriculaire est de  $\sim 5,5 \text{ cm}^3$  avec des écarts de  $\pm 40\%$  par rapport à la valeur moyenne. Donc, si l'on maintient constant le volume de la cavité du coupleur, le volume total qu'on a entre le pavillon auriculaire du récepteur à mesurer et le microphone

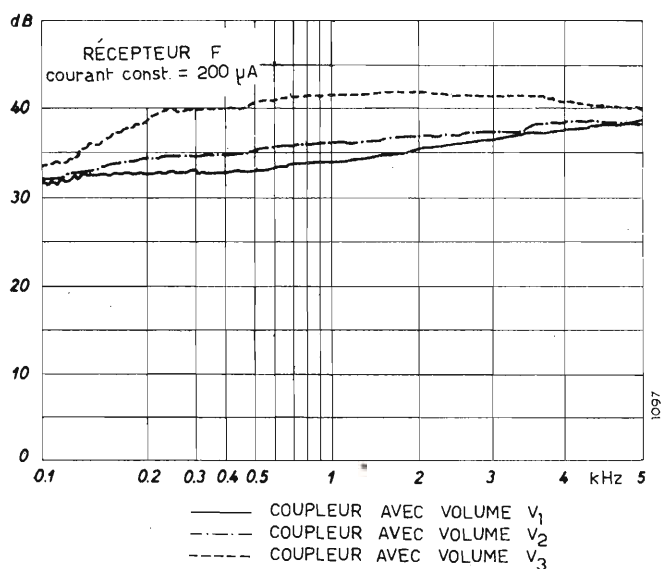


Fig. 8. — Courbes de réponse du récepteur F avec le coupleur à volume variable.

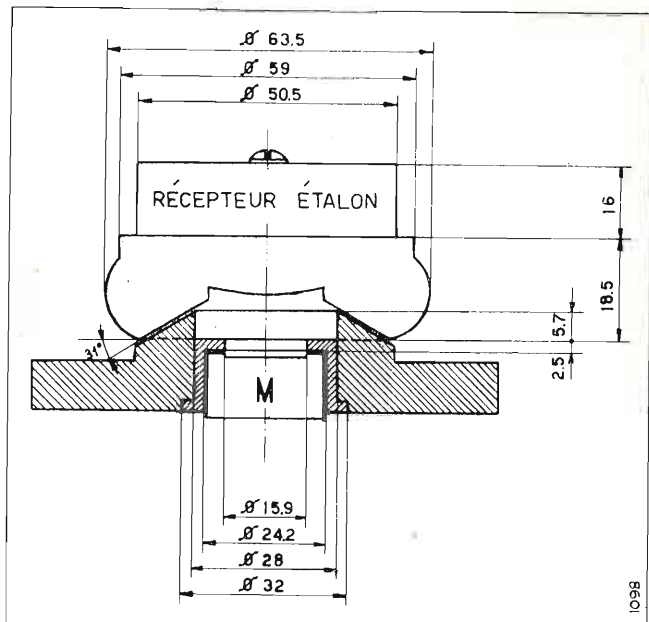


Fig. 9. — Coupleur simple.

étalon varie entre des valeurs limites égales à  $\pm 40\%$  de la valeur moyenne.

Les écarts auxquels il faut s'attendre dans les courbes de réponse sont, par conséquent, inférieurs à ceux indiqués par les figures citées plus haut et relatives à des variations de volume de  $\pm 80\%$ .

Les écarts obtenus demeurent donc dans les limites trouvées en utilisant des oreilles artificielles bien plus compliquées, comme nous l'avons déjà vu sur les figures 1 et 2.

On peut tirer les mêmes conclusions des résultats de Schiaffino obtenus par la comparaison expérimentale de l'oreille humaine et de 5 oreilles artificielles différentes.

Afin de confirmer à nouveau ce que nous avons déjà avancé, des mesures de comparaison ont été effectuées avec les oreilles artificielles française et suisse <sup>(1)</sup> grâce à un simple coupleur complètement fermé et présentant les dimensions indiquées sur la figure 9. Les dimensions de la cavité interne ont été choisies de façon qu'elle ait un volume total de  $6 \text{ cm}^3$  lorsque le récepteur étalon Standard Telephone & Cables, type 4026A, lui était couplé.

Ce récepteur est celui employé dans le système de référence adopté pour déterminer les AEN.

Afin de faciliter le couplage, la forme extérieure est un tronc de cône, de sorte que le volume obtenu lorsque les différents récepteurs téléphoniques sont couplés soit toujours très inférieur à celui que l'on aurait avec des surfaces d'appui planes et que les écarts de la valeur moyenne soient pratiquement inférieurs à ceux considérés plus haut.

D'après certains calculs, on estime que les variations de volume que l'on obtient ne diffèrent pratiquement pas de la valeur moyenne de plus de  $20\%$ .

Les résultats des essais effectués à courant constant avec ce coupleur et avec les deux oreilles artificielles déjà citées sur quatre récepteurs différents sont groupés sur les figures 10, 11, 12 et 13.

(1) Ces essais ont été effectués avec la collaboration très obligeante du CNET et du laboratoire expérimental des PTT suisses.

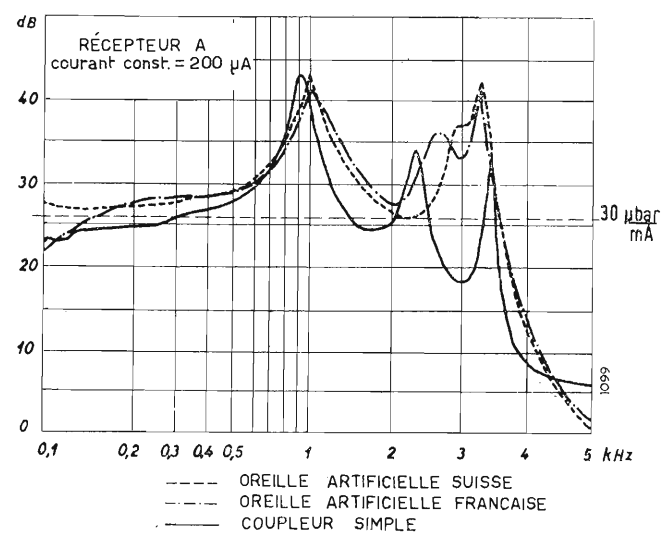


Fig. 10. — Courbes de réponse du récepteur A avec oreilles artificielles différentes.

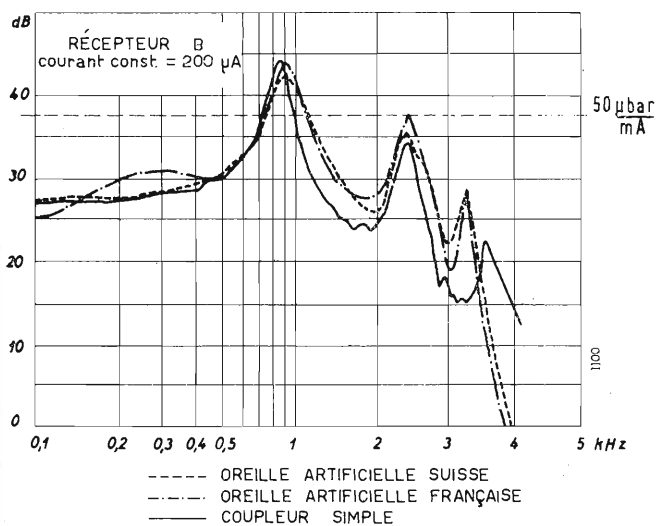


Fig. 11. — Courbes de réponse du récepteur B avec oreilles artificielles différentes.

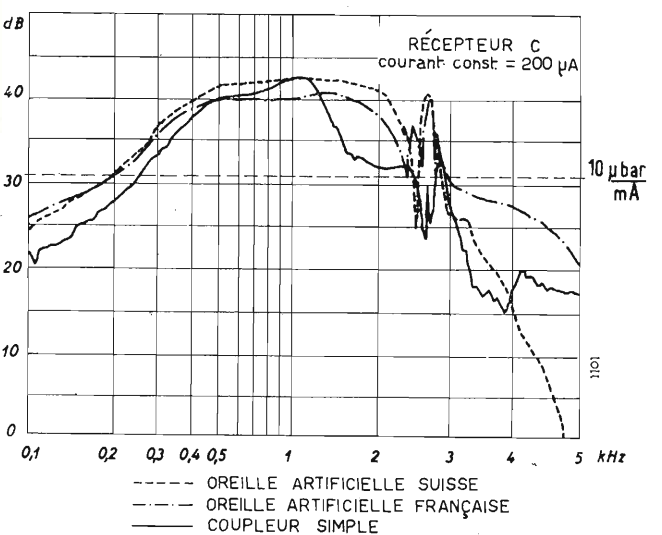


Fig. 12. — Courbes de réponse du récepteur C avec oreilles artificielles différentes.

Dans l'ensemble, on ne note de divergences sensibles qu'au dessus de 3000 Hz.

Le récepteur du type C, qui est amorti par une

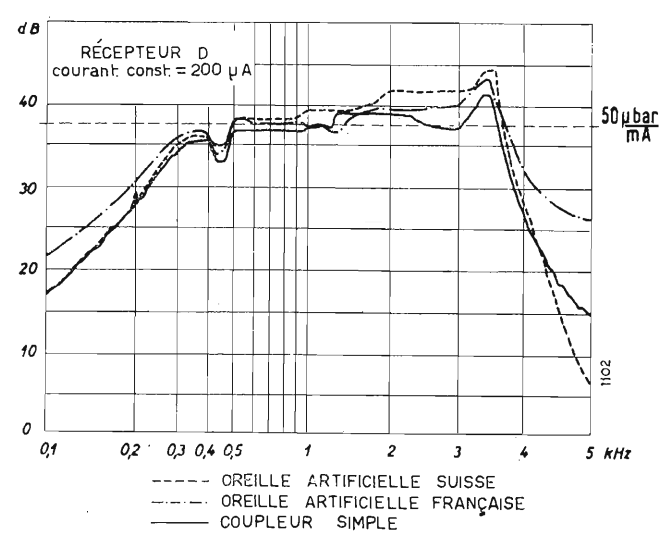


Fig. 13. — Courbes de réponse du récepteur D avec oreilles artificielles différentes.

résistance acoustique, fait exception: ce récepteur est considérablement influencé par la charge acoustique appliquée et en effet les fréquences de résonance varient notablement lorsque varient le volume et les caractéristiques de la cavité à laquelle il est couplé.

Les différences de comportement apparaissent encore mieux sur la figure 14, où sont groupées les courbes obtenues à tension constante sur le même récepteur avec les deux types d'oreilles artificielles et le coupleur.

Etant donné les écarts qui existent entre les oreilles artificielles elles-mêmes, le comportement du coupleur simple peut encore être considéré comme satisfaisant. D'autre part, ces écarts rentreraient encore dans les limites que l'on aurait si l'on opérait directement sur des oreilles naturelles.

4. Il ressort enfin des essais effectués qu'il est inutile de rechercher à imiter le comportement acoustique de l'oreille humaine moyenne parce que les connaissances sur les caractéristiques de l'oreille naturelle sont encore trop incomplètes, et, partant,

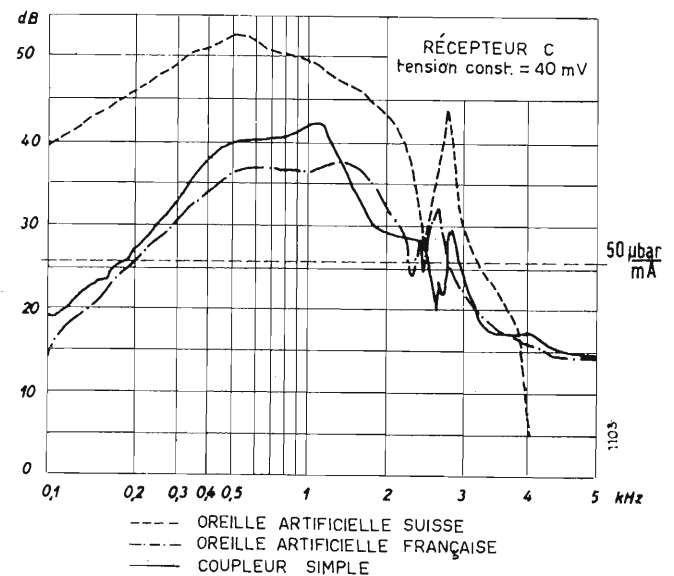


Fig. 14. — Courbes de réponse du récepteur C avec oreilles artificielles différentes.



il est préférable, à bien des égards, d'employer un simple coupleur fermé avec un volume convenable.

Il résulte des mêmes essais qu'il est également inutile de faire varier les dimensions internes du coupleur selon la cavité du pavillon auriculaire afin d'avoir un volume constant, parce que les écarts que l'on obtient sont du même ordre de grandeur que ceux qu'on obtiendrait en utilisant des oreilles artificielles différentes, et, quoi qu'il en soit, ils sont toujours inférieurs à ceux que l'on aurait en agissant directement sur des oreilles humaines.

(202)

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - BARDUCCI I.: *Comportamento dei ricevitori telefonici e prove con l'orecchio artificiale*. «L'Energia» vol. I, numero 2-3, 1946, pag. 30.
- 2 - WEBER H.: *Beitrag zum Aufbau des orthotelephonischen Uebertragungssystems*. «Techn. Mitt. Schw. PTT», Nummer 4, 1946, S. 145.
- 3 - CHAVASSE P.: *L'oreille artificielle du C.N.E.T.* «Comptes-rendus Acad. des Sciences», T. 230, pag. 1390 (1950).
- 4 - BARDUCCI I.: *Ricerche sperimentali sull'orecchio artificiale*. «Alta freq.», XVI, 3-4, 1947, pag. 132.
- 5 - BRAUN K.: *Die akustischen Abschlussbedingungen für die Messung der Fernhörer*. «TFT», Bd. 32, Heft 11, 1943, S. 237.
- 6 - CCIF 1952-54.: *IVe Commission - Document n. 17 - Projet de la Compagnie Téléphonique du Chili (Standard)*.
- 7 - LONCHEVAL A.: *Contribution au problème de l'oreille artificielle*. «Acustica», vol. 4, n. 1, 1954, pag. 161.
- 8 - INGLIS A., GRAY H., JENKINS R. T.: *A voice and Ear for Telephone Measurements*. «Bell Syst. Techn. J.», 11, 1932, pag. 293.
- 9 - LANG W. W.: *Artificial ear design criteria*. «Acustica», vol. 4, n. 1, 1954, pag. 159.
- 10 - SCHIAFFINO P.: *Confronto sperimentale fra l'orecchio umano medio ed alcuni orecchi artificiali*. «Telecomunic.», vol. IV, n. 12, 1951, pag. 567.
- 11 - BARDUCCI I.: *Confronto fra gli orecchi artificiali adoperati al Post Office ed all'Istituto Nazionale di Ultracustica*. «La Ricerca Scientifica», n. 11-12, anno 19°, 1949, pag. 1312.
- 12 - BRAUN K.: *Uebertragungsverhältnisse beim Fernsprechen im Vergleich zum natürlichen Hören*. «TFT», Heft 3, marzo 1943, S. 49.
- 13 - GLASER J. e MORRICAL K. C.: *A Comparison of Artificial Ear Couplers*. «J.A.S.A.», vol. 20, n. 6, novembre 1948, pag. 771.
- 14 - A.S.A.: *American Standard Method for the coupler calibration of earphones*. Z 24.9, 1949.

# DIZIONARIO ELSEVIER

della  
**TELEVISIONE**  
del  
**RADAR**  
e delle  
**ANTENNE**

in 6 lingue:

inglese/americano  
tedesco  
spagnuolo  
francese  
italiano  
olandese

di W. E. CLASON

Capo dell'Ufficio Traduzioni degli Stabilimenti Philips-Eindhoven in 80, 600 pp., ril. Lire 10.500

Questo Dizionario è di imminente pubblicazione e forma il primo di una collana di moderni dizionari tecnici.

Della stessa collana si trovano in preparazione: **Dizionario di Elettronica e Guide Onda; Dizionario degli Amplificatori, delle Trasmittenti e dei Ricevitori; Dizionario della Misurazione e del Controllo; Dizionario del Cinema, del Suono e della Musica.** Sono di prossima pubblicazione i seguenti: **Dizionario della Gomma in 10 lingue ed il Dizionario dell'Automobile in 8 lingue.**

**LIBRERIA COMMISSIONARIA SANSONI**

**FIRENZE**

Via Gino Capponi, 26 - Telef. 57-758 - c/c post. 5/11587

# ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE LA PROPAGATION DU SON DANS L'ATMOSPHÈRE(\*)

Doct. ès Sciences P. BARON  
Chef de Laboratoire à la Direction des Etudes  
et Recherches d'Electricité de France

## STUDIO SPERIMENTALE DELLA PROPAGAZIONE DEL SUONO NELL'ATMOSFERA

**SOMMARIO** - Lo scopo di questo studio è quello di determinare le condizioni ottime di installazione di sirene negli agglomerati. La sorgente usata era una sirena di tipo classico emettente un suono quasi puro di 390 Hz. Si è determinata la curva di propagazione del suono nelle diverse direzioni osservandone le variazioni nel tempo in correlazione con le variazioni atmosferiche (figg. 5, 6). Le esperienze sono state eseguite in campagna con una sorgente sonora posta su una torre di 37 metri; una seconda sirena identica si poteva collocare a diverse altezze così da determinare l'influenza di questa variabile (fig. 4). Tutti gli sperimentatori hanno messo in evidenza il carattere capriccioso della propagazione del suono perciò sono state prese le seguenti precauzioni per ottenere informazioni attendibili; misure simultanee con almeno 7 apparecchi dislocati nella zona da esplorare (fino a circa 5 km dalla sorgente); registrazione o integrazione elettrica della variazione della pressione sonora durante l'emissione del segnale della durata di un minuto: ripetizione dei segnali e delle prove annotando i dati atmosferici. Le prove sono state estese a più di un migliaio di segnali. Successivamente è stata eseguita una sperimentazione più limitata a Parigi (fig. 7) utilizzando le sirene esistenti. Dalle osservazioni eseguite si è subito notata una continua fluttuazione dell'intensità del segnale ricevuto, fluttuazione che poteva raggiungere 20 dB. Le fluttuazioni crescono col crescere della frequenza e col crescere della distanza. Queste misure hanno naturalmente un carattere statistico e attraverso numerose determinazioni si può stabilire una curva di decrescenza del suono in funzione della distanza, curva che è funzione della natura del suono e delle condizioni atmosferiche.

Le but de l'étude était de déterminer les conditions optima d'installation des sirènes dans les agglomérations.

La source sonore était une sirène du type classique émettant un son pratiquement pur de fréquence 390 Hz. On a déterminé la courbe de propagation du son dans chaque direction et suivi ses variations dans le temps en essayant de les rattacher à celles des conditions atmosphériques.

L'expérimentation a été faite dans la campagne: la source sonore se trouvait à 37 mètres au dessus du sol mais une autre identique pouvait être placée à diverses hauteurs, de façon à déterminer l'influence de cette variable.

Tous les expérimentateurs ont mis en évidence le caractère capricieux de la propagation du son dans l'atmosphère, aussi des précautions spéciales ont-elles été prises pour obtenir des informations suffisantes:

— mesures simultanées au moyen de 7 appareils qui restaient à poste fixe ou bien étaient déplacés en des stations repérées couvrant la zone à explorer (environ 5 km autour de la source);

— enregistrement ou intégration électrique des variations de la pression sonore au cours du signal dont la durée utile était de 1 minute;

— répétition de ce signal pour voir si la valeur moyenne obtenue précédemment était bien définie;

— répétition des essais, en notant chaque fois les données atmosphériques.

(\*) Pour plus d'informations, voir « Cahiers d'acoustique », 1954, n. 66.

En tout on a émis plus d'un millier de signaux, Ensuite une autre expérimentation, plus limitée.

a été faite à Paris en utilisant les sirènes existantes. Elle a permis de vérifier que les conclusions déduites de la première expérimentation pouvaient s'y appliquer et d'apporter quelques renseignements complémentaires.

### 1. Variabilité dans le temps du signal reçu en un point donné.

Dès qu'on se trouve à une certaine distance de la source le niveau sonore au cours du signal subit généralement des fluctuations continues qui, vers le kilomètre, peuvent atteindre une vingtaine de décibels.

La profondeur de ces fluctuations et leur périodicité sont cependant essentiellement fonction des conditions atmosphériques. La figure 1 donne ainsi

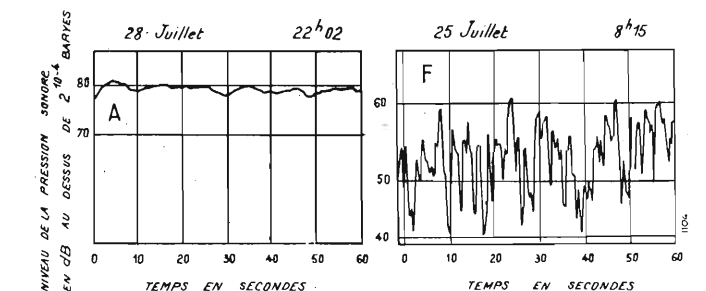


Fig. 1. — Aspects des fluctuations du niveau sonore obtenues à 2150 m de la source.



des enregistrements typiques obtenus en une certaine station située à environ 2 km. L'enregistrement du type A est tout-à-fait exceptionnel, il correspond à un vent pratiquement nul et ne s'obtient que pendant un temps très limité, au moment où la pression sonore qui alors évolue très lentement, passe par un maximum.

En étudiant les harmoniques du signal, qui pour la circonstance avait été renforcés en rendant la source dissymétrique, on a remarqué que, du moins aux faibles distances, la profondeur des fluctuations augmentait avec la fréquence, ce qui tient au fait que l'absorption atmosphérique croît aussi avec elle. On a ainsi obtenu à 150 mètres de la source les fluctuations suivantes:

390 Hz  $\pm$  1 dB  
780 Hz  $\pm$  5 dB  
1560 Hz  $\pm$  10 dB

Considérons maintenant la valeur moyenne du signal pendant le temps d'intégration — 1 minute — et suivons-en les variations au cours de l'expérimentation.

La figure 2 donne les écarts quadratiques moyens obtenus en augmentant progressivement l'échelle des temps. Ils augmentent avec la distance et peuvent atteindre des valeurs très élevées. Quant aux écarts maxima entre tous les signaux reçus en une certaine station, ils sont considérables:

une dizaine de dB vers 500 m  
une trentaine de dB entre 2000 et 3000 m  
une cinquantaine de dB vers 4000 m.

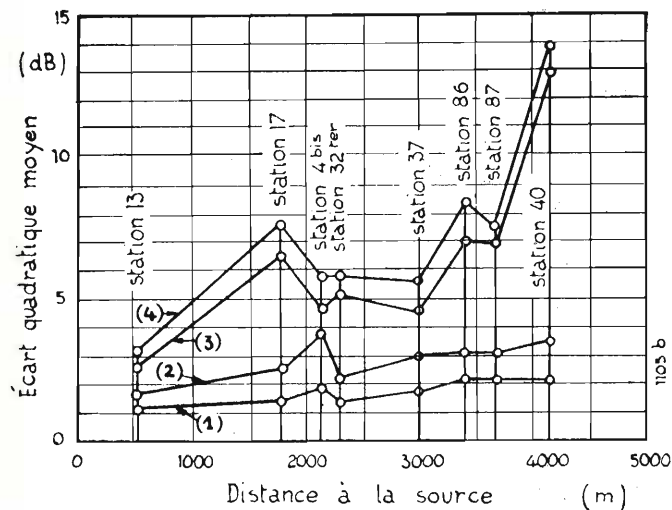


Fig. 2 — Ecart quadratique moyen entre:  
(1) Les niveaux sonores de quatre signaux espacés d'un minute.  
(2) Les valeurs moyennes de ces quatre signaux émis tous les quarts d'heure pendant une heure et demie environ.  
(3) Les valeurs moyennes correspondant à un essai d'une heure et demie et la moyenne générale.  
(4) Un signal quelconque et la moyenne générale.

On notera cependant à la figure 2 que la courbe 3 est située très nettement au dessus de la courbe 2 et que la courbe 4 s'en écarte par contre très peu, ce qui montre que chaque essai — d'une durée de 1h1/2 environ — était caractérisé par des conditions de propagation assez bien définies.

## 2. Courbe moyenne de propagation du son.

La figure 3 donne les niveaux sonores moyens obtenus aux diverses stations d'observation, en ne

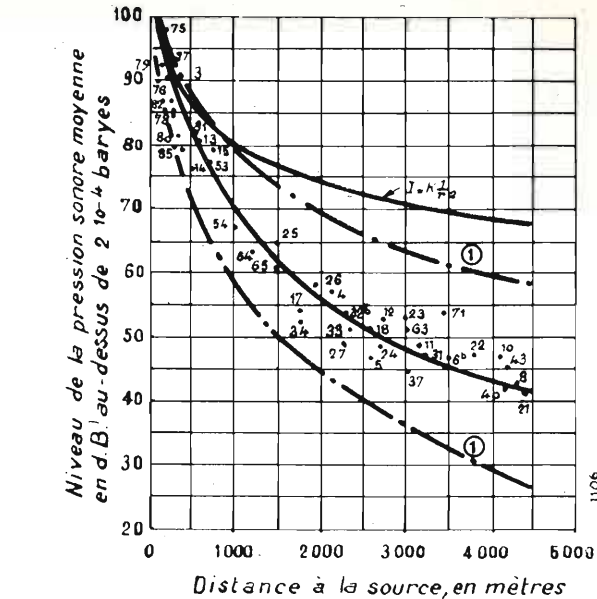


Fig. 3. — Courbe moyenne de propagation du son pour la source placée à 37 m de hauteur. (Les numéros correspondent au repérage des stations d'observations).

(1) Courbes enveloppes correspondant aux valeurs extrêmes rencontrées.

retenant cependant que celles qui étaient bien dégagées et à une altitude voisine du pied du pylone supportant la source, sauf au delà de 3 km, où le terrain s'élevait progressivement.

Ces résultats permettent de tracer sans ambiguïté une courbe de moyenne de propagation du son. C'est assez surprenant:

— en raison de l'instabilité signalée plus haut, mais le grand nombre d'essais effectués a permis de déterminer correctement le niveau moyen en chaque point;

— du fait que ces stations étaient situées dans toutes les directions et que le vent, dont l'influence est prépondérante, a un effet directif. Cependant les conditions atmosphériques étaient telles que le vent n'a pas eu en moyenne de direction privilégiée.

Si l'on détermine l'affaiblissement du son, après déduction de celui qui correspond à la loi de l'inverse carré de la distance, on constate qu'il ne varie pas proportionnellement à la distance mais tend vers un maximum. En d'autres termes, on ne peut parler d'un coefficient d'absorption du son. Ce résultat est dû en partie à l'élévation progressive du terrain mais aussi au fait qu'aux distances élevées on reçoit davantage d'énergie indirecte, réfléchi sur les diverses couches de l'atmosphère.

## 3. Influence de la situation topographique.

En comparant les valeurs moyennes obtenues à chaque station d'observation à celle qui se lit sur la courbe moyenne de propagation, on obtient un certain écart caractéristique de la situation topographique. On trouve ainsi que pour les stations situées sur une crête ou adossées à une pente l'écart est positif (1 à 8 dB) tandis que pour celles situées au fond d'une vallée l'écart est négatif (— 1 à — 11 dB). De même on voit nettement l'influence d'un rideau d'arbres, l'écart étant d'autant plus important que le rideau est plus épais et plus près de la source (par exemple

— 13 dB derrière un bois situé à 1500 m de la source).

Il ne s'agit là cependant que de résultats statistiques.

C'est ainsi que deux stations se trouvaient sensiblement dans la même direction et étaient explorées à 1/4 d'heure d'intervalle; l'une à 3900 m de la source était adossée à une pente et la sirène était visible,

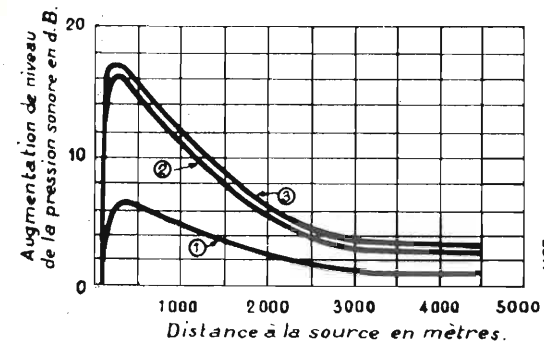


Fig. 4. — Influence de la hauteur de la source du dessus du sol.  
1 la source passe de 15 à 37 m  
2 la source passe de 5 à 37 m  
3 la source passe du sol à 37 m.

l'écart moyen  $\gamma$  était de + 4,5 dB; l'autre, à 3750 m était dans le creux d'une vallée et l'écart moyen était de — 6 dB. Or la différence entre les niveaux sonores recueillis à ces deux stations a varié entre + 20 et — 3 dB.

## 4. Influence de la hauteur de la source au dessus du sol.

Plus on élève la source, plus le niveau trouvé augmente, mais cette augmentation n'est pas la même à toutes les distances; elle passe par un maximum de près de 20 dB vers 300 m (fig. 4). Ce fait s'explique aisément: au voisinage immédiat de la source le niveau sonore est plus élevé quand elle se trouve près du sol (les mesures étaient faites à une hauteur fixe de 1 m 50) mais, les rayons sonores correspondant se propageant au voisinage du sol, ils subissent un affaiblissement notable. A mesure qu'on s'éloigne, on gagne en élevant la source; il arrive cependant un moment où l'énergie reçue ne vient pas en ligne directe, mais par réflexion, des régions relativement hautes de l'atmosphère, dès lors, l'influence de la hauteur de la source diminue. Les courbes de la figure 4 ne traduisent, elles aussi, qu'un résultat statistique. Par exemple, en une

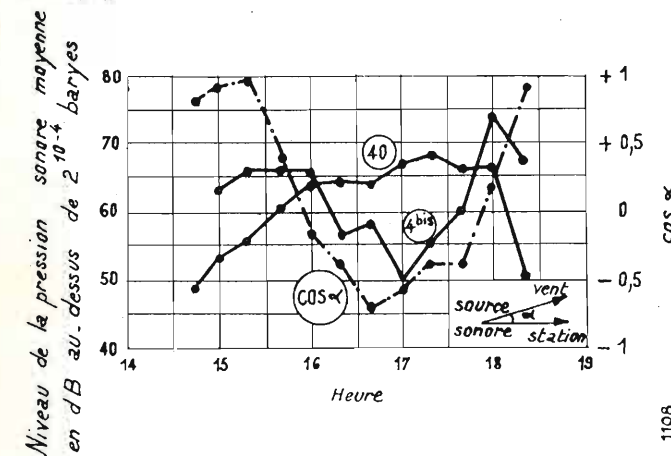


Fig. 5. — Variations de niveau sonore obtenues, pendant une période où les conditions atmosphériques étaient instables, en 2 stations situées sensiblement dans la même direction mais: l'une (4 bis) à 2150 m de la source, l'autre (40) à 4150 m de la source.

certaine station située à 525 m de la source, le niveau sonore moyen était de 13 dB plus élevé pour la sirène à 37 m que pour celle à 5 m, mais la différence a en fait varié entre 4,5 et 21 dB. De même, les stations bien dégagées sont plus sensibles à l'élévation de la source que les stations situées derrière un obstacle, ces dernières ne pouvant recevoir que de l'énergie réfléchi.

## 5. Influence des conditions atmosphériques.

Quand au cours d'un essai, les conditions atmosphériques étaient instables, on enregistrait de fortes variations du niveau sonore aux stations d'observation, variations généralement progressives, donc bien définies. Il n'a cependant pas été possible de les rattacher à celles des conditions atmosphériques, ce

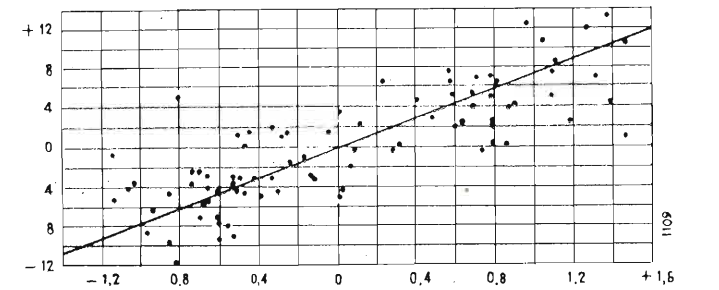


Fig. 6. — Corrélation entre niveau sonore et direction d'vent. En ordonnée: écart entre le niveau sonore obtenu en une certaine station lors d'un essai et sa valeur moyenne en cette station. En abscisse: écart correspondant du cosinus de l'angle formé par la direction du vent et celle de la station. Sur ce graphique ont été placés tous les résultats obtenus aux stations situées entre 1300 et 2300 m.

qui tient sans doute au fait que ces dernières étaient fonction non seulement du temps mais de l'espace.

La figure 5 illustre clairement ce fait. Il s'agit de deux stations situées dans la même direction, l'une à environ 2 km de la source, l'autre à environ 4 km. A chacune d'elles le niveau source évolue progressivement d'une façon profonde mais suivant des lois toutes différentes, en sorte qu'à un certain moment il est de 20 dB plus élevé en la station éloignée et à une autre de 17 dB plus faible.

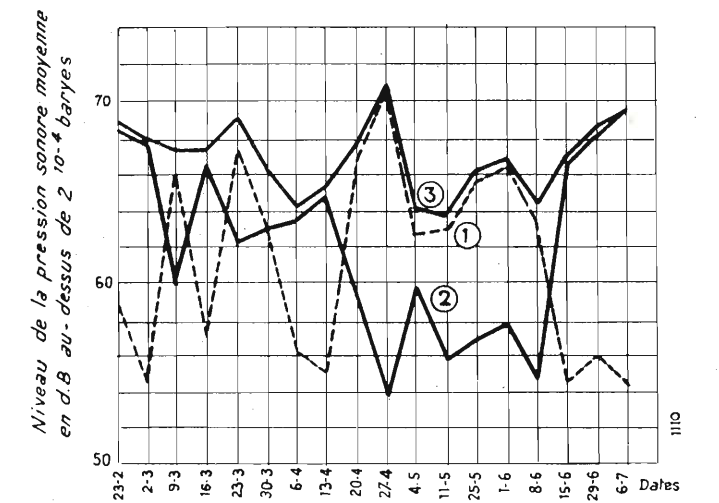


Fig. 7. — Expérimentation de Paris. Résultats obtenus, pendant des essais hebdomadaires qui se sont prolongés 5 mois, en 2 stations diamétralement opposées par rapport à la source (courbes 1 et 2) et niveau de la pression résultante (courbe 3).



En éliminant ces périodes instables, j'ai pu établir des corrélations très nettes entre direction du vent et niveau sonore. Pour ce fait j'ai calculé en chaque station:

- l'écart entre le niveau sonore correspondant à chaque essai et sa valeur moyenne en cette station;
- l'écart entre le cosinus de l'angle fait par la direction du vent et celle d'observation et sa valeur moyenne en cette station.

J'ai ensuite groupé les stations situées à des distances du même ordre et placé les résultats sur des graphiques, dont un exemplaire est reproduit à la figure 6. Les résultats se placent très bien autour d'une courbe qui est en fait une droite passant par l'origine. Le coefficient de corrélation reste toujours aux environs de 0,8 et le coefficient angulaire de la

droite a tendance à augmenter à mesure qu'on s'éloigne. Le dépouillement des observations faites à Paris a conduit aux mêmes résultats. L'influence de la direction du vent étant capitale, on voit l'intérêt qu'il y a à fractionner la puissance sonore en multipliant le nombre des sources dans la région à couvrir. Ce fait est nettement mis en évidence à la figure 7 qui concerne deux stations diamétralement opposées par rapport à la source mais non symétriques et ne présentant pas la même situation. J'ai par suite corrigé tous les résultats de l'une d'elles d'une *quantité fixe*, de façon à avoir mêmes valeurs moyennes. Ceci étant, le niveau sonore évolue d'une façon opposée en chaque station, en sorte que le niveau résultant est relativement stable et élevé.

(203)

## ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DES ONDES DE CHOC À L'AIDE D'UN FAISCEAU D'ULTRA-SONS

M. MERLE Doct. es-Sciences  
Chargée de Recherches au C.N.R.S.

### STUDIO SPERIMENTALE DELLE ONDE D'URTO PER MEZZO DI UN FASCIO DI ULTRASUONI

**SOMMARIO** - Un fascio di onde sonore visualizzato col metodo ottico delle strie permette di studiare i fenomeni aerodinamici in un tubo ove vengono provocate delle onde d'urto. I fronti d'onda ultrasonori si comportano come una griglia di misura che non perturba il mezzo studiato e che si può spostare nella profondità di campo. Dalla deformazione delle onde ultrasonore al passaggio dell'onda d'urto nel campo di osservazione si può dedurre: la velocità dell'onda d'urto, il rapporto delle temperature prima e dopo l'urto, il numero di Mach della corrente d'aria che segue l'onda d'urto. Sono riportati alcuni risultati sperimentali, altre prove sono in corso.

On peut étudier les ondes de choc produites dans un tube à l'aide d'une émission d'ultra-sons visualisée par la méthode des stries. L'avantage de cette méthode est de n'introduire dans le milieu aucun corps capable de le perturber et permettant cependant des mesures. Décrivons rapidement les conditions expérimentales (v. fig. 1).

— Voici le tube de choc utilisé. C'est un dispositif permettant de produire une onde de choc par l'intermédiaire de l'éclatement d'une membrane séparant deux enceintes à pressions différentes: la chambre haute pression et la chambre basse pression.

— L'émetteur d'ultra-sons donnant une fréquence d'émission de 77 kHz, est logé à la base de la section d'observation. Un absorbant sur la paroi supérieure du tube évite la formation d'ondes stationnaires.

— Le montage strioscopique est du type classique: c'est celui de Foucault, qui utilise un miroir sphérique concave.

— De plus, le phénomène à visualiser n'étant pas permanent, un dispositif de synchronisation a été nécessaire pour photographier l'onde de choc lors de

son passage dans la section d'essai (v. fig. 2). Ce montage comprend notamment:

- Un barrage optique avec un appareil strioscopique, une cellule photoélectrique et un amplificateur.
- Un circuit de retard transmettant le signal capté lors du passage de l'onde de choc au générateur d'étincelle, avec un retard réglable.
- Enfin, un circuit de déclenchement avec un générateur H. T., un circuit de commande et un éclateur particulièrement étudié, donnant une étincelle glissante.

Le montage électronique est compris dans deux châssis, dont voici le schéma général (v. figures 3 et 4), qui nous a été fourni par monsieur l'Ingénieur général Fayolle du L.C.A et que nous tenons à remercier ici.

#### Possibilités de la méthode acoustique.

La déformation progressive d'un faisceau d'ultra-sons lors du passage de l'onde de choc permet de déterminer les caractéristiques du choc (vitesse de

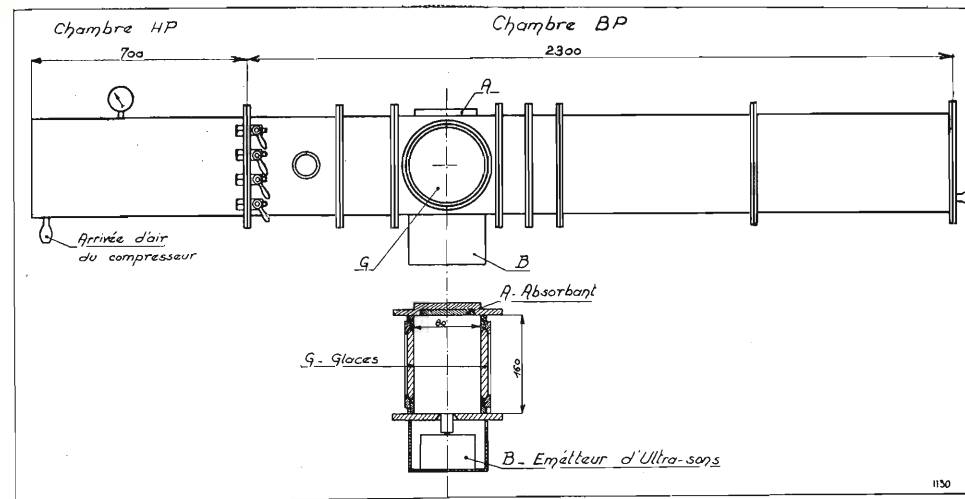


Fig. 1 — Tube de choc.

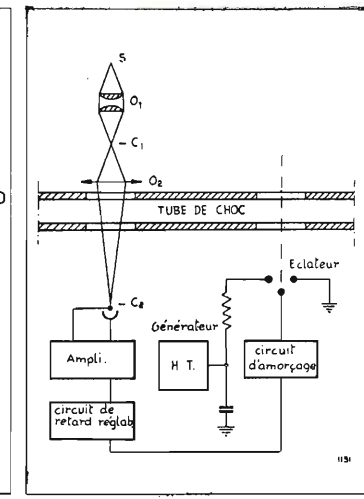


Fig. 2 — Schéma du montage électronique et optique permettant de surprendre l'onde de choc lors de son passage dans la zone d'observation du tube.

l'onde de choc, température et nombre de Mach de l'écoulement qui suit l'onde de choc) (v. fig. 5).

Considérons la section d'essai du tube, l'onde de choc se déplaçant vers la gauche. Soit AB (fig. 5) la face de l'émetteur d'ultra-sons logée dans la paroi inférieure du tube; 1, 2, ... 10, les fronts d'ondes ultrasonores considérés en une phase quelconque mais identique, c'est-à-dire  $\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \dots = \lambda$ . Soit  $t_0$  l'instant pris comme origine. Considérons ce qui se passe au temps  $t_1$ , l'onde de choc ayant parcouru la distance  $\overline{C, D}$  pendant une période et ayant pénétré dans le faisceau d'ultra-sons.

L'onde SP qui occupait précédemment, en  $t_0$ , la position AB est venue en 9; le point S s'est élevé à la vitesse locale du son en amont de l'onde de choc.

L'élément P a subi le même sort pendant que l'onde de choc a parcouru la distance  $\overline{C, B}$ , mais après la pénétration, il s'est élevé dans un air échauffé, à une vitesse supérieure. De plus, il a été entraîné vers la gauche avec la vitesse de l'écoulement qui suit l'onde de choc. Les éléments voisins de P ont subi la même augmentation de vitesse et le même entraînement en des intervalles de plus en plus réduits, si bien que le front d'onde présente l'aspect d'une ligne horizontale à gauche, suivie vers la droite d'une partie inclinée. Les autres fronts considérés 8, 7, ... 1, ont subi la même déformation.

Considérons maintenant le phénomène au temps  $t_3$ , (fig. 5 b), 3 périodes après l'origine. Les ondes 1, 2, ... 9, considérées précédemment, se sont élevées en subissant l'inclinaison et l'entraînement signalés. L'onde 10, par contre, a été émise alors que l'onde de choc avait déjà atteint la face de l'émetteur en D. La région de droite reste donc parallèle à la face AB pendant sa propagation à la vitesse locale du son en aval du choc, et a pris de l'avance sur la région de gauche en

amont du choc. Ces deux régions sont au temps  $t_3$  reliées par une partie inclinée correspondant au temps de propagation de l'onde de choc de D en F, en vertu du mécanisme décrit plus haut.

L'onde 11 subit la même déformation, mais quittant l'émetteur en  $t_2$  alors que l'onde de choc était en E, sa partie horizontale est plus importante. Les frontières de droite de ces deux fronts d'ondes, 10 et 11, sont de plus entraînées vers la gauche sous l'effet du courant d'air.

Considérons enfin le phénomène au temps  $t_5$  (figure 5 c), 5 périodes après l'origine, l'onde de choc ayant nettement devancé le faisceau d'ultra-sons. Trois groupes d'ondes sont alors à considérer:

- 1) Les ondes 1, 2 ... 9, émises *avant* que le choc n'ait atteint le faisceau d'ultra-sons, se présentent uniquement sous l'aspect de lignes inclinées.

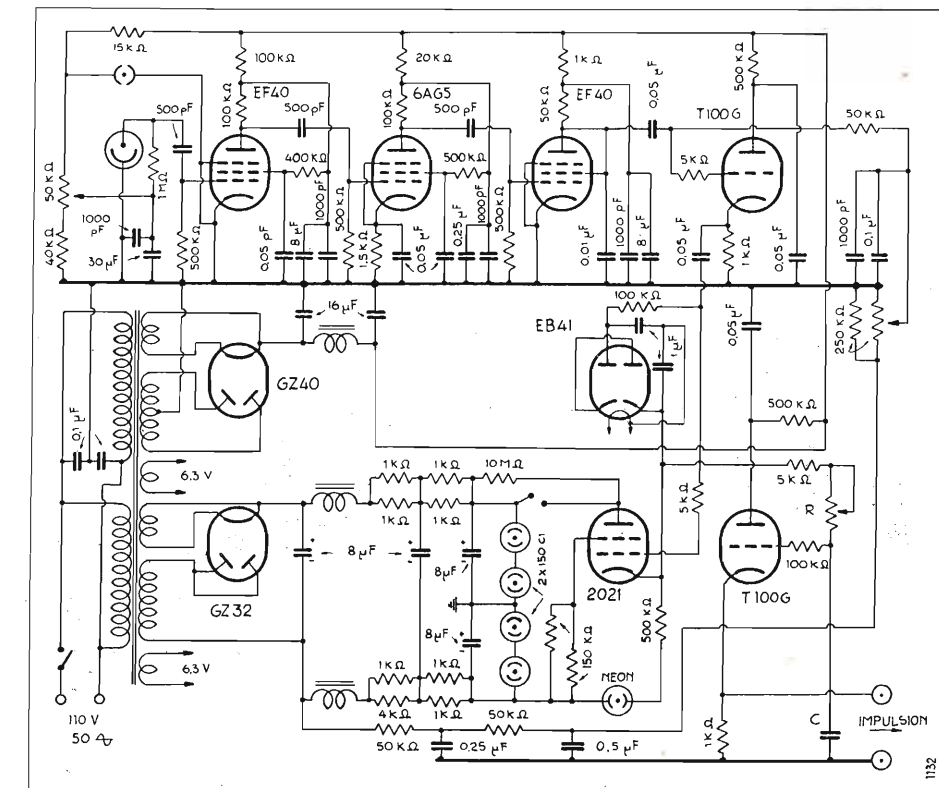


Fig. 3 — Circuit de barrage et de retard.



2) Les ondes 10, 11, 12, émises *pendant* le passage de l'onde de choc sur la face AB de l'émetteur, comprenant à droite un segment horizontal de plus en plus important, et à gauche un segment incliné de plus en plus réduit.

3) Les ondes 13, 14, émises *après* le passage de l'onde de choc sur la face de l'émetteur, restent horizontales mais sont décalées vers la gauche sous l'effet progressif du courant d'air.

Ces diverses déformations subies par le faisceau d'ultra-sons, que nous venons de décrire, permettent de déduire les caractéristiques principales du choc.

#### Vitesse de l'onde de choc.

Considérons l'onde qui a quitté l'émetteur à l'instant où l'onde de choc affleurait le faisceau d'ultra-sons en B; cette onde se trouve au temps  $t_0$  en IJ (fig. 5 c). Pendant que l'extrême droite de cette onde a parcouru verticalement la distance  $\overline{EI}$ , l'onde de choc a parcouru  $\overline{BH}$ :  $\overline{BH} = Vt$ ,  $V$  étant la vitesse de l'onde de choc.

Or  $t$  est égal au nombre  $n$  (entier ou fractionnaire) d'ondes ultrasonores de même phase que IJ, comprises dans  $\overline{EI}$ , multiplié par la période d'émission  $1/N$ . D'où:

$$V = \overline{BH} \frac{N}{n}$$

qu'il est très facile de mesurer sur les striogrammes.

#### Nombre de Mach de l'écoulement qui suit l'onde de choc.

La pente de la frontière du faisceau d'ultra-sons donne directement le rapport

$$\frac{\text{vitesse de l'écoulement}}{\text{vitesse du son}}$$

en effet: 
$$\text{tg } \alpha = \frac{\overline{BE}}{\overline{IE}} = \frac{u_1}{c_1} = M_1$$

(en donnant l'indice 1 aux caractéristiques de l'écoulement en aval du choc).

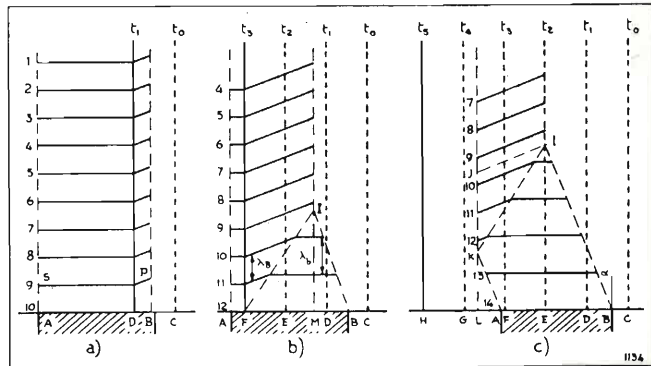


Fig. 5 - Champ d'ondes ultrasonores pendant le passage de l'onde de choc. Schéma des déformations subies par les fronts d'ondes.

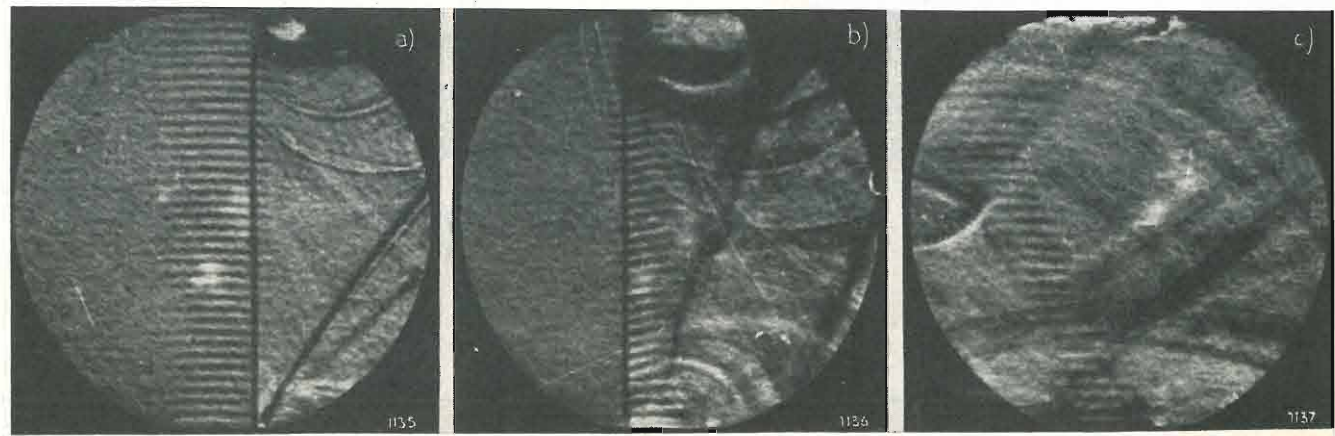


Fig. 6 - Champ d'ondes ultrasonores pendant le passage de l'onde de choc. Aspect réel du faisceau d'ultra-sons: a) avant, b) pendant, c) après le passage de l'onde de choc.

#### Rapport des températures avant et après le choc.

Ce rapport se déduit directement du rapport des longueurs d'ondes. En effet, la fréquence d'émission  $N$  étant constante, la longueur d'onde  $\lambda = c/N$  varie comme la célérité du son, laquelle est proportionnelle à la racine carrée de la température absolue, d'où:

$$\frac{\theta_1}{\theta_2} = \left( \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \right)^2$$

(en donnant l'indice 1 aux caractéristiques de l'écoulement en aval du choc et l'indice 2 en amont).

Les trois striogrammes de la figure 6 montrent l'aspect réel du faisceau d'ultra-sons, *avant*, *pendant* et *après* le passage de l'onde de choc.

#### Comparaison des valeurs expérimentales aux valeurs fournies par la théorie unidimensionnelle.

La figure 7 donne les résultats obtenus par cette méthode. La courbe de gauche donne les valeurs

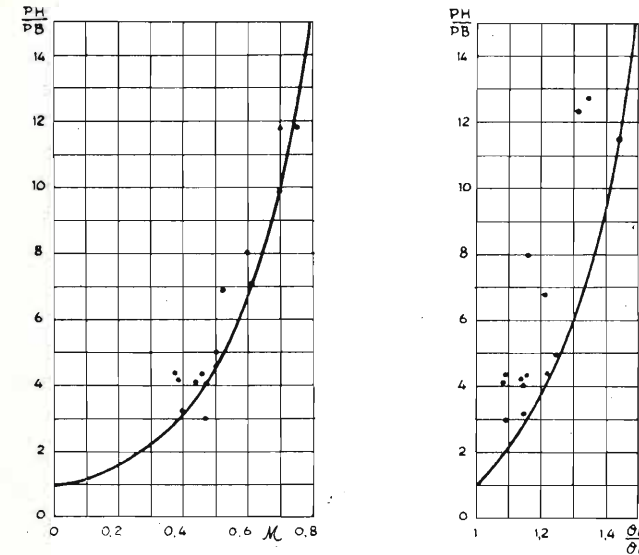


Fig. 7 - A gauche: Nombre de Mach de l'écoulement qui suit immédiatement le choc en fonction du rapport des pressions initiales de part et d'autre de la membrane. A droite: Rapport des températures avant et après le choc en fonction du rapport des pressions initiales de part et d'autre de la membrane.

Tableau comparatif des valeurs calculées et de valeurs déduites des striogrammes.

$\frac{P_H}{P_B}$	$M$ Théorique	$M$ Expérimental	Ecart en %	$\frac{\theta_b}{\theta_B}$ th.	$\frac{\theta_b}{\theta_B}$ exp.	Ecart en %	$U_{th}$ m/s.	$U_{exp}$ m/s.	Ecart en %
3	0,39	0,47	+19,4	1,17	1,09	-6,8			
3,2	0,40	0,39	-2,5	1,19	1,14	-4,2			
4	0,47	0,47	0	1,21	1,13	-6,6			
4,1	0,48	0,44	-8,3	1,22	1,08	-11,4	464	459	-1
4,2	0,49	0,38	-22,4	1,22	1,11	-9			
4,4	0,50	0,47	-6	1,23	1,15	-6,5	470	487	+3,6
4,46	0,51	0,38	-25,4	1,23	1,09	-11,3			
4,5	0,51	0,51	0	1,23	1,21	-1,6	472	467	-1
4,9							479	424	-11,5
5	0,53	0,51	-3,8	1,27	1,24	-1,5			
6,9	0,62	0,53	-14,5	1,32	1,21	-8,3			
7	0,625	0,625	0						
8	0,65	0,60	-7,6	1,36	1,16	-14,7	528	488	-7,6
9,7	0,70	0,70	0						
11,7	0,73	0,70	-4,1	1,44	1,44	0			
12,4		0,75	-5,8						
12,7	0,75	0,84	+12	1,45	1,34	-7,5			

théoriques et expérimentales du nombre de Mach, et celle de droite celles du rapport des températures en fonction du rapport des pressions de part et d'autre de la membrane.

Enfin, le tableau indique les valeurs observées et le pourcentage d'erreurs, ainsi que quelques mesures de la vitesse de l'onde de choc.

En conclusion, cette méthode nous paraît très utile, et nous continuons des recherches sur différents types d'écoulement, des ondes de choc plus intenses et avec des émetteurs d'ultra-sons de fréquences différentes.

De plus, le dispositif présente l'avantage sur les méthodes optiques habituelles de permettre une étude bidimensionnelle de l'écoulement en déplaçant l'émetteur d'ultra-sons dans le champ. Des essais sont en cours. (205)

## WORLD RADIO HANDBOOK

L. 900

Manuale completo in lingua inglese sull'attività radiofonica mondiale con indicazione di tutti gli enti radiofonici, di tutte le stazioni trasmettenti, relativi dati di potenza e lunghezza d'onda (mt. e kC/s). Ultimissima edizione 1955.

In vendita nelle principali librerie. Per richieste dirette rivolgersi alla Edizioni Radio Italiana - Via Arsenale, 21 - Torino, che provvederà all'invio franco di altre spese contro rimessa anticipata del relativo importo. I versamenti possono essere effettuati sul c. c. postale n. 2/37800.



# SURFACES ORTHOPHONIQUES

PROF. CESARE CODEGONE  
Istituto di Fisica tecnica del Politecnico di Torino

## SUPERFICI ORTOFONICHE

**SOMMARIO** - Si ricerca, nel caso di superfici di rotazione, la forma da assegnare alla superficie riflettente di una grande sala di audizione a pareti laterali assorbenti affinché a distanza notevole dalla sorgente rimanga costante sull'area utile la somma della intensità sonora diretta e della riflessa, e ciò sia per superfici sovrastanti alla sala, sia per superfici retrostanti alla sorgente sonora, essendo questa sempre supposta lineare e curvata ad arco di cerchio (vedere figura 2). A tale scopo, indicata con  $J_d$  e con  $J_r$ , rispettivamente la intensità diretta e quella riflessa e posta la richiesta condizione mediante la relazione [1], si esprimono le due intensità rispettivamente, mediante le equazioni [5] ed [8], ricavandole da una applicazione geometrica del principio della conservazione dell'energia (vedere fig. 1), con un perfezionamento rispetto a precedenti trattazioni. Le due equazioni anzidette sono valide anche nel caso di atmosfera parzialmente assorbente ed esse ovviamente si semplificano nel caso comune di atmosfera trasparente, riducendosi, alla relazione [11]. Il problema, previa una elaborazione analitica che per taluni casi è stata affidata all'Ufficio calcoli numerici del Politecnico di Torino, è risolvibile con una costruzione grafica fondata sulla sostituzione di piccoli incrementi finiti ai differenziali che compaiono nelle precedenti equazioni e sulla applicazione di note proprietà della riflessione regolare. Un esempio di tracciamento del profilo di tali superfici riflettenti, relativo a platea orizzontale ed a volta ad essa sovrastante, è rappresentato nella figura 3. La costruzione può essere altresì estesa ad applicazioni ottiche e termiche con opportuni adattamenti.

1. - Il s'agit d'un problème de réflexion guidée, qu'on peut simplifier en supposant que la source réelle soit substituée, en ce qui concerne ses effets à une distance notable de la même source, par une ligne courbée en arc de cercle (la  $O$  de centre  $C$  sur la fig. 1), ligne ayant tous ses éléments rayonnants vers la salle d'une manière uniforme.

On suppose aussi que la surface réfléchissante et la surface utile, qui reçoit le son, sont respectivement engendrées par la rotation des lignes  $VV'$  et  $PP'$  autour de l'axe  $CC'$ .

Les deux cas de la figure 2 (salle couverte ou théâtre en plein air) peuvent être traités ensemble.

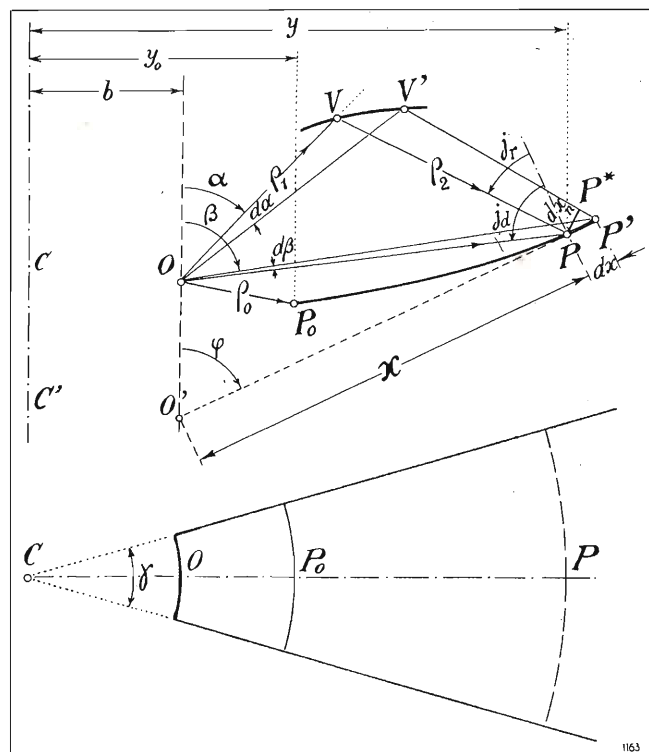


Fig. 1

De l'énergie sonore qui arrive au point  $P$  de la surface utile on prend en considération l'intensité directe  $J_d$ , selon la ligne de propagation  $OP$ , et l'intensité  $J_r$  réfléchie par la voûte, selon les rayons  $OV$  et  $VP$ , pourvu que la différence entre  $(OV + VP)$  et  $OP$  ne soit pas telle qu'elle puisse séparer les deux sons.

La surface utile  $P_0P$  est supposée donnée et aussi le point  $V$ , tandis que l'intensité  $J_d$  est jugée suffisante au point  $P_0$  où elle vaut  $(J_d)_0$ . On recherche le profil de la voûte qui passe par  $V$  et qui donne sur la surface utile, au delà de  $P_0$ , une intensité réfléchie telle que:

$$[1] \quad J_d + J_r = (J_d)_0.$$

2. - Soit  $w b dy d\beta$  l'énergie rayonnée vers la salle dans l'unité de temps, normalement à la source, par son élément de longueur  $b dy$  dans le petit dièdre  $d\beta$ .

Si la grandeur  $w$  est constante dans tout le dièdre  $\gamma$  qui correspond à la salle, l'énergie  $dW_d$  ainsi rayonnée par toute la longueur  $by$  sera donnée par l'expression:

$$[2] \quad dW_d = w b \gamma d\beta.$$

Elle tombe en  $P$  sur l'élément de surface:

$$[3] \quad dS \cdot \cos j_d = \gamma y \cdot \rho d\beta$$

normal à la direction de propagation et correspondant sur la surface utile à l'élément:

$$[4] \quad dS = \gamma y \cdot dx = \gamma y \cdot dx_n / \cos j_r$$

engendré par la rotation de  $PP'$  autour de l'axe  $CC'$  dans le dièdre  $\gamma$ .

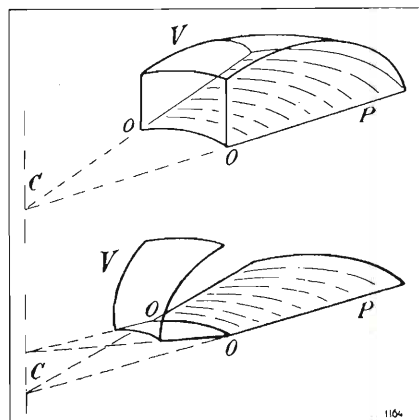


Fig. 2

Soit maintenant  $a^*$  le coefficient d'absorption de l'air. L'intensité  $J_d$  au point  $P$  vaut alors:

$$[5] \quad J_d = \frac{dW_d}{dS \cdot \cos j_d} e^{-a^* \rho} = \frac{b w}{\rho y} e^{-a^* \rho}.$$

Pour le calcul de  $J_r$ , on doit considérer que l'énergie:

$$[6] \quad dW_r = w b \gamma d\alpha$$

est réfléchie suivant  $OV$  et  $VP$  et tombe normalement sur la surface:

$$[7] \quad dS \cdot \cos j_r = \gamma y \cdot dx_n.$$

Soient alors  $a$  le facteur d'absorption superficiel de la voûte,  $\rho_1$  et  $\rho_2$  les longueurs respectives des segments  $OV$  et  $VP$ . On a donc:

$$[8] \quad J_r = (1 - a) \frac{dW_r}{dS \cdot \cos j_r} e^{-a^*(\rho_1 + \rho_2)}$$

et puisque:

$$[9] \quad (J_d)_0 = \frac{b w}{\rho_0 y_0} e^{-a^* \rho_0}$$

des relations [1], [5] et [8] on tire:

$$[10] \quad (1 - a) \rho_0 \frac{d\alpha}{dx_n} = \left\{ \frac{y}{y_0} e^{-a^* \rho_0} - \frac{\rho_0}{\rho} e^{-a^* \rho} \right\} e^{a^*(\rho_1 + \rho_2)}.$$

Si  $a^* = 0$  (atmosphère transparente), on a simplement l'expression:

$$[11] \quad (1 - a) \frac{d\alpha}{d(x_n/\rho_0)} = \frac{y}{y_0} - \frac{\rho_0}{\rho}$$

qui lie entre eux des rapports sans dimension et dans laquelle  $y = (b + \rho \sin \beta)$  et  $\rho$  sont des fonctions de la position du point  $P$ , définies par la forme de la surface engendrée par la rotation de la ligne  $P_0P$  autour de l'axe  $CC'$ .

3. - En passant des différentiels  $d\alpha$  et  $dx$  aux petites différences finies  $\delta\alpha$  et  $\delta x$ , la relation [10] (ou bien la [11]) peut servir à résoudre le problème par un procédé graphique très simple.

Ayant fixé au préalable le petit angle  $\delta\alpha$ , le second point  $V'$  de la voûte sera déterminé par l'intersection du rayon  $OV'$  avec la bissectrice extérieure de l'angle  $OVP$ , tandis que  $\delta x_n$  sera tiré des relations précédentes et porté en  $PP^*$ , perpendiculairement à  $VP$ . On a alors à disposition les nouvelles valeurs de  $\rho$  et de  $y$ , correspondantes au point  $P'$ , et on peut continuer l'opération avec un autre  $\delta\alpha$ .

On pourrait aussi fixer  $\delta x_n$  au préalable et calculer la valeur de  $\delta\alpha$  qui lui correspond.

4. - Cas particuliers. — Si la génératrice  $P_0P$  est rectiligne (surface utile conique) et passe par  $O$ , on a:

$$\rho = x; \quad \varphi = \text{const.}; \quad y = b + \rho \sin \varphi.$$

Si elle est horizontale, il s'agit d'un plan horizontal et la valeur de  $\varphi$  devient  $\pi/2$ .

Le Bureau de calculs numériques de l'Ecole Polytechnique de Turin a développé quelqu'un de ces cas particuliers en posant encore:

$$a = 0, \quad \rho_0 = 1 \text{ (ce qui fixe l'échelle du dessin).}$$

On a alors, au lieu de l'équation [10], la suivante:

$$[12] \quad \frac{d\alpha}{dx_n} = \left\{ \frac{b+x}{b+1} e^{-a^*} - \frac{1}{x} e^{-a^* x} \right\} e^{a^*(\rho_1 + \rho_2)}.$$

Si la source est rectiligne, donc si  $b = \infty$  (salle rectangulaire) on tire de la [12] les deux cas particuliers suivants:

$$[13] \quad a^* = 0 \quad \frac{d\alpha}{dx_n} = 1 - \frac{1}{x} \text{ (Voir fig. 3).}$$

$$[14] \quad a^* = 1 \quad \frac{d\alpha}{dx_n} = \left\{ \frac{1}{e} - \frac{e^{-x}}{x} \right\} e^{\rho_1 + \rho_2}$$

et si la source est ponctuelle, donc si  $b = 0$ , on a aussi:

$$[15] \quad a^* = 0 \quad \frac{d\alpha}{dx_n} = x - \frac{1}{x}$$

$$[16] \quad a^* = 1 \quad \frac{d\alpha}{dx_n} = \left\{ \frac{x}{e} - \frac{e^{-x}}{x} \right\} e^{\rho_1 + \rho_2}.$$

La figure 3 donne, par exemple, le profil correspondant au premier cas, c'est-à-dire à l'équation [13], ayant supposé sur le dessin que la hauteur de la voûte sur  $O$  soit égale à  $\rho_0$  (condition tout à fait arbitraire).

Dans ce cas, la différence entre  $(OV + VP)$  et  $VP$  croît jusqu'à atteindre la valeur  $1,2 \rho_0$  environ, et cela limite la longueur réelle de la salle.

J'avais donné en 1946 une solution quelque peu différente du même problème (1), problème qu'on peut du reste appliquer aussi aux domaines optiques et thermiques.

(214)

(1) Cfr. C. CODEGONE: *Problemi di acustica architettonica*, Torino, 1946, *L'Ingegnere*, n. 10, 1946; n. 11, 1951. Pour une surface utile conique j'avais substitué  $dx$  à  $dx_n$ , ce qui rend alors facilement intégrable l'équation différentielle [11] et donne une relation directement calculable entre  $x$  et  $\alpha$ .

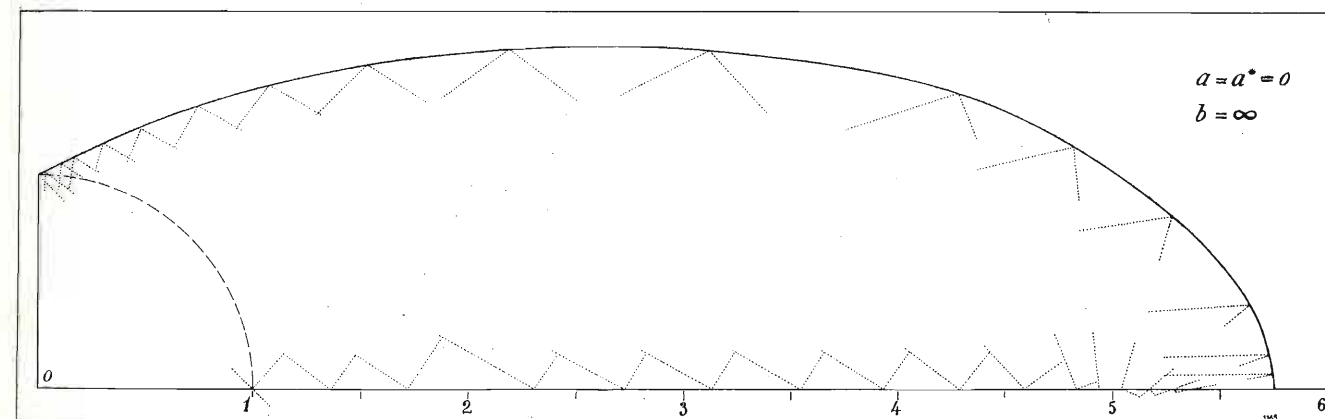


Fig. 3



# ISOLATION PHONIQUE DES MACHINES

## PROBLÈME TECHNIQUE, ÉCONOMIQUE ET SOCIAL

par I. E. KATEL

Président Directeur Général de la Société Anonyme ABSORBIT-BAGNOLET - Seine (France)

Lauréat du Prix Letort 1951-53 de la Société des Ingénieurs Civils de France

Ingénieur-Conseil de la Manifattura MARTINY - Torino

## L'ISOLAMENTO ACUSTICO DELLE MACCHINE

### PROBLEMA TECNICO, ECONOMICO E SOCIALE

**SOMMARIO** - L'isolamento acustico del macchinario assume innanzi tutto un'importanza tecnica, dovuta al fatto che in generale è opportuno garantirsi che una macchina non trasmetta vibrazioni alla costruzione e sia quanto più silenziosa possibile. Elemento essenziale nello studio di una sistemazione antivibrante è la natura del suolo, poiché in determinate condizioni le vibrazioni elastiche possono propagarsi con risultati vistosi anche a distanza notevole. I fenomeni di risonanza possono esaltare vibrazioni di determinate frequenze producendo talvolta effetti deleteri. Una sistemazione antivibrante realmente efficace deve presentare proprietà elastiche e dinamiche appropriate, e comunque l'insieme dell'installazione deve essere sottoposta ad un progetto preciso, per il quale a sua volta è necessaria una profonda conoscenza sia della natura della vibrazione creata dalla macchina, sia delle proprietà della struttura antivibrante da adottare. Gli isolanti usualmente impiegati sono piastre di caucciù, smorzatori a molla, piastre di sughero naturale od agglomerato, strati di feltro. L'autore esamina le varie caratteristiche di questi elementi, ciascuno dei quali si presenta particolarmente adatto per l'isolamento di determinati tipi di macchinario. La necessità di difendersi dal rumore e dalle vibrazioni è stata messa più volte in evidenza da diversi autori in quanto si diminuisce così il rendimento di lavoro dell'operaio, se ne aumenta la fatica e si causano disturbi vari, fra i quali il più evidente, ma non il solo, è rappresentato dalle sordità di carattere professionale. In quanto all'influenza generale del rumore l'autore cita numerosi esempi, dai quali si rivela attraverso la storia che questo problema ha preoccupato il legislatore ed il tecnico fin dalla più remota antichità. Nei tempi moderni, giovandosi dei mezzi di misura e di indagini elettroacustici, la lotta contro il rumore va assumendo forme sempre più imponenti, tenuto conto che il nemico che dobbiamo combattere assume entità sempre maggiore con lo svilupparsi della odierna civiltà meccanica.

### 1. L'importance de l'isolation antivibratile du point de vue technique.

Malgré les résultats notoires obtenus depuis une trentaine d'années dans la lutte contre les bruits et vibrations provenant des machines, on pense encore maintenant que l'isolation de celles-ci est un luxe dont on peut se passer sans inconvénient. On vous donne comme preuve de l'inutilité de l'isolation le fait qu'une machine identique installée depuis des années chez tel et tel industriel ne procure la moindre gêne pour les voisins et ne cause aucun danger pour le bâtiment dans lequel elle est installée.

Dans certains cas on appuie ce raisonnement sur le fait que le fabricant de la machine en question a donné la garantie qu'elle ne transmettra aucune trépidation à la construction du bâtiment et sera parfaitement silencieuse.

Disons de suite qu'une telle garantie de la part du fabricant de machines, basée sur le fait que la machine ne produisait aucune vibration sur le banc d'essais, n'est pas fondée, car la transmission des vibrations d'une machine quelconque ne dépend pas seulement de sa construction soignée, mais de son emplacement sur le sol ou dans les étages, des forces d'inertie de ses masses en mouvement, surtout de celles en mouvement alternatif, des dimensions de la fondation, de son emplacement sur le plancher, de l'étendue et de la construction de ce dernier ou enfin de la nature du sol dans lequel la machine doit être installée.

Ainsi, le fait qu'une machine travaille dans un cas dans les meilleures conditions n'est pas une preuve que la même machine installée ailleurs donnera le même résultat.

Pour démontrer la grande sensibilité de la terre aux trépidations et sa capacité de les transmettre à des distances et profondeurs surprenantes, laissez moi vous donner quelques chiffres:

Le Professeur Gutenberg (bibl. 1) indique qu'un fort mouvement de la mer aux rivages de Norvège produit un remuement de terre perceptible jusqu'à l'Asie Centrale et que de tels mouvements aux rivages de sud de la France se perçoivent à travers l'Allemagne en Bohême.

Ces oscillations sont de telle importance qu'elles peuvent servir pour le pronostic du temps.

Selon le Professeur Mainka (bibl. 2) les cascades, les torrents, la terre gelée, le changement de niveau de l'eau souterraine, ou même le changement de la pression atmosphérique produisent des oscillations assez prolongées.

La fréquence des oscillations dues à la gelée est de 0,0067 à 0,07 Hz. Celle due à un orage local est de 0,17 à 0,25 Hz et la durée de ces oscillations varie de 4 à 6 secondes.

Selon Meisser, elles sont provoquées par des oscillations de flexion des constructions et des arbres se transmettant dans le sol.

En 1907, Weidert a mesuré avec un sismographe (agrandissement de 50.000) les trépidations provenant des sources suivantes:

Pas d'un homme à 50 m.

Roulement d'un chariot à 500 m.

Le passage d'un train à 10 km et plus (bibl. 3).

Non moins étonnante est l'importance de la transmission des vibrations dans la profondeur.

Il suffit de signaler que Bornitz (bibl. 4) a pu

mesurer des trépidations provenant de machines à gaz de hauts fourneaux à 530 m au-dessous du sol.

Quant à la nature du sol, elle joue un rôle considérable dans la propagation des trépidations.

Plus le sol est compact, plus vite sera amortie l'énergie vibratoire qui lui est transmise, et ainsi on peut dire que la conductibilité des trépidations augmente à peu près dans l'ordre suivant pour les sols composés de: rocher, gravier et sable sec, gravier et sable humide, glaise, marécage, limon et enfin le sol infiltré d'eau, car l'eau est incompressible. Plus ce niveau est haut, plus facile sera la transmission des trépidations.

Après ces considérations d'ordre général, donnons deux exemples concrets:

Le Professeur Blaess communique (bibl. 5):

« Une usine a construit deux machines identiques fixées aux fondations de mêmes dimensions, mais installées sur des sols différents. Tandis que la première a travaillé de la manière la plus satisfaisante, les vibrations de la seconde, dès que sa vitesse s'approchait à celle de son régime moins 100 t/m sont devenues à tel point violentes que l'on avait à craindre la destruction de la fondation ».

Le second exemple est pris de ma propre expérience:

Grâce à l'isolation antivibratile, un marteau-pilon ne transmettait aucune vibration dans le sol dans trois directions, mais dans la quatrième, les trépidations étaient tellement fortes que les divers objets se trouvant dans la cave d'une ville située à 100 m environ du marteau-pilon se renversaient.

Or, la cause de ce phénomène à première vue si étrange a trouvé son explication la plus naturelle du fait de la présence d'une ancienne cheminée à 2-3 mètres au dessous du niveau du sol et dont l'axe se trouvait juste entre le pilon et la villa. Après le remplissage de la cheminée qui formait un tuyau de résonance par de la terre bien tassée, la transmission des trépidations a été complètement arrêtée.

Outre la nature du sol, c'est le phénomène de résonance qui joue un rôle considérable pour la transmission des trépidations, car il n'est pas toujours possible de déterminer ou même de prévoir d'avance son importance.

Les quelques exemples que je veux donner vont illustrer ces faits fâcheux.

1) Une petite moto-pompe de chauffage central fixée à un mur en briques de 80 cm d'épaisseur dans la cave d'un immeuble, produisait dans les étages supérieurs une gêne notable.

2) Un groupe convertisseur d'une petite importance installé dans le sous-sol d'une central téléphonique sur une dalle qui touchait le gros mur du bâtiment, ne transmettait pratiquement aucune trépidation dans le sol. On ne percevait non plus aucune gêne au rez-de-chaussée et au premier étage, mais dans le second étage on entendait un faible bruit qui devenait déjà très gênant dans le troisième étage.

3) Sur un plancher en béton armé a été installé un grand groupe convertisseur. Dès que le groupe arrivait à sa vitesse normale de 700 t/m, le plancher commençait à vibrer de telle manière qu'il était impossible de se servir des appareils de mesures fixés au tableau se trouvant sur le même plancher, diverses parties de ces appareils se cassaient continuellement.

4) Une meule à émeri de dimensions moyennes, fixée à un plancher en béton armé, produisait de

telles vibrations et de tels bruits qu'il était absolument impossible au contremaître de travailler dans son bureau se trouvant à une trentaine de mètres de cette machine.

En dehors de ces graves inconvénients la résonance peut parfois entraîner de véritables catastrophes.

Les figures 1 et 2 en donnent un exemple frappant, car elles montrent la complète destruction d'un lourd balcon en fer de 40 m de longueur, due aux trépidations provenant de presses à estampage d'une usine à Cologne (Allemagne).



Fig. 1



Fig. 2

Citons encore sur le même sujet les impressions d'un auteur français, Luc Durtin, exprimées dans son livre *Dieux blancs, hommes jaunes*, sur sa visite d'une usine à Cholon (Saïgon) - Indochine (\*).

« Une compagnie française a récemment mis vingt millions (d'avant guerre) dans une superbe usine modèle, ciment armé, cinq étages. Or, à l'inauguration, impossible de mettre en marche les mécaniques, tout se serait effondré. Il a fallu démolir, revendre au détail ».

Si donc le danger de la résonance est réel, il n'est possible de remédier à celui-ci, pour les raisons indiquées, que par l'isolation appropriée des machines en cause. Pour déterminer s'il s'agit du phénomène de résonance, notons que ses indices sont: l'augmen-

(\*) Edition Flammarion 1930, page 150.



tation des amplitudes des vibrations et la forme sinusoïdale de celles-ci.

Cependant, pour s'assurer qu'il s'agit réellement de la résonance, on augmente ou diminue pour un instant la vitesse de la machine. Dans le cas de résonance, le changement de la vitesse aura pour conséquence la diminution des amplitudes des vibrations.

Toutefois, avant de procéder à l'isolation des machines, rappelons que l'effet d'isolation dépend, non seulement du choix approprié de la matière antivibratile, mais de son mode d'application.

Pour que la matière isolante soit efficace, elle doit répondre aux caractéristiques suivantes:

Etre élastique et pratiquement inaltérable, pour ne pas se détériorer sous les charges statiques et les efforts dynamiques auxquels elle est soumise, et résister à l'eau et à l'huile de graissage.

Enfin, son degré d'élasticité doit être déterminé dans chaque cas, de telle façon que sa fréquence propre soit bien éloignée de la fréquence forcée de la machine.

On emploie généralement pour l'isolation des machines les plaques ou les tampons en caoutchouc, les amortisseurs à ressorts, les plaques en liège naturel ou en liège aggloméré, et enfin les couches de feutre.

Voyons quelles sont les caractéristiques de chacun de ces isolants.

Bien que l'élasticité du caoutchouc soit universellement connue, il ne convient pas toujours pour l'application sous la fondation ou directement sous le bâti de la machine, car il n'est pas élastique sous forme de plaques ou même de tampons.

En effet, la compressibilité du caoutchouc est exclusivement fonction de la possibilité de se dilater sous la charge soumise.

La partie centrale d'une plaque ou d'un tampon en caoutchouc étant pratiquement emprisonnée par sa matière l'entourant, le caoutchouc reste parfaitement raide.

Le Professeur Klopfer (bibl. 6) a signalé que les tampons en caoutchouc appliqués pour l'atténuation des vibrations d'un groupe Diesel-électrogène ont dû être coupés en quatre parties par des coupures diamétrales pour faire jouer leur élasticité.

Vu que d'autre part, le caoutchouc se désagrège sous l'influence de l'huile, il était nécessaire de protéger ces tampons par des couvercles métalliques d'une forme appropriée pour ne pas gêner leur dilatation.

Un autre défaut du caoutchouc est qu'il durcit avec le temps et perd ainsi sa souplesse.

Pour toutes ces raisons, on ne peut employer le caoutchouc que sous forme de petits tampons pour des machines légères et facilement accessibles, afin de pouvoir les remplacer si besoin est.

Si l'on veut employer des tampons en caoutchouc pour des machines lourdes fixées sur les fondations, il est nécessaire de prévoir dans ces dernières des encoches et de les entourer d'espaces suffisamment grands pour pouvoir placer un nombre de vérins, afin de les soulever pour le remplacement éventuel des tampons.

Quant aux amortisseurs à ressorts, leur usage est également limité, et leur domaine d'application est tout-à-fait similaire à celui des tampons en caoutchouc, surtout par rapport aux machines lourdes et aux grandes fondations.

La casse d'un seul ressort ou d'une série de ressorts, un affaissement inégal de ceux-ci sous une charge

plus grande sur un point quelconque de la machine ou de sa fondation, peuvent avoir les conséquences les plus graves pour la machine ainsi isolée.

Pour illustrer ma pensée, laissez-moi vous citer le passage suivant d'une lettre que j'ai reçu récemment d'une grande usine:

«... Nous avons en service 3 compresseurs... tournant l'un à 340 t/m et les deux autres à 300 t/m.

«Chacun de ces compresseurs est monté sur un massif mobile de béton armé qui repose lui-même sur 72 ressorts disposés dans 6 boîtes qui viennent prendre appui sur les piliers en béton armé solidaires du massif général des fondations.

«Le constructeur de ces compresseurs a imposé une amplitude maxima totale de 2 mm ( $\pm 1$ ) pour le mouvement oscillatoire de ce système.

«Le premier essai des compresseurs a révélé une amplitude des oscillations de 3,8 mm.

«Vu que cette amplitude était trop grande, on a effectué un second essai avec de nouveaux ressorts de raideur plus grande, avec le résultat que l'amplitude a été légèrement diminuée, mais de façon irrégulière: elle est à présent de l'ordre de 3,2 à 3,5 mm à une extrémité de la dalle mobile et de l'ordre de 2,5 mm à l'autre extrémité opposée. Nous supposons que cette différence vient d'une irrégularité de la raideur des ressorts.

«D'autre part, au moment du changement des ressorts, nous avons constaté que trois d'entr'eux étaient cassés et que d'autres présentaient des amorces de criques».

De cet exemple, qui bien entendu n'est pas unique, on se rend compte que l'élasticité très grande d'une matière antivibratile peut être dans certains cas nettement nuisible, non seulement pour la machine même, mais à plus forte raison pour les jonctions de la tuyauterie avec laquelle elle est liée, comme c'est le cas pour les groupes Diesel-électrogènes, les pompes, les compresseurs, etc.

Il est donc naturel que les fabricants de machines imposent très souvent les limites des amplitudes qui ne doivent aucunement être dépassées.

D'autre part, la stabilité relative des machines, comme: presses, marteaux-pilons, machines à imprimer, etc. est d'une importance fondamentale pour obtenir un forgeage, estampage ou une impression correcte des pièces.

Enfin, il ne faut pas oublier que pour des machines tournant à petite vitesse, les ressorts ne sont pas applicables, car leurs fréquences propres sont trop basses.

En effet, en tenant compte que l'affaissement normal des ressorts est de 2 à 4 mm, leur fréquence propre  $n$  sera:

$$\frac{300}{\sqrt{2}} \text{ jusqu'à } \frac{300}{\sqrt{4}}, \text{ soit entre 200 et 150 Hz.}$$

Pour éviter la résonance, il faut que la fréquence de la matière élastique soit au moins 30% au-dessous ou au-dessus de la fréquence forcée de la machine. Ainsi, les machines dont la vitesse est entre 105 et 273 t/m et à plus forte raison encore plus basse, doivent nécessairement être isolées par des matériaux élastiques, dont la fréquence propre peut être située plus haut que celle de la machine.

Il est donc parfaitement erroné d'affirmer, comme le font certains acousticiens, que pour éviter la résonance, la fréquence propre de la matière antivibratile doit toujours être au-dessous de celle de la machine.

Les amortisseurs à ressorts seront pourtant indiqués pour des machines à grande vitesse, surtout pour des machines à mouvement rotatif et bien équilibrées. Dans tous les autres cas, le meilleur matériel antivibratile est le liège naturel, employé sous forme de plaques composées de bandes mises en mosaïque dans des cadres en fer munis de traverses, d'où leur dénomination: plaques en liège armé.

Pour augmenter leur élasticité, on prévoiera des cannelures sur une ou deux faces, et pour éviter la résonance, on choisira leur épaisseur et leur surface portante de façon que leur fréquence propre dans l'un ou l'autre sens soit bien éloignée de celle de la machine.

A part cela, il convient de souligner les remarquables propriétés naturelles du liège.

Il est pratiquement imputrescible, et de ce fait inattaquable par l'humidité et l'eau. Il ne pourrit pas et c'est pour cette raison que l'on ne peut se débarrasser des déchets de liège dans les forêts qu'en les brûlant sur place.

Enfin, le liège ne craint pas l'huile, et ainsi sa durabilité est pratiquement illimitée.

Pour se rendre compte de l'influence des cannelures sur l'élasticité de telles plaques, nous avons fait procéder, par le Laboratoire d'essai du Conservatoire National des Arts et Métiers à Paris, aux essais de leur compressibilité avec et sans cannelures.

Tandis qu'une plaque de 60 mm d'épaisseur sans cannelures ne s'affaissait que de 0,5 mm sous une charge de 0,5 kg/cm<sup>2</sup>, celle munie de cannelures s'est aplatie de 1,2 - 1,35 mm. Sous une charge de 2 kg/cm<sup>2</sup>, les affaissements respectifs sont dans le premier cas 1,3 mm, dans le second 2,8 à 3,45 mm.

Quand il est nécessaire d'obtenir pour une fréquence donnée un affaissement plus important, on emploie une épaisseur de plaques plus grande, par exemple celle de 80 mm qui, sous une charge de 2 kg/cm<sup>2</sup>, s'aplatit de 5,65 mm, etc.

Bien qu'en pratique, les charges statiques sur le sol de n'importe quelle machine, y compris sa fondation, ne dépassent pas 2 - 2,5 kg/cm<sup>2</sup>, nous avons continué nos essais jusqu'à des charges de 8, 12, 18 kg/cm<sup>2</sup>, sous lesquelles les affaissements respectifs ont été 13,7 - 26,7 et 36,6 mm, et ceci sans que ces plaques aient subi la moindre détérioration.

Ces derniers essais n'ont eu qu'un intérêt théorique, mais ils ont prouvé la grande résistance du liège naturel à la compression.

En ce qui concerne la fréquence dynamique de telles plaques, nous avons pu établir par interpolation pour des plaques de 30 à 90 mm d'épaisseur, grâce aux essais faits dans les Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics à Paris et dans le «National Physical Laboratory» à Londres, des fréquences allant de 500 à 3000 Hz. Le grand spectre de fréquences de ces plaques permet donc leur application pour des machines dont les fréquences sont très variées.

Une autre remarquable propriété du liège est que sa résistivité acoustique — produit de la vitesse de son par la densité — se rapproche de plus, entre tous autres matériaux, de celle de l'air.

Voici quelques valeurs respectives:

	Vitesse m/s	Densité kg/cm <sup>3</sup>	Résistivité acoustique
Air .....	330	0,0013	0,43
Liège .....	430	0,24	103
Caoutchouc .....	40 à 1570	0,9 à 2	36 à 3140
Plomb .....	1320	11,30	14920
Eau (dans les conduites) à moyen..	1464	1	1464
Sapin (dans le sens des fibres) .....	5260	0,35 - 0,75	1841 - 3945
Fer .....	5000	7,85	39,250
Béton .....	2200	2	4400

Ces données ont une grande importance, car nous savons que pour empêcher la transmission du son d'une matière à l'autre, il n'y a qu'un moyen: interposer entr'elles une autre matière, dont la résistivité acoustique est toute différente des leurs.

On comprend donc l'efficacité d'une couche de liège dont la résistivité acoustique est 103, posée entre le plancher en béton et la machine, dont les valeurs respectives sont 4400 et 39250.

Quant au feutre, il est tout-à-fait inconcevable que certains le considèrent comme une matière antivibratile, bien que le feutre ne soit pas élastique.

Etant aplati sous une charge quelconque, il ne revient pas à son épaisseur initiale après l'enlèvement de celle-ci.

Si nous ajoutons qu'une machine reposant sur une couche élastique demande moins de pièces de rechange qu'une machine scellée dans le sol ou fixée rigidement au plancher, on se rend facilement compte des multiples avantages que présente leur isolation antivibratile.

## 2. L'influence des bruits et des trépidations sur le rendement de travail.

Il est incontestable que le bruit fatigue le cerveau et le corps, et diminue de ce fait la valeur du travail humain manuel, et surtout du travail cérébral.

C'est ainsi que le problème d'influence des bruits sur notre productivité sous la forme la plus diverse devient l'objet d'études très poussées pour parer efficacement à ce danger croissant avec le progrès technique car il nous amène de nouvelles sources de plus en plus bruyantes et trépidantes (bibl. 7).

En Suisse, le Professeur Sachsenberg a mesuré l'influence des bruits dans une usine pour la fabrication de régulateurs de température, et a trouvé que le pourcentage des erreurs dues au bruit provenant du four d'une chaudière atteignait le chiffre de 75% des appareils fabriqués. Dès que ce four a été enlevé de la salle des machines, le rendement du travail s'est élevé de plus d'un tiers, tandis que le nombre de pièces mal façonnées tombait à un pourcentage très minime.

En Amérique, le Docteur Donald A. Laird a constaté, dans un atelier de même genre qui se trouvait à proximité d'une chaudronnerie, que le nombre des erreurs était de 60 sur 80 appareils fabriqués. Le même travail étant ultérieurement exécuté dans une ambiance calme, le nombre de régulateurs fabriqués dans la même période de temps est monté à 110 au lieu de 80, tandis que le nombre des erreurs tombait de 60 à 7.



Dans un atelier d'emballage, le rendement a augmenté de 12% dès qu'on a enlevé un ventilateur bruyant.

Dans un bureau commercial d'une grande entreprise, des essais sur le rendement du travail dans une ambiance bruyante et dans celle relativement calme ont démontré que, dans les dernières conditions, les erreurs des dactylographes avaient diminué de 29%, et celles du personnel travaillant sur des machines à calculer de 52%.

Enfin, dans une autre usine, le Docteur A. Laird a constaté que les erreurs de fabrication avaient augmenté de plus de 33% lorsque le niveau des bruits dans ces ateliers avait monté de 40 à 90 dB. Par contre, avec chaque diminution de 10 dB, le pourcentage des erreurs était réduit d'environ 6%.

L'influence pernicieuse du bruit sur le rendement du travail et sur le bien-être des ouvriers a été considérée aux Etats-Unis d'Amérique, surtout pendant la dernière guerre, d'une telle importance, que ce pays a consacré un effort tout-à-fait remarquable à la lutte contre les bruits industriels.

Le slogan de l'Amérique en guerre était: « Travailler et se battre sans qu'une seule main et sans qu'une seule heure soient perdues pour cette cause ». Or, combien d'heures précieuses de travail auraient été perdues pour la productivité nationale, si l'on n'avait pas paré à ce danger?

En Angleterre, la lutte contre les bruits n'est pas moins ardente. Citons, à titre d'exemple, le fait qu'à Londres, des ouvriers et des ouvrières d'une usine refusèrent de travailler dans un atelier dans lequel fonctionnait, entr'autres machines, une lourde poinçonneuse. Puisqu'il s'agissait surtout de bruits aériens, on a remédié à cette situation par un revêtement absorbant approprié.

On pense généralement qu'en fin de compte, on s'habitue aux bruits et qu'ainsi, après un certain temps, ils gênent moins. L'expérience a pourtant démontré qu'une telle opinion n'est pas justifiée.

En réalité, le bruit est surtout pénible à supporter au commencement et à la fin du travail.

Il se peut dire que l'homme s'y habitue après un court temps, mais la souffrance recommence au fur et à mesure de la durée du bruit et augmente de plus en plus.

Pour déterminer le degré de la nuisance des bruits, rappelons brièvement que lorsqu'il s'agit d'un certain nombre de sources de la même puissance, l'intensité globale de ces bruits ne sera pas la somme de ceux-ci. Par exemple, dix machines à écrire produisant chacune un bruit de 60 dB ne donneront pas en total 600 dB, mais seulement 70 dB, car nos sensations auditives sont proportionnelles aux logarithmes des intensités acoustiques et non à ces intensités.

Ce phénomène a une grande importance pour la lutte contre les bruits industriels. En effet, contrairement à ce que l'on a le droit de penser, la suppression, par exemple, de huit ou neuf des dites machines ne diminuera la gêne que de 9 à 10 dB, tandis que la seule machine restante produira toujours ses 60 dB.

Quand il s'agit de machines dont les intensités des bruits sont différentes, on commencera bien entendu par l'isolation des machines les plus bruyantes, qui masquent les bruits des autres machines. Pourtant, dès que le bruit le plus fort sera atténué, on commencera à entendre les bruits des autres machines.

Etant donné que la transmission des bruits se fait par les solides et par l'air, on procédera en premier lieu à l'isolation des machines par rapport au sol et au bâtiment, car ces bruits, comme nous l'avons vu, se propagent sur une très grande distance.

Pour atténuer les bruits se transmettant par l'air, il faut procéder à l'isolation phonique des locaux dans lesquels sont placées les machines bruyantes par des matériaux *étanches* au son.

Toutefois, il ne faut pas confondre ce problème avec celui d'absorption des bruits dans le local même.

Pour ce but, on emploiera un revêtement intérieur composé de matériaux *poreux* qui affaiblit l'énergie sonore en la transformant en énergie thermique par le frottement de l'air contre celui-ci. Pourtant, l'atténuation des bruits qui en résulte n'est pas suffisante pour répondre au problème d'isolation phonique de ce local.

Pour illustrer notre pensée, supposons un revêtement composé de plaques absorbantes, dont le coefficient d'absorption moyen est 0,63 (qui est bien élevé!), appliquées à une petite salle de machines de 4 m 70 × 3 m 80 et 4 m 00 de hauteur sur sa surface totale à partir de 1 m du plancher.

Etant donné qu'avant le traitement acoustique, les murs et le plafond de cette salle ont eu un enduit en plâtre, ayant un coefficient d'absorption de 0,03, nous avons augmenté, par notre revêtement ci-dessus, le pouvoir absorbant de la salle sur une surface de 69 m<sup>2</sup>

$$\text{de } 69 \times (0,63 - 0,03) = 41,4 \text{ sabines,}$$

par rapport à celui précédent de 2,53 sabines.

La réduction des bruits a donc été:

$$10 \log 10 \frac{41,4}{2,53} = 12 \text{ dB.}$$

Un tel résultat est évidemment de peu d'importance pour atténuer les bruits s'élevant à 80-100 dB le niveau courant des bruits d'un atelier.

« Il est erroné et peu économique de construire un bâtiment sans prévoir l'isolation phonique de celui-ci, avec l'espoir que les matériaux absorbants appliqués ultérieurement résoudront les difficultés qui en résultent » (bibl. 8).

Pour compléter ce chapitre, nous croyons utile de signaler qu'on a essayé d'augmenter le rendement de travail dans les usines par l'introduction dans les ateliers les plus bruyants de la musique mécanique qui, en masquant les bruits des machines, devait, selon cette pensée, créer des conditions favorables pour le travail.

Le résultat de tels essais, faits notamment aux U.S.A., est plutôt décevant.

J'ai eu moi-même l'occasion de me rendre compte de l'inefficacité de ce procédé lors de ma visite dans une tannerie de Grenoble. La sonorité de l'appareil musical couvrant les bruits des machines de cet atelier, était tellement fort que cette musique augmentait plutôt la fatigue au lieu de la diminuer.

Dans quelques cas très rares où l'introduction d'un appareil musical a été d'une certaine utilité, il s'agissait d'un atelier peu bruyant et d'un travail purement mécanique d'une courte durée.

### 3. L'influence des bruits sur la productivité cérébrale et la santé publique en général.

Si le bruit est nuisible pour le travail manuel, il l'est à plus forte raison pour le travail intellectuel et pour notre bien-être, car il provoque très souvent des maladies graves et durables.

C'est ainsi que l'homme a toujours lutté contre ce fléau.

Rappelons brièvement quelques étapes à travers notre histoire (bibl. 9).

La ville de Sybaris, fondée en Italie du Sud 720 ans avant notre ère, devint la ville la plus renommée et la plus riche, grâce à la défense par les autorités municipales de produire des bruits industriels au centre de la ville.

Les Romains de la même époque qui se vantaient d'être plus aguerris et plus résistants, se moquèrent de cette sensibilité efféminée des Sybarites et ce sont bien eux qui inventèrent l'histoire du Sybarite qui ne pouvait pas dormir sur son lit de feuilles de roses parce qu'un pétale était plié en deux.

Pourtant, cette résistance des Romains si vantée céda peu à peu car, dans sa troisième satire, Juneval, né en l'an 22, se plaint des bruits de la vieille Rome.

« Quel appartement rend le sommeil possible? Il faut, dans la capitale, des endroits pour dormir. Le roulement des chariots dans les rues étroites et le vacarme des troupeaux de bestiaux au repos, chassent le sommeil et empêchent de dormir ».

Cette sensibilité aux bruits devint de plus en plus générale, car, vers cette époque, les riches Romains commencèrent à se réfugier dans la banlieue calme pour éviter les bruits de la ville.

Un pareil mouvement se manifesta plus tard et d'une façon accentuée, vers la fin de la Renaissance et au commencement de l'histoire moderne.

En 1617, par ordonnance de la Faculté de droit de Leipzig, aucun artisan d'un métier bruyant n'avait le droit de l'exercer dans les quartiers où habitaient « les docteurs et même les étudiants ».

Un jugement du Tribunal de Leipzig, en 1630, condamna un forgeron à changer de quartier et à annuler son bail « car les bruits qu'il produisait empêchaient les savants de travailler ».

En 1695, le recteur de Gôrlitz intentait une action judiciaire contre un orfèvre qui, en exerçant son métier, faisait un tel tapage que les « praeceptores » et les élèves étaient empêchés de « méditer ». Le résultat de cette action fut couronné par la décision de la Faculté de droit de Halle, selon laquelle l'orfèvre n'avait pas le droit d'exercer un métier bruyant susceptible de déranger des professeurs « éclairant par leur enseignement le monde entier ».

Encore plus tard dans l'histoire, la lutte contre le bruit a continué avec la plus grande énergie.

Bornons nous à rappeler que: Kant, Goethe, Schiller, Beethoven, Byron, Boileau, J. J. Rousseau, Balzac, Littré, Montaigne, Victor-Hugo, Musset, Zola, Schopenhauer, Carlyle, Herbert Spencer, et, enfin, des écrivains de nos jours, Mark Twain, Marcel Prevost, Edmond Haraucourt, Georges Duhamel, et beaucoup d'autres, n'ont cessé de lutter contre ce fléau.

Voici comment Schopenhauer s'exprime dans son ouvrage: *Parerga et Paralipomena*, chapitre 30, avec sa fougne habituelle, à ce sujet:

« Le peuple le plus raisonnable et le plus spirituel

de tous les peuples d'Europe a appelé la maxime « never interrupt » — « Tu ne dois jamais interrompre » — le onzième commandement ».

« Le bruit est l'interruption la plus impertinente, car il interrompt et même brise nos propres pensées. Il est pourtant vrai que là où il n'y a rien à interrompre, il n'est pas très gênant.

« Je voudrais savoir combien de grandes et sublimes pensées ont été chassées du monde par les bruits.

« Rien ne donne une idée plus sûre de la stupidité humaine que la permission de claquer les fouets. Celui qui possède une pensée ou quelque chose d'analogue dans sa tête doit percevoir avec peine ce claquement soudain qui brise toute idée et détruit toute connaissance ».

Carlyle craignant le chant du coq s'était fait construire une chambre isolée contre les bruits. Herbert Spencer souffrait beaucoup des bruits et avait l'habitude de se boucher les oreilles avec de la laine. Il disait souvent que l'on pouvait mesurer la capacité intellectuelle d'un homme par le degré de son intolérance des bruits inutiles. Mark Twain n'insiste pas moins énergiquement sur le fait que les bruits présentent une menace pour la paix, la santé et le travail productif.

Dans *Les embarras de Paris*, satire de 1660, Boileau s'écrie:

« Est-ce donc pour veiller qu'on se couche à Paris?... Ce n'est qu'à prix d'argent qu'on dort en cette ville. Il faudrait, dans l'enclos d'un vaste logement, avoir loin de la rue un autre appartement ».

Plus tard, Pascal ne se plaint pas moins amèrement des bruits dans ces termes:

« Il faut avoir pour bien écrire des kilomètres de distance au-devant de soi. L'esprit de ce souverain juge qu'est l'homme n'est pas si indépendant qu'il ne soit sujet à être troublé par le premier tintamarre qui se fait autour de lui!... ».

Non moins sévère est Georges Duhamel qui, dans son « message au chef du Gouvernement » (*Candide*, 22 octobre 1931), demande la création d'un Ministère du bruit... « car aujourd'hui, l'orgie de bruit ne cesse guère et il est à craindre que le citoyen, gravement intoxiqué, sans cesse ivre de vacarme, ne perde la mesure de sa pensée, de sa parole et de son geste. Le corps médical s'inquiète. Et comment ne s'inquiéterait-il pas? Des créatures humaines qui se fussent trouvées heureusement utilisables dans une époque moins confuse donnent le spectacle de la frénésie, du crétinisme et de la dégénérescence... ».

En effet les médecins de tous les pays consacrent au problème de nocivité des bruits pour la santé publique en général, et à celui de la surdité professionnelle due aux machines bruyantes, d'innombrables études. (J'ai trouvé une bibliographie se rapportant à cette question, qui dépasse 450 études). (Voir entre autres bibl. 10-11-12-13).

Ce problème devient de plus en plus inquiétant, vu le développement de la technique dans les dernières décades, qui a pour conséquence l'emploi des machines de plus en plus trépidantes et bruyantes — pensons seulement aux moteurs d'avions à réacteurs, tournant jusqu'à 12.000 tours par minute, et pouvant produire un bruit d'environ 170 dB —. On conçoit ainsi facilement les grands dangers qui en résultent, et qui constituent en conséquence un problème social de tout premier ordre.

Si donc la lutte contre les bruits est en premier



lieu du ressort des ingénieurs-acousticiens, car c'est à eux qu'il appartient de trouver les moyens techniques pour supprimer, ou au moins atténuer la production ou la propagation des bruits et vibrations, les médecins jouent dans ce domaine un rôle non moins importante, car il leur appartient en dernière analyse d'arbitrer entre les sujets exposés aux bruits et vibrations des machines, par leur examen clinique et par leurs contrôles renouvelés, pour déterminer dans chaque cas particulier les améliorations éventuelles obtenues après l'intervention des techniciens pour l'isolation antivibratile de ces machines, et par le traitement acoustique des locaux dans lesquels elles sont installées.

Sans nous étendre plus longuement sur le problème de l'influence des bruits sur la santé, qui est de la compétence du corps médical, nous croyons intéressant de terminer ce chapitre par la communication des résultats d'une enquête faite par « The New York Noise Abatement Commission » dans tous les hôpitaux de New York et de sa banlieue (bibl. 7):

« A la première question, si une ambiance bruyante prolonge la durée de rétablissement des malades, 55 des 69 chefs d'hôpitaux ont répondu affirmativement.

« A la seconde question, si cette influence peut être qualifiée de sérieuse, d'importante ou seulement gênante, 36 chefs d'hôpitaux l'ont qualifiée comme « importante ».

« En outre, plusieurs chefs d'hôpitaux ont tenu à souligner que le bruit influait sur la santé et sur la productivité des médecins, des nurses et tout autre personnel des hôpitaux ».

En conclusion, on peut dire que grâce aux efforts réunis des techniciens et des médecins, les dangers dus aux bruits et aux vibrations des machines peuvent être efficacement écartés, à condition toutefois que les Pouvoirs Publics interviennent et imposent ce qu'on doit appeler l'« hygiène acoustique ». Le règlement général dans ce domaine doit comprendre:

— la défense de construire des usines, surtout comprenant des machines bruyantes, dans les agglomérations urbaines;

— l'obligation d'installer, dans chaque usine, les machines les plus bruyantes dans des ateliers spécialement destinés à cet effet, afin d'éviter la fatigue inutile et préjudiciable, non seulement pour le rendement du travail, mais pour la santé et le bien-être des ouvriers travaillant sur d'autres machines;

— l'obligation, pour les industriels, de prendre toutes mesures pour atténuer la production et la propagation des bruits et vibrations des machines, que la technique d'insonorisation a mises à leur disposition, en rappelant aux industriels que les dépenses pour de telles mesures seront très vite et très efficacement récupérées, grâce aux multiples avantages que de telles mesures comportent.

#### BIBLIOGRAPHIE

- 1 - GUTENBERG: *Die seismische Bodeneruhrung*, Sammlung Geophysikalischer Schriften n. 3.
- 2 - MAINKA: *Physik der Erdbebenzellen*, dortselbst n. 1.
- 3 - KATEL I. E.: *Les dangers des trépidations pour la construction et la santé publique*. « L'Architecture d'aujourd'hui », février 1935.
- 4 - BORNITZ G.: *Ueber die Ausbreitung der von Grosskolbenmaschinen erzeugten Bodenschwingungen in die Tiefe*. Julius Springer, Berlin 1931.
- 5 - KATEL I. E.: *Les divers avantages de l'isolement des machines*. Librairie Polytechnique Ch. Beranger, Paris 1934.
- 6 - « Génie Civil » Paris, 24 décembre 1932.
- 7 - KATEL I. E.: *Comment lutter contre les bruits industriels*. Librairie Polytechnique Ch. Beranger, Paris 1952.
- 8 - KNUDSEN V. O., HARRIS M.: *Designing in Architecture*, John Wiley Sons, New York, page 225.
- 9 - KATEL I. E.: *La lutte contre les bruits à travers l'histoire*. Librairie Polytechnique Ch. Beranger, Paris 1932.
- 10 - KATEL I. E.: *L'influence des bruits et des trépidations sur la santé publique*. « Revue Acoustique », mai 1935. « Les Presses Universitaires de France », Paris 5.
- 11 - GOMMES: *Les bruits de l'habitation*. « L'Hôpital », Paris, juin 1933. *Maisons et cures de silence*. « Les Sciences Médicales », Paris, 15 février 1934.
- 12 - MADURO R., LALLEMANT M., TOMATIS A.: *La surditè professionnelle*. Librairie Arnette, Paris 1952.
- 13 - REIHER H., MEISTER F.: *Die Empfindlichkeit der Menschen gegen Erschütterungen*. Forschung auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Bd. 2, 1930, S. 381.
- 14 - DI MACCO G.: *Action pathologique des ondes ultrasonores*. « Arch. Ital. Med. Sper. » 2, 66-86, 1938.
- 15 - MANCIOLI G.: *Contributo allo studio delle otopatie professionali. Ricerche audiometriche*. « Rassegna di medicina industriale », Rome, 18, 233-248, 1949.
- 16 - MEANO C.: *La sordità professionale*, « Medicina di Lavoro », Milan, 40, 210-218, 1949.
- 17 - NUSSDORFER: *L'audiométrie dans la surditè professionnelle*. « Otorinolaryng. Italiana », 12, 431, 1942.
- 18 - PERANTONI P.: *Il selectone, apparecchio di protezione per l'udito*. « Lavoro e medicina », Gênes, 4, 2, 18-19, 1950.
- 19 - PIRODDA E.: *Sul valore clinico della diplacousia L'* « O.R.L. Italiana », 5, 321-323, 1951.

(204)

# ACTIONS BIOLOGIQUES DES ULTRASONS

DOTT. PROF. MARIO PONZIO

DOTT. DARIO FIANDESIO

ISTITUTO DI RADIOLOGIA DELL'UNIVERSITÀ DI TORINO

Direttore: Prof. MARIO PONZIO

## AZIONE BIOLOGICA DEGLI ULTRASUONI

**SOMMARIO** - L'applicazione pratica degli ultrasuoni in Medicina ed in Biologia si basa su vasti studi e ricerche che in questi ultimi anni sono stati fatti ed hanno portato alla conoscenza di fenomeni fisici, fisico-chimici e biologici del massimo interesse. Sono note le proprietà fisiche degli ultrasuoni e cioè le modalità di propagazione attraverso i solidi, i liquidi ed i gas, l'elevazione termica del mezzo che attraversano, la cavitazione, ecc. Soprattutto l'azione meccanica di socerollamento, la cavitazione ed il surriscaldamento hanno importanza per gli effetti biologici che provocano sulla materia vivente. Nella pratica medica si usano speciali testine, a cristallo di quarzo, appositamente costruite, applicate a diretto contatto della cute o della sostanza da trattare (fig. 1) oppure ci si serve di liquidi, in genere acqua, come veicolo del fascio di onde ultrasonore (fig. 2). Si osservano allora processi di dissociazione, di flocculazione di varie sostanze colloidali (fig. 3), di coagulazione delle albumine protoplasmatiche, di emulsione dei grassi, di vacuolizzazione. Nei protozoi (ameba istolitica) sottoposti a socerollamento con ultrasuoni il protoplasma percorso da correnti in vario senso va incontro a fenomeni disaggregativi con spezzettamento del nucleo e rottura della membrana (fig. 4). Le colonie batteriche e le culture di bacilli ultrasuonate con fasci di frequenza varia a seconda dei differenti ceppi di germi dimostrano inibizione di sviluppo ed anche distruzione totale (figg. 5, 6). Con gli ultrasuoni è possibile la sterilizzazione della flora cutanea (figg. 7, 8, 9). Uova e girini di rana dopo trattamento vibrante non si sviluppano, o presentano malformazioni ed anomalie (figg. 10, 11). I pesci perdono dapprima la loro mobilità e con dosi elevate possono anche essere spappolati con gravi lesioni viscerali (fig. 12). Gli spermatozoi pure perdono dapprima la loro capacità fecondativa, poi la motilità ed infine vanno incontro a distruzione totale (fig. 13). Anche le ovaie sono particolarmente lese dagli ultrasuoni (fig. 14). Le fibre muscolari vengono frammentate e dissociate e così pure le fibre nervose (figg. 15, 16, 17). I tessuti coltivati in vitro subiscono dalla energia ultracustica lesioni gravi consistenti in vacuolizzazione del protoplasma e frammentazione nucleare (figg. 18, 19, 20). La cute, sottoposta ad intensa applicazione di ultrasuoni dapprima si iperemizza e poi si escara (fig. 21). Infine possiamo dimostrare che gli ultrasuoni accelerano o rallentano anche lo sviluppo dei semi e delle piante (fig. 22). È evidente che se si superano i limiti di tolleranza dei tessuti viventi si possono produrre lesioni irreversibili. Esistono particolari casi in cui gli ultrasuoni si dimostrano controindicati e nocivi. È necessario quindi, prima di accingersi al trattamento pratico terapeutico con ultrasuoni, aver acquisito esatta conoscenza fisico-biologica del mezzo che si usa.

Les connaissances sur la nature, sur les propriétés physiques, biologiques et thérapeutiques des vibrations mécaniques engendrées à des fréquences élevées par différents systèmes, au delà des limites de la perceptibilité acoustique humaine, remontent pratiquement à un peu plus de trente ans, mais l'intérêt est si grand que, spécialement dans ces dernières années, elles ont éveillé dans le champ clinique, où elles ont été la raison de nouvelles études approfondies, de vastes recherches rendues notoires par d'importantes publications et par des réunions scientifiques internationales organisées expressément pour examiner les importants problèmes de la nouvelle science ultra-acoustique dans le champ physico-technique, biologique et thérapeutique.

Je suis profondément reconnaissant à la Présidence de cette Réunion Internationale de culture latine du grand honneur qu'elle a voulu me faire en me désignant pour exposer tant d'importantes questions, et aussi parce qu'elle me permet ainsi de résumer ce qui a été, pour moi et pour mes collaborateurs, une raison de travail et d'étude pendant vingt ans et de formuler aujourd'hui, avec des expériences bien fondées, un jugement sur les possibilités effectives que le nouveau élément thermo-mécanique peut avoir dans le champ médical, expérimental et pratique.

### Propriétés physiques

Toute substance, à l'état solide, liquide ou gazeux, soumise à une action ultrasonore subit d'une manière et dans une proportion variables, des perturbations de constitution, transitoires ou permanentes, par lesquelles elle s'altère et transforme l'essence même de l'élément ultrasonorisé. Les liquides subissent, tout particulièrement par pression des ondes transmises par un cristal vibrant, de violentes vibrations et des ébranlements de masse, évidentes surtout à la surface du liquide, en raison de la densité différente entre le liquide et l'air qui est au-dessus, si bien qu'ils soulèvent le liquide en forme de jet. Pour un objet solide plongé dans le liquide soumis à des vibrations ultrasonores, la différence de pression exercée par le faisceau d'ondes est, proportionnellement à l'ampleur des vibrations, très élevée et telle qu'elle détermine par choc des pressions calculables en dizaines de kilogrammes par cm<sup>2</sup>, et par conséquent le désagrégation ou fragmentation de l'objet immergé, spécialement s'il s'agit de solides à constitution polymorphe ou d'une fragilité notable. La pression qui s'exerce entre deux solides en contact, sollicités par des ondes ultrasoniques, est proportionnelle à chaque coefficient de compressibilité, à la fréquence et à l'intensité de



vibration, et ceci d'autant plus, que la différence de densité entre eux est plus grande. Dans ces conditions, le gradient de pression entre les deux surfaces d'adjacence prend des valeurs élevées, si bien qu'il détermine, par la friction des deux parties, des élévations thermiques très remarquables. Dans les liquides, l'action des ondes ultrasonores se superpose, en raison de l'état physique des milieux portants, à d'autres phénomènes différents: en plus du *suréchauffement* provenant de la friction entre les surfaces de contact du liquide avec le milieu ambiant (récipient, air au-dessus) en raison de la différente conductibilité ultrasonore; ce qui intéresse les études biologiques, ce sont les phénomènes de *cavitation* caractérisés par la formation de petites bulles de gaz dans les liquides sollicités par des ondes ultrasoniques. Ces petites bulles sont produites par des gaz dissous dans le liquide qui les produit en grand nombre en s'échappant; elles sont agitées par des mouvements irréguliers au début de l'excitabilité ultrasonore; naturellement, elles disparaissent en dégazéifiant le liquide ou en y exerçant une pression même légère. Le phénomène de la *cavitation* est très important en biologie, et on lui attribue de nombreux phénomènes dissociatifs cellulaires: on calcule, en effet, que la constitution d'une petite bulle demande un quantum d'énergie de pression égal à 150 kg environ et, par conséquent, tel qu'il détermine dans le cercle des tissus des graves altérations. En effet, cette énergie de pression, en concomitance avec d'autres phénomènes de friction interne dans un liquide et dans les éléments qu'il contient, mène à un suréchauffement proportionnel à la densité et à la viscosité du milieu liquide portant.

Des recherches faites à des fréquences différentes (300-500-1000 kHz) ont démontré que l'eau ainsi sollicitée subit un réchauffement notable, égal respectivement à 800, 1300 et 2500 calories pour une minute d'action. Pour d'autres liquides, le suréchauffement est variable et dépend de leur constitution et, mis expérimentalement dans des conditions identiques de sollicitation ultrasonique, ils présentent une élévation thermique en degré différent: ainsi, par exemple, pour les corps gras, pour la glycérine, etc., le suréchauffement peut atteindre 8-10° par rapport à l'eau; encore plus élevé est le suréchauffement des tissus en bouillie tels que le foie, le cerveau, etc., dont la température, pour une minute de sollicitation

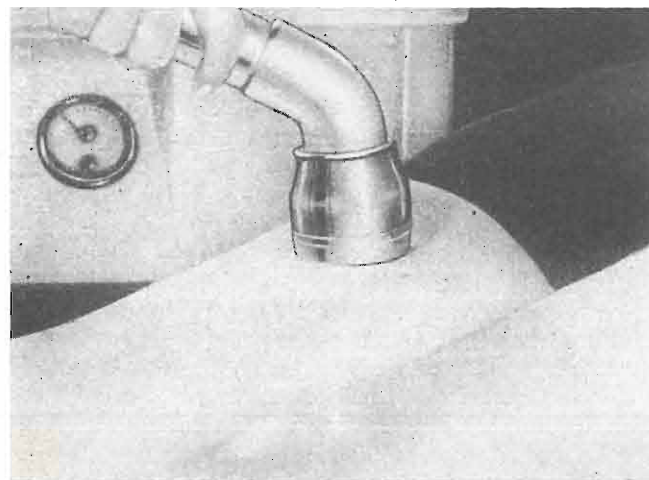


Fig. 1

ultrasonique, s'est élevée jusqu'à 12-15°. Ceci doit être particulièrement pris en considération dans les études biologiques et dans l'application thérapeutique.

Même pour le suréchauffement, l'effet de pression agit en un sens dépressif, et ceci relativement à la limitation de la friction interne et de la cavitation qui se produit à cause des variations de propagation des ondes ultrasonores dans le milieu portant comprimé.

*Figs. 1-2* — Il y a deux méthodes d'application thérapeutique pratique: par transmission directe et par transmission hydrique. Dans le premier cas, on porte au contact direct avec la peau la tête vibrante (application statique ou avec massage) en prenant soin d'avoir un contact maximum entre la peau et la surface d'émission. Dans l'autre cas, la partie du corps à traiter est plongée dans un liquide qui constitue le véhicule du faisceau radiant. Les têtes radiantées qu'on emploie en médecine ont des formes différentes. La surface radiante, qui est en contact direct avec le cristal de quartz, peut être en acier ou en caoutchouc.

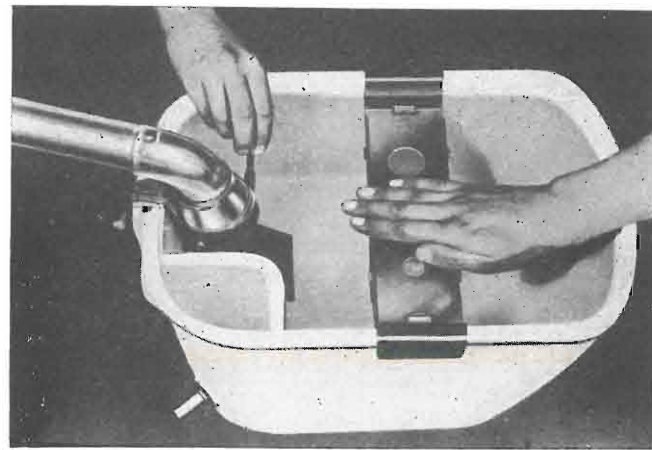


Fig. 2

*Fig. 3* — L'action que les ultrasons peuvent exercer sur les matières solides ou liquides est liée, notamment, à des phénomènes physiques et physico-chimiques qui se manifestent par des processus de dissociation, de flocculation des substances colloïdales, de coagulation des albumines, d'émulsion des gras, de cavitation, de surchauffage, etc.

A ce propos, il peut être intéressant de remarquer l'action des ultrasons sur les gélatines photographiques: en A, on peut remarquer le cadre microscopique d'une émulsion normale de bromure d'argent. En B, une émulsion traitée par les méthodes industrielles communes, afin de la rendre plus homogène et pourtant plus sensible. En C, enfin, une émulsion traitée

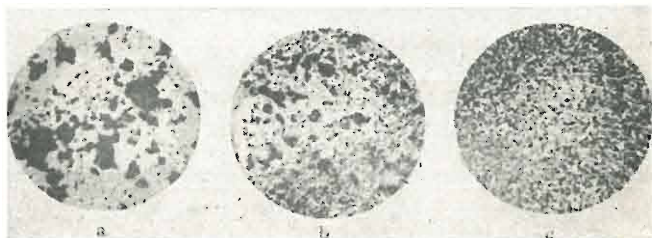


Fig. 3

aux ultrasons. On y voit clairement l'homogénéité des micelles, qui se présentent d'une grandeur à peu près égale, avec un périmètre plus régulier et arrondi et plus uniformément réparties.

*Fig. 4* — En considérant l'action des ultrasons sur les protozoaires, on constate des phénomènes de dispersion et désagrégation. Voici le résultat des observations directes sur l'amibe assujétie à secouement par action des ultrasons. Le protoplasme, parcouru

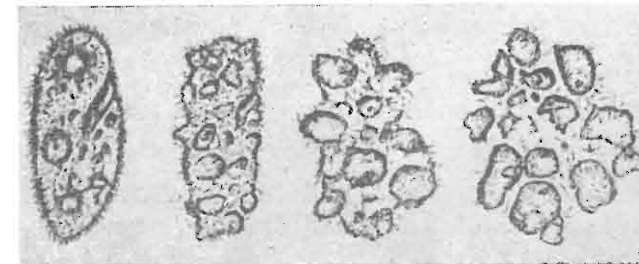


Fig. 4

de courants de sens différents et en des points différents, subit des phénomènes de désagrégation et des altérations structurales auxquels succèdent la rupture de la membrane extérieure, de violents déplacements des granules et des nucléoles et, enfin, un véritable éclatement du microorganisme.

*Figs. 5-6* — Avec l'emploi des ultrasons, on peut obtenir l'inhibition au développement et même la destruction totale des colonies bactériennes. En ces deux cultures de bacilles en plaque, on remarque la destruction des colonies dans les zones soumises au traitement vibratoire. Les cultures de staphylocoques et des streptocoques traitées aux ultrasons et ensemencées ensuite sur un terrain nouveau ont égale-

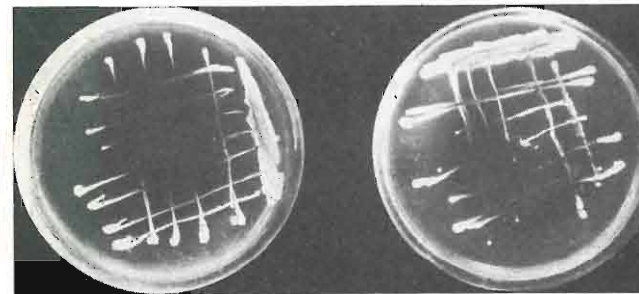


Fig. 5

ment donné un développement très réduit en comparaison de ce qui se passe dans la moitié de la plaque ensemencée avec des germes non traités par vibrations. Il faut, toutefois, remarquer qu'à fin d'obtenir des résultats de destruction par le seul effet mécanique, résultats indépendants du facteur thermique, il faut choisir des

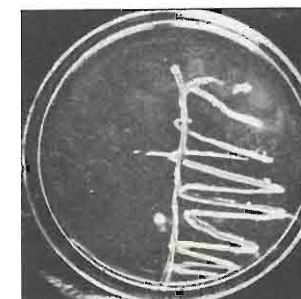


Fig. 6

fréquences élevées qui varient de souche à souche, et on peut dire que, en général, pour avoir des résultats germicides, il est nécessaire d'employer des faisceaux radiants ayant une fréquence d'autant plus grande que les dimensions des germes sont plus petites.

*Fig. 7* — Voici une expérience qui vous prouve la possibilité de stériliser la flore cutanée par les ultrasons. Petites pièces carrées de agar-bouillon de cheval, mises en contact avec la peau du bras pendant 5 minutes et, ensuite, incubées à 37° en thermostat pendant 48 heures: à gauche, les contrôles; à droite, flore microbienne cutanée traitée avec 960 kHz, 1,5 W/cm<sup>2</sup> (stérilisation partielle); en bas, flore cutanée traitée avec 960 kHz, 3,5 W/cm<sup>2</sup> (stérilisation totale).

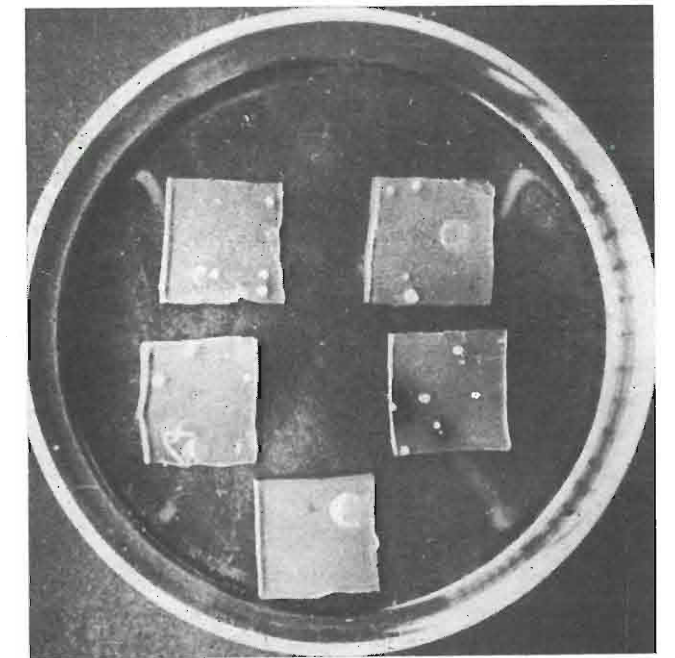


Fig. 7

*Figs. 8-9* — Observation à l'ultramicroscope, avant et après traitement aux ultrasons, de colonies de *Bacterium coli* et de *Bacillum Friedländeri*: on y

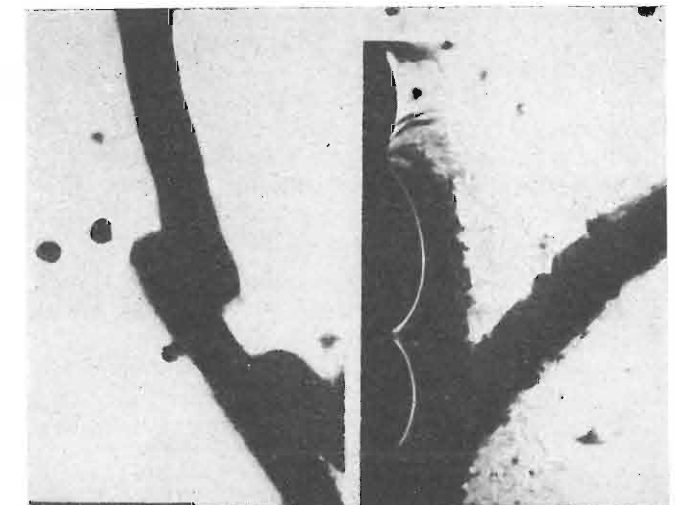


Fig. 8



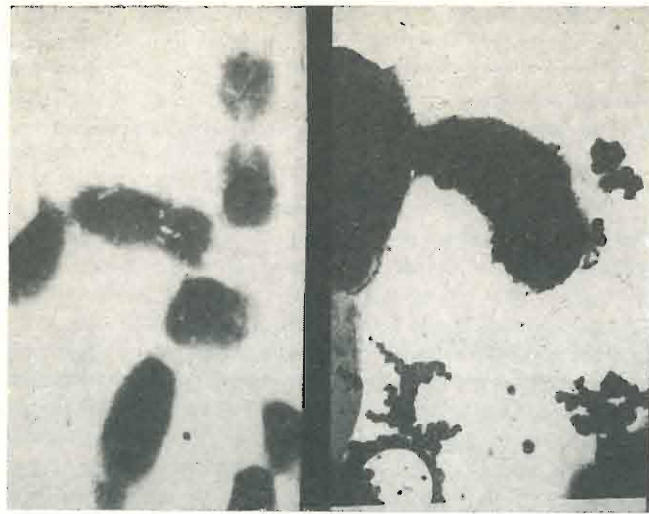


Fig. 9

remarque des altérations imposantes et désagré- gations des éléments frappés par le faisceau vibratoire.

*Fig. 10* — Les œufs de grenouille traités aux ultra- sons en fortes doses ne se développent plus; avec de petites doses, au contraire, génèrent des têtards qui présentent des malformations et anomalies de déve- loppement.

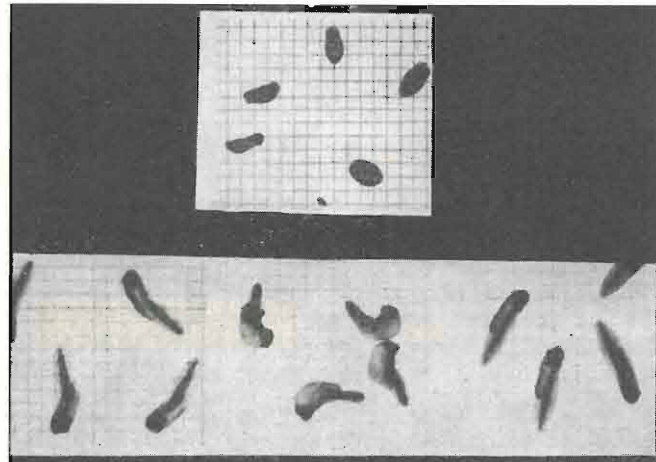


Fig. 10

*Fig. 11* — Les mêmes phénomènes peuvent être remarqué dans le traitement de têtards en différen- tes phases de développement: avec des doses intenses, on provoque la mort immédiate et même le délaye- ment des petits animaux. Avec des doses plus faibles, on provoque l'apparition de malformations et défor- mations.

*Fig. 12* — Si des poissons sont soumis à l'action d'un faisceau vibratoire d'intensité moyenne, les ani- maux perdent leur capacité de mouvement pendant quelque temps. Après quelques minutes, ils retrou- vent leurs mouvements jusqu'à l'état normal. Si l'intensité est plus grande, les poissons ne retrouvent plus leur mobilité et meurent à bref délai. Avec des intensités encore plus grandes, les animaux sont délayés avec des lésions tissurales et viscérales macro- et microscopiquement constatables.

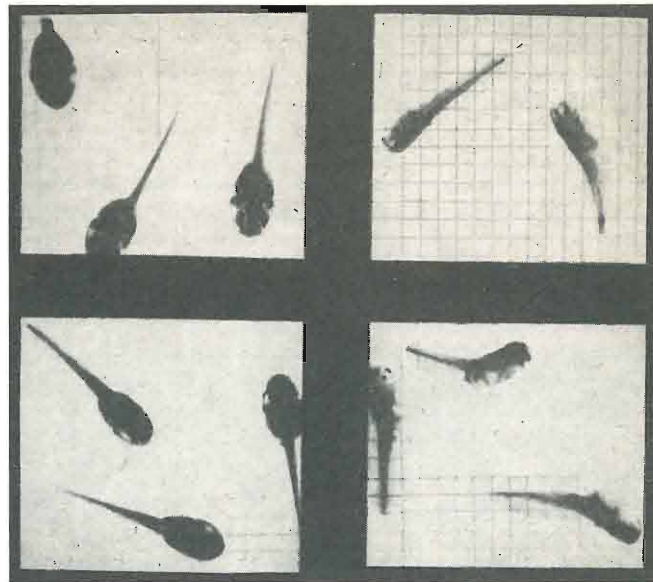


Fig. 11

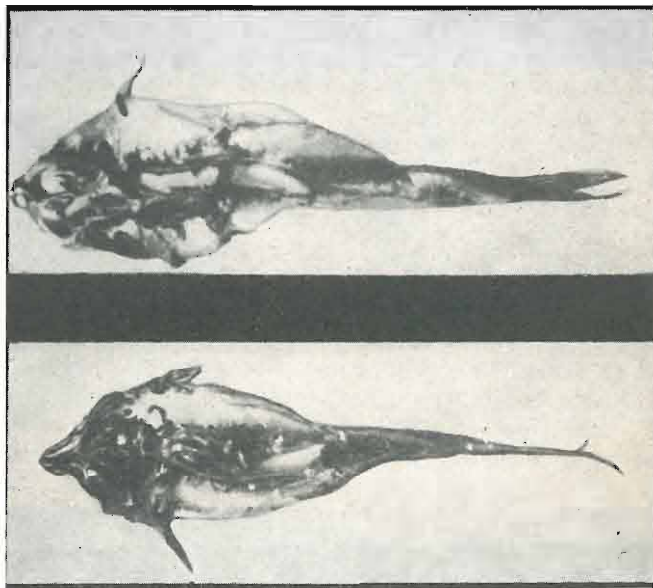


Fig. 12



Fig. 13

Tous ces phénomènes sont dûs à des altérations réversibles ou irréversibles des centres végétatifs, à spasmes vasculaires et, enfin, à des manifestations de cavitation, de précipitation des colloïdes et de des- truction cellulaire.

*Fig. 13* — En traitant aux ultrasons une suspension de spermatozoaires, on prouve qu'après applications d'une intensité faible les cellules perdent leur pouvoir de fécondation. En augmentant l'intensité, on pro- voque l'aplatissement des têtes, la séparation des queues et, enfin, la destruction totale des éléments.

*Fig. 14* — On peut aussi relever des lésions pro- duites par les ultrasons sur les tissus de l'ovaire. L'examen hystologique de l'ovaire de lapine, traitée aux ultrasons sur les quadrants inférieurs de l'abdo- men pendant dix séances avec doses de 2 W/cm<sup>2</sup>, fré- quence 960 kHz et, ensuite, laparotomisée, nous a montré des nécroses, coagulation du protoplasme cellulaire à proximité de l'œuf, rupture des follicules, caryolyse nucléaire de l'oocyte.

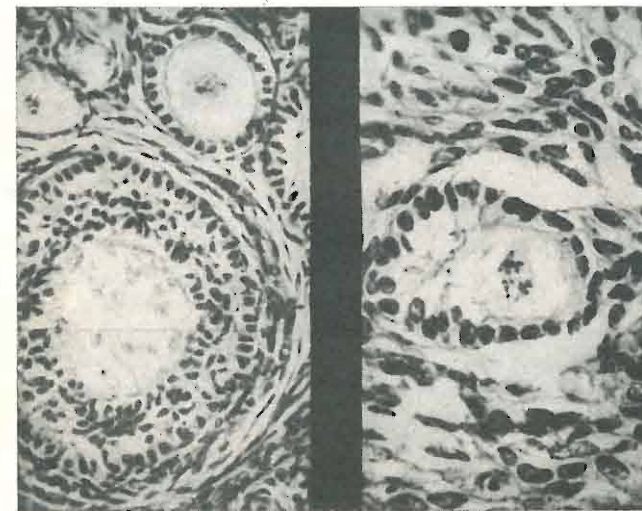


Fig. 14

*Fig. 15-16* — Les lésions qui peuvent être pro- duites par les ultrasons sur les fibres musculaires lisses

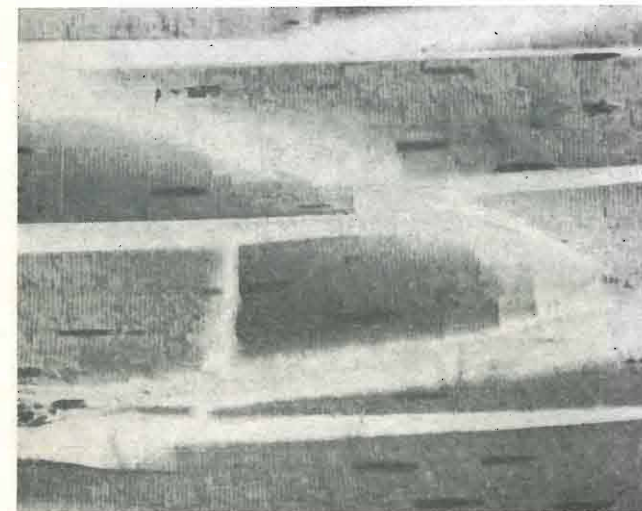


Fig. 15

ou striées présentent un intérêt particulier. On remar- que une fragmentation des fibres avec hémorragies interfibrillaires et apparition de zones de nécrose.

La fragmentation est surtout évidente dans les fibres striées; dans le myocarde les faits de délaye- ment structurel et les hémorragies sont plus évidents.



Fig. 16

*Fig. 17* — Très nombreuses sont les altérations que les ultrasons peuvent provoquer dans les cellules et les fibres nerveuses. On commence par des perturba- tions biochimiques moindres, intracellulaires et extra- cellulaires, réversibles, et on arrive jusqu'à des phé- nomènes de destruction irréversibles, qui sont dûs à des très graves troubles de circulation, à des dégéné- rations protoplasmiques, à la vacuolisation et à la rupture des membranes cellulaires.

Nous présentons ici un cadre microscopique des lésions par ultrasons sur des fibres nerveuses: on y remarque un morcellement et une rupture, avec dissociation et effilage des éléments.

*Figs. 18-19-20* — Sur les tissus cultivés in vitro les ultrasons peuvent avoir aussi une action sensible: les cultures de fibroblastes du myocarde embryon- naire de poulet, traitées par les ultrasons, ont subi

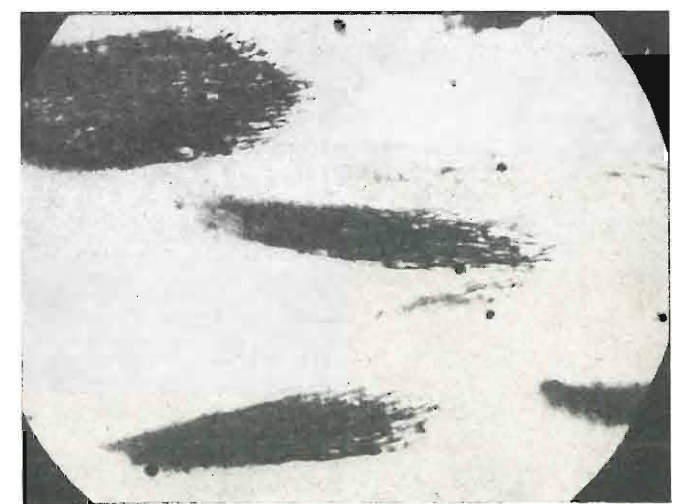


Fig. 17



des altérations graves. Les limites cellulaires sont irrégulières et indéfinies; la cellule même est réduite au noyau avec très peu de protoplasme, ceci en proie à une vacuolisation intense. Le noyau se déforme, devient pycnotique et se brise.

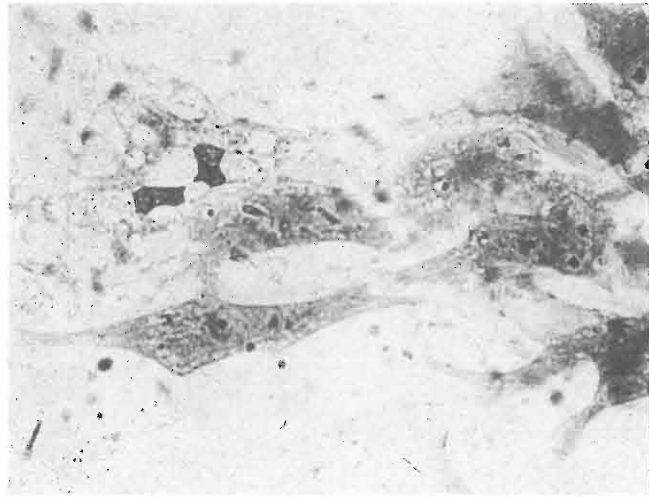


Fig. 18



Fig. 19

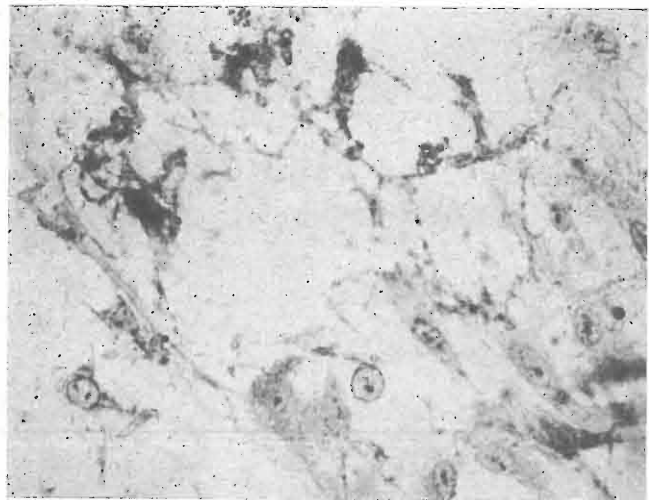


Fig. 20

Fig. 21 — Les ultrasons, quand ils sont erronément employés sur la peau, peuvent aussi provoquer une action caustique cellulaire, due notamment au surchauffage des tissus par friction des éléments sollicités par les vibrations à fréquence élevée. La lésion la plus commune consiste: (a) en une zone d'hypémie manifeste immédiatement après l'application; quelques jours après, une petite zone (b) nécrotique centrale se délimite; huit jours plus tard, on a une ulcération avec zone de granulation aux bords et tendance à la formation de tissu épithélial nouveau (c).

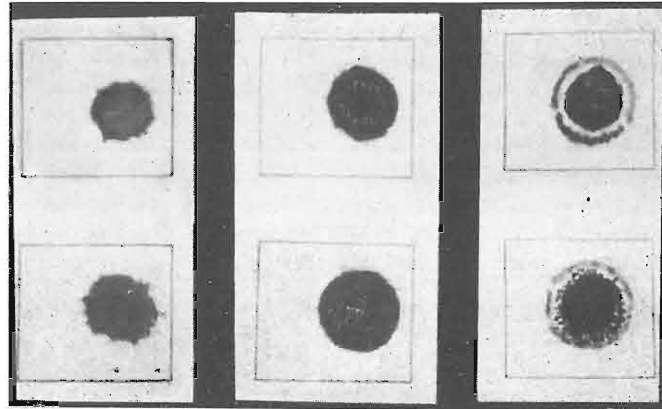
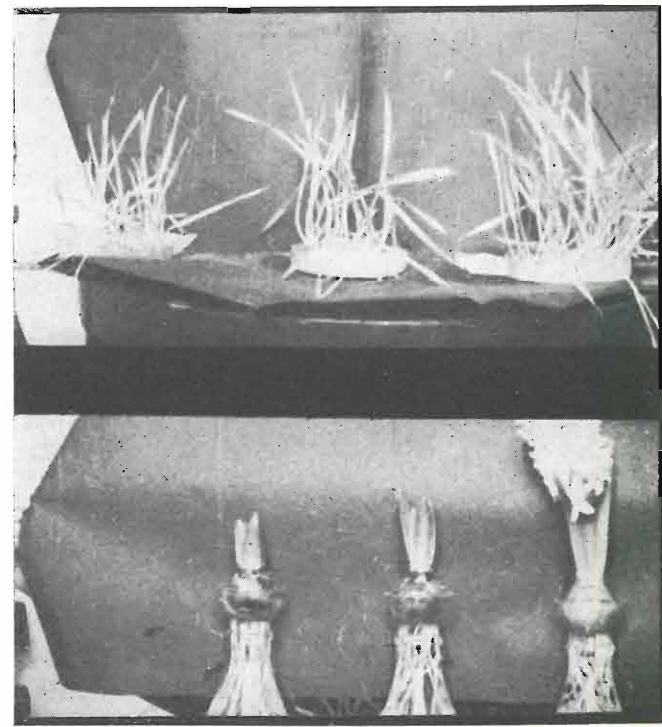


Fig. 21

Fig. 22 — Les ultrasons peuvent causer aussi des phénomènes d'excitation ou d'inhibition au développement des végétaux suivant l'intensité employée.

Avec de petites doses ( $0,5 \text{ W/cm}^2$ ), on peut produire une augmentation de développement dans les grains d'orge et les oignons de jacinthe (1), tandis que avec de plus fortes doses ( $3,5 \text{ W/cm}^2$ ), on provoque une inhibition (2).



(2) Fig. 22

(1)

### Lésion provenant d'ultrasons

Il est évident que l'action thermo-mécanique produite par les faisceaux ultrasonores dans les tissus vivants, si elle dépasse la limite de tolérance, détermine, comme tout autre agent physique, des modifications organiques non réversibles et si profondes qu'il se produit une lysis rapide.

Ceci, thérapeutiquement, peut arriver par l'application non appropriée de la tête transmettante, pour une intensité trop élevée, si bien qu'elle produit des brûlures semblables à celles obtenues par une application diathermique non appropriée. Il faut remarquer que, par émoussement sensitif provenant d'une action vibrante, la brûlure peut être presque analgésique. Pour les applications en profondeur, il ne faut pas oublier que dans les cas de processus inflammatoire aigu, le micro-massage des tissus peut être dangereux à cause de la rupture de paquets de vaisseaux atteints, avec apparition de légères adhérences contentives, de collections abcédées, etc. On a déjà parlé de différentes contre-indications dans la synthèse thérapeutique rapide précédente. En tout cas, et de toute façon, des lois rigoureuses existent pour les ultrasons dans la pratique physiothérapique générale: aucun moyen miraculeux, aucun empirisme n'est permis: l'exacte connaissance physico-biologique du moyen, la valeur clinique certaine du cas à traiter, peuvent seules permettre, sans préventions de spécialisation, d'apporter une contribution thérapeutique réelle par le moyen le meilleur et de la meilleure manière.

(215)

UMBERTO BOSCO:

### DANTE ALIGHIERI: INFERNO

Lire 300

« ... molti credono che la lettura di Dante sia null'altro che una materia scolastica fra le tante, arida e fredda, lontana dalla vita vera, dagli interessi e dagli affetti degli uomini moderni. Ora, la *Divina Commedia* è, sì, anche testimonianza d'un tempo lontano; ci aiuta cioè a penetrare profondamente in un periodo della nostra storia particolarmente importante; ma è ben altro. Dante parla di cose e di persone, combatte per idee e ideali propri degli anni in cui visse, ma, come del resto tutti i grandi poeti, supera il suo tempo. Il suo vero, profondo argomento è il cuore umano, che fondamentale è sempre uguale. Noi oggi amiamo, odiamo, speriamo come amavano odiavano e speravano gli uomini di sei secoli fa, come gli uomini di sempre ».



Dello stesso autore:

### LETTERATURA ITALIANA DELL'800

Lire 150

In vendita nelle principali librerie. Per richieste dirette rivolgersi alla Edizione Radio Italiana - Torino, via Arsenale, 21, che invierà i volumi franco di spese contro rimessa anticipata dei relativi importi. I versamenti possono essere effettuati sul c. c. postale n. 2/37800.



# LESA

● dopo 25 anni di esperienza questo è l'articolo più significativo creato dalla "LESA", per solennizzare il suo GIUBILEO.

● La più perfetta e completa creazione superiore alla migliore produzione mondiale.

● PROVATE E CONFRONTATE!

giradischi a tre velocità  
con cambio di velocità a leva

LESA - Milano - Via Bergamo 21 - Tel. 554.341/213



# SUPPRESSEUR DYNAMIQUE DES BRUITS ET TROUBLES DANS L'ENREGISTREMENT ET LA REPRODUCTION DES SONS

DOCT. ING. GIUSEPPE ZANARINI

## IL SOPPRESSORE DINAMICO DEI DISTURBI NELLA REGISTRAZIONE E RIPRODUZIONE DEI SUONI

**SOMMARIO** - Lo scopo di questa nota è di illustrare il principio di funzionamento e le caratteristiche di un nuovo soppressore dinamico di disturbi progettato per soddisfare alle severe esigenze dei servizi di radiodiffusione circolare. Nell'introduzione si accenna a problemi inerenti al livello dei disturbi nelle riproduzioni elettroacustiche a larga banda, con particolare riferimento alle riproduzioni fonografiche, e si pongono in evidenza i pregi della cosiddetta « soppressione dinamica dei disturbi ad azione orizzontale » basata sul concetto di adeguare, istante per istante, la banda passante del complesso riproduttore alla effettiva estensione dello spettro utile dell'audiosegnale. Nel secondo paragrafo si espongono i principali requisiti a cui debbono soddisfare le speciali reti filtranti che operano il controllo dinamico della banda passante. Si descrive quindi un nuovo tipo di filtro che utilizza le proprietà dei reattori saturabili per il controllo rapido delle frequenze-frontiera. Sono riportati diversi diagrammi riferentisi alle caratteristiche di responso del suddetto filtro ed al comportamento dei reattori saturabili in questa particolare applicazione. Nel terzo paragrafo vengono discusse le modalità del controllo dinamico delle frequenze-frontiera in funzione dei parametri dell'audiosegnale entrante e vengono ricercate le condizioni di miglior compromesso fra le opposte esigenze di una efficace soppressione dei disturbi e di una moderata perdita in fedeltà. Segue la descrizione di un nuovo sistema di autocontrollo della frequenza-frontiera superiore che, per le sue peculiari proprietà, si approssima sensibilmente all'optimum teorico di efficienza. L'ultimo paragrafo è dedicato alle realizzazioni pratiche e contiene dati e caratteristiche tecniche di un soppressore dinamico di disturbi, basato sui precedenti concetti ed attualmente in esercizio presso le stazioni della Radiotelevisione Italiana. Sono allegati lo schema di principio, le curve di responso, ed alcune fotografie dell'apparecchiatura.

### Introduction

La suppression des dérangements typiques inhérents à l'enregistrement et à la reproduction du son, comme par exemple le « couronnement » et le bruit de froissement, a constitué et constitue encore l'un des problèmes les plus importants de cette branche de l'électroacoustique. Avec l'apparition des enregistrements phonographiques et magnétiques à large bande, ce problème a posé des aspects nouveaux, car la mise en valeur totale de la meilleure qualité de ces enregistrements est maintenant subordonnée à la possibilité d'atténuer suffisamment ces dérangements, sans nuire dans une mesure appréciable à la fidélité de la reproduction.

C'est un fait bien connu que le niveau de bruits et troubles dans un enregistrement présente un minimum dans une zone centrale de la gamme acoustique, s'étendant entre 100-150 Hz jusqu'à 3000-5000 Hz, et qu'il croît progressivement au fur et à mesure que l'on s'approche des fréquences extrêmes. Dans les anciens enregistrements, la gamme des fréquences était limitée à la zone centrale sus-indiquée, ou la dépassait de peu; de la sorte les troubles pouvaient être éliminés assez facilement au moyen de filtres passe-haut et passe-bas, de type classique, et sans perte grave en fidélité.

Avec l'extension actuelle de la gamme des fréquences enregistrées, il n'est plus possible d'obtenir avec les mêmes moyens, une discrimination entre le signal audio et le dérangement, qui soit capable

d'éliminer le second sans restreindre le spectre de fréquence du premier.

Le problème se complique encore davantage par le fait que l'amélioration qualitative des enregistrements et des appareils de reproduction a fait augmenter les exigences en ce qui concerne les troubles et elles sont maintenant particulièrement sévères dans les applications à caractère professionnel.

La réduction des bruits de fond est, par conséquent, objet de recherches tenaces et les techniciens ont suivi deux chemins divers; d'un côté ils ont cherché de diminuer les causes des troubles en perfectionnant les systèmes d'enregistrement et de lecture du son; de l'autre, ils se sont efforcés de trouver les moyens les plus efficaces pour améliorer, dans la reproduction, le rapport signal/trouble.

Dans cette dernière direction, un important progrès a été réalisé grâce au système réalisé pour la première fois par H. H. Schott, pour une suppression dynamique, par action horizontale.

Les supresseurs dynamiques à action horizontale sont essentiellement constitués d'un filtre à bande variable et d'un dispositif régulateur faisant varier, par action dynamique, cette bande passante, en fonction de l'amplitude et de la distribution spectrale du signal audio.

Pour se rendre compte du fonctionnement de ce système et des avantages qu'il offre, il est nécessaire de se reporter au phénomène du masquage acoustique. Si l'on analyse la reproduction à large bande d'un

« fortissimo » orchestral, on constate que l'énergie sonore est distribuée à haut niveau dans tout le spectre des fréquences auditives. Les troubles éventuels d'intensité non excessive et superposés au signal audio sont ainsi masqués par ce signal même et, par conséquent, n'apparaissent plus; il est bien évident que dans ce cas n'importe quel rétrécissement de la gamme des fréquences reproduites comporterait une perte de fidélité qui ne serait compensée par aucun avantage.

Par contre, dans le cas d'un « pianissimo », la situation est fort différente parce que dans les gammes qui appartiennent aux troubles, l'intensité de ceux-ci peut dépasser celle du signal audio; dans ce cas, c'est ce dernier qui subit l'action de camouflage. Si, dans ce cas, l'on restreint la bande passante, la perceptibilité du bruit peut être réduite sans devoir subir une perte en fidélité, car les composantes qui sont ainsi supprimées dans le signal audio n'auraient pas non plus pu être entendues dans une reproduction à large bande, par suite du masquage opéré par le bruit.

Par extension de ce raisonnement, il devient intuitif que, pour des situations intermédiaires, il existe une condition intermédiaire et que, par conséquent, pour chaque situation contingente, il existe une extension de la bande passante correspondant, du point de vue qualitatif, au meilleur compromis entre une gamme de fréquence étendue et une valeur élevée du rapport signal/trouble.

Si l'on varie par action dynamique la bande passante de la chaîne d'amplification, de façon à réaliser à chaque instant ce compromis, il est clair que l'on pourra obtenir la meilleure qualité possible de la reproduction, compatible avec la qualité de l'enregistrement et des dispositifs de lecture.

Le fonctionnement des supresseurs dynamiques de troubles à action horizontale, est basé sur cette conception; l'approximation effective à l'optimum théorique qu'il est possible d'atteindre en pratique dépend de la structure et de la bienfaisance de l'appareil. Les systèmes les mieux élaborés permettent d'obtenir des résultats satisfaisants et tels qu'ils justifient, pour les emplois professionnels, une complexité non indifférente de l'appareillage.

Dans ces notes, nous illustrerons quelques caractéristiques et particularités d'un nouveau type de suppresseur dynamique de troubles, étudié et réalisé pour son emploi dans les émetteurs de la Radiodiffusion et Télévision Italienne.

### Le filtre à perméabilité variable

La réalisation d'un suppresseur dynamique à action horizontale est subordonnée à la réalisation d'un filtre de bande avec fréquences de coupure déplaçables en fonction d'une grandeur électrique (intensité ou tension); ce filtre doit, en outre, posséder les qualités suivantes:

- ne pas introduire de distorsions dans les transitoires et ne pas présenter de distorsion non linéaire perceptible à l'oreille;
- ne pas engendrer des transitoires de réglage dans le circuit du signal audio;
- permettre des déplacements indépendants de la

limite supérieure et de la limite inférieure et être suffisamment rapide pour pouvoir suivre, sans retard les variations du signal audio;

— présenter une courbe de réponse régulière, exempte de pointes et de variations brusques de sélectivité;

— présenter un fonctionnement stable et ne pas dépendre d'éléments susceptibles de varier avec le temps.

La possibilité de satisfaire, d'une façon plus ou moins intégrale, à ces exigences, est liée en grande partie au choix des éléments qui procurent au filtre les qualités requises de variabilité.

L'emploi des réactances électroniques fait surgir des problèmes dont la solution n'est pas facile, particulièrement en ce qui concerne un équilibre stable et une faible distorsion; d'autre part, on se heurte à des complications de circuits importantes.

Pour ces motifs, nous avons développé, avec des résultats positifs, une série de recherches tendant à utiliser, comme réactance variable commandée électriquement, des inductances saturables équilibrées, semblables dans leur structure à celles qui sont employées dans les amplificateurs magnétiques.

Les caractéristiques tensions/courant d'une inductance saturable, en fonction du champ de saturation, sont du type représenté dans la figure 1; dans l'ensemble, l'allure est courbée mais il existe un bref parcours initial que l'on peut considérer comme rectiligne, ainsi que le met en évidence la figure 2 se référant à une petite inductance équilibrée, sur noyau cuirassé en matériel magnétique à haute perméabilité. Si on limite le fonctionnement à la partie rectiligne de la caractéristique (ce qui peut s'obtenir en maintenant la composante alternative du champ magnétisant suffisamment basse), la distorsion non linéaire peut être maintenue dans des limites étroites.

Le diagramme de la figure 3 reproduit les courbes de la distorsion harmonique, relevées sur la même inductance, en fonction du champ alternatif et pour diverses valeurs du champ de saturation.

La variation de l'inductance en fonction du champ

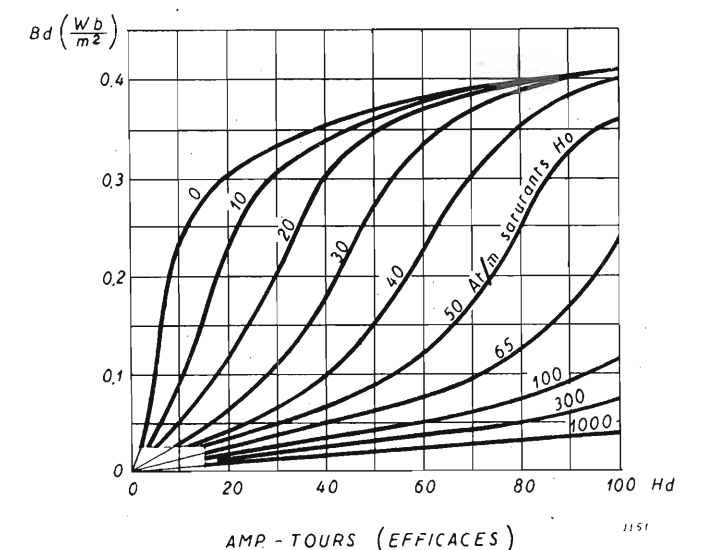


Fig. 1. — Caractéristiques typiques  $B_d$ ,  $H_d$ , d'une inductance magnétique saturable, équilibrée, relevées avec courants alternatifs. Le paramètre des courbes est l'intensité du champ de saturation continu  $H_o$ .



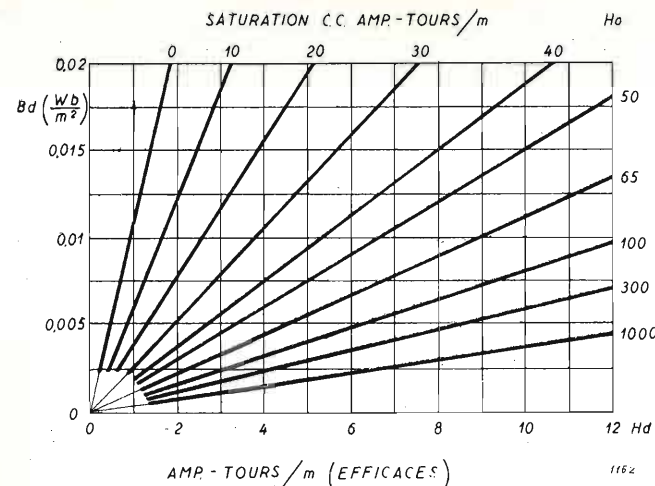


Fig. 2. — Partic initiale des caractéristiques Bd, Hd, d'une inductance saturable équilibrée, avec noyau en matériel à haute perméabilité. Le paramètre est le champ de saturation Ho.

de saturation est reportée sur le diagramme de la figure 4, lequel met aussi en évidence qu'il n'y a pas de difficulté à obtenir des variations de l'ordre de 10, telles qu'elles sont requises pour l'application considérée.

L'utilisation de noyaux à haute perméabilité permet de limiter le courant de commande dans l'enroulement de prémagnétisation à des valeurs de l'ordre du milliampère et, par conséquent, de contrôler le réacteur par des lampes électroniques de puissance minime.

Par l'emploi d'une structure magnétique et électrique équilibrée, l'action mutuelle reste nulle entre le flux alternatif et celui de saturation et il ne se présente aucune tension induite dans les enroulements contrôlés, sous l'action des variations du courant de commande dans l'enroulement de prémagnétisation; ce qui revient à dire que dans une inductance bien équilibrée, il n'y a pas de transitoires de réglage. Cette propriété est très importante puisqu'elle permet d'éliminer d'une façon stable le danger de souillage du signal audio par des troubles créés par l'action de réglage.

On rencontre, par contre, quelque difficulté pour mettre au point un réseau filtrant variable faisant

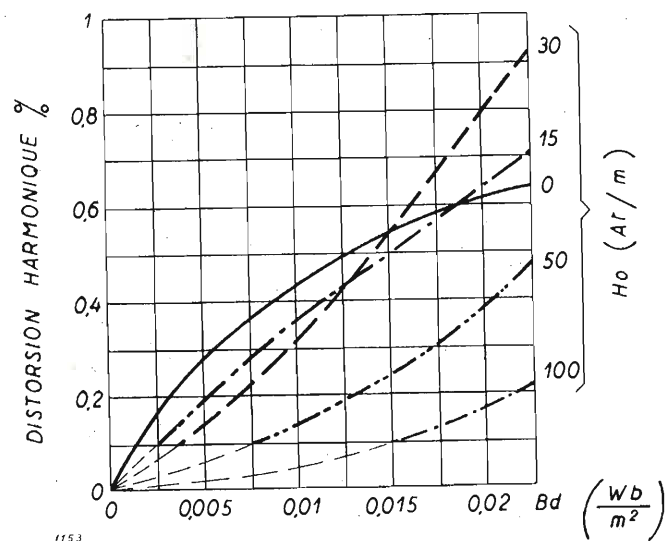


Fig. 3. — Distorsion harmonique d'une inductance saturable équilibrée en fonction de l'induction alternative Bd et pour quelques valeurs du champ de saturation Ho.

usage d'inductances magnétiques saturables et de schémas classiques, car l'impédance caractéristique devient elle-même variable et rend impossible un bouclage correct du réseau. Il convient donc de s'éloigner de ces schémas et de rechercher expérimentalement des structures adaptées à cette application particulière.

La figure 5 représente le schéma de principe d'un réseau passebande qui a donné de bons résultats. Le réseau est constitué par l'union d'une cellule passe-bande comprenant les éléments  $C_1$ ,  $C_2$  et l'inductance saturable  $L_1$ , et d'une cellule passe-bas comprenant le condensateur  $C_2$  et deux inductance satura-

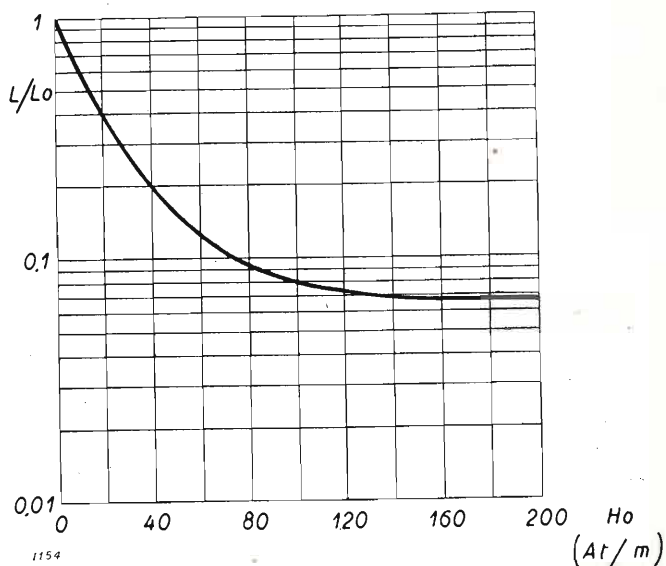


Fig. 4. — Variation de la valeur de la self d'une inductance saturable équilibrée, avec noyau à haute perméabilité, en fonction du champ de saturation Ho.

bles  $L_2$  et  $L_3$ . Les deux frontières du filtre peuvent être commandées indépendamment; pour élever la frontière supérieure, il faut saturer  $L_1$  et pour élever la frontière inférieure, il faut saturer simultanément  $L_2$  et  $L_3$ . L'allure de la réponse est visible sur la figure 6 dans laquelle les diverses courbes correspondent chacune à une valeur du courant de commande circulant dans les enroulements de prémagnétisation des inductances saturables; les courbes sont régulières, exemptes de pointes de résonance ou de brusques variations de pente; la réponse aux transitoires est excellente et, ainsi qu'il a pu être contrôlé expérimentalement, il n'y a, pendant le fonctionnement dynamique, aucun phénomène de persistance des fré-

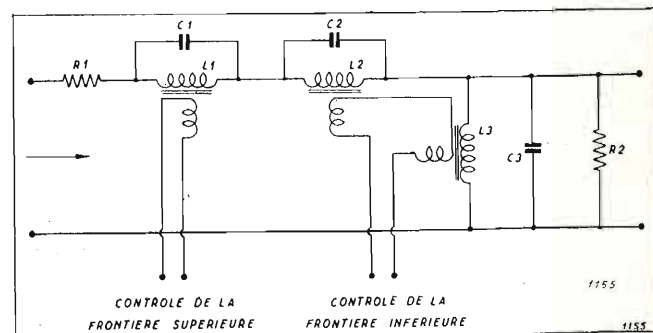


Fig. 5. — Schéma de principe d'un filtre passebande variable, avec frontières déplaçables indépendamment, avec commande électrique et utilisant des inductances saturables équilibrées.

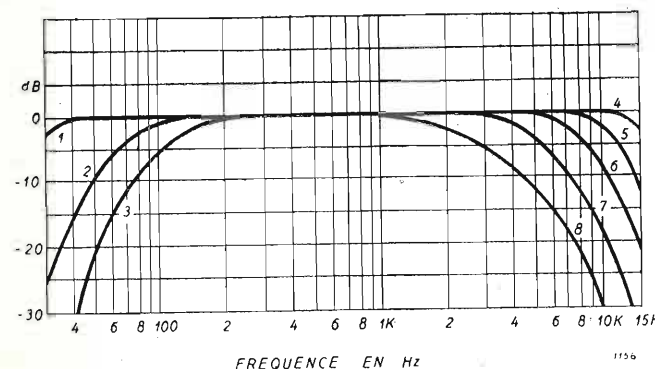


Fig. 6. — Courbes de réponse d'un filtre schématisé à la figure 5, pour quelques valeurs des courants de commande des deux limites.

quences de coupure. La rapidité maximum du déplacement des limites dépend des constantes de temps des circuits de commande; si la commande est faite par des tubes électroniques, on obtient des temps de réglage de l'ordre de 3/100 seconde pour la frontière supérieure et de 1/10 seconde pour la frontière inférieure. Si les inductances sont scrupuleusement équilibrées, le niveau des transitoires de réglage se restreint à des limites très serrées, de l'ordre de -60 dB par rapport à l'amplitude maximale du signal audio.

Dans des conditions normales de fonctionnement, la distorsion harmonique ne dépasse pas, dans toute l'extension de la bande passante, 0,2%, ce qui peut être considéré suffisant aussi pour les cas les plus sévères; les essais d'audition ont en effet démontré que l'insertion d'un filtre de ce type, dans une chaîne à basse fréquence et haute fidélité, n'introduit aucune distorsion ou autre déformation du signal audio qui soit perceptible par une oreille exercée.

#### Le contrôle de la bande passante

Les modalités selon lesquelles s'effectue le contrôle des frontières du filtre en relation avec l'amplitude et la distribution spectrale du signal audio ont une influence déterminante pour la bonne efficacité de la suppression dynamique. Dans le cas présent, les grandeurs qui opèrent le déplacement des frontières sont des courants continus; il s'agit donc de créer ces courants, de les moduler convenablement par des dispositifs régulateurs sensibles aux variations des caractéristiques sus-indiquées du signal audio. Faisant abstraction, pour le moment, de la structure du circuit de ces dispositifs, nous examinerons, par contre, quelques questions de principe dont l'importance est fondamentale. Pour respecter le processus de la suppression dynamique comme nous l'avons illustré précédemment, il faut disposer les choses de façon à ce qu'en l'absence d'un signal utile, la bande passante soit minime. Or, il est très important d'éviter que, dans cette situation, des troubles puissent eux-mêmes faire opérer la commande des frontières du filtre, avec des résultats opposés à ceux qui sont recherchés.

Il devient donc indispensable d'effectuer une discrimination efficace entre les troubles et le signal pour pouvoir utiliser, pour l'action de contrôle de la bande passante, des composantes du signal seulement. Ce but s'obtient quelquefois en utilisant, pour le pilotage du système régulateur, la partie centrale du spectre du signal audio, séparée par filtrage, mais il

n'est pas difficile à démontrer que ce procédé n'est pas le meilleur quant à l'efficacité.

En effet, il peut y avoir des signaux assez intenses dans la zone centrale du spectre et très faibles dans les zones extrêmes; ces signaux provoqueraient un fort élargissement de la bande passante et, par conséquent, l'apparition de troubles qui deviendraient intelligibles, car ils ne seraient plus masqués par d'intenses composantes du signal, ayant une fréquence voisine de la fréquence propre. On a trouvé expérimentalement que les résultats les meilleurs s'obtiennent en contrôlant séparément les deux limites, en fonction des amplitudes de deux zones diverses du spectre total du signal correctement sélectionnées.

Pour le contrôle de la limite inférieure, il a été établi que les composantes les plus indiquées sont celles comprises entre 150 et 800 Hz obtenues par filtrage dans un réseau RC dont la réponse préférentielle se trouve aux environs de 300 Hz. Le choix de cette gamme dérive des observations suivantes:

- les fréquences fondamentales des troubles que l'on rencontre normalement dans la gamme des sons graves sont en général au-dessous de 150 Hz;
- dans la gamme comprise entre 150 et 800 Hz les harmoniques des troubles ne sont normalement pas intenses;
- les sons musicaux de fréquence basse sont presque toujours riches en harmoniques supérieures comprises entre 150 et 800 Hz;
- l'amplitude de ces harmoniques est généralement plus grande que celle des harmoniques correspondant aux troubles.

La discrimination entre le signal et les troubles apparaît donc plus facile dans la gamme des harmoniques plutôt que dans celle des sons fondamentalement bas; il est, par conséquent, utile de procéder à une exclusion progressive de l'action de contrôle des fréquences inférieures à 150-200 Hz.

L'élimination des fréquences supérieures à 700-800 Hz est par contre justifiée par la nécessité d'éviter que les composantes aigües du signal puissent effectuer le contrôle de la frontière inférieure; ce contrôle reste ainsi lié à la zone du spectre du signal audio dont la présence offre la garantie d'un camouflage efficace des troubles.

Pratiquement, après avoir rendu suffisamment rapide le déplacement de la frontière inférieure par un choix judicieux de la constante de temps, on obtient avec un système basé sur les idées précédentes, une suppression à peu près totale du « bourdonnement » sans perte sensible dans le rendement des sons essentiellement bas de la musique.

Les fréquences les plus indiquées pour le contrôle de la frontière supérieure sont, par contre, comprises entre 1000 et 4000 Hz et sont sélectionnables par un filtre LC ayant une caractéristique de réponse plate entre 1500 et 3500 Hz.

Au-dessus de 4000 Hz, il n'y a plus que des harmoniques des sons musicaux et des troubles; mais, puisque les harmoniques n'existent pas s'il n'y a pas de fondamentales, l'utilisation de ces harmoniques pour le contrôle de la frontière supérieure est non seulement inutile, mais nuisible, surtout si l'on considère que l'élévation de la limite pourrait être provoquée par les troubles eux-mêmes, avec des effets indésirables.

Au-dessous de 1000 Hz, on ne trouve que des



sons de basses moyennes, dont les premières harmoniques sont déjà comprises dans la bande passante minimum du filtre; de la sorte, il n'est pas utile ou important d'élargir cette bande si, en même temps, il n'y a pas de sons fondamentaux aigus; au contraire, si l'on faisait opérer un élargissement de la bande en présence de sons moyens intenses mais disposant de faible teneur en harmoniques, les troubles de fréquence élevée pourraient devenir intelligibles par défaut de camouflage du signal audio.

Le contrôle de la frontière se présente sous une forme plus critique car un élargissement de la bande passante au delà du rapport avec l'extension effective du spectre utile du signal (considérant spectre utile celui pour lequel le rapport signal/trouble ne descend pas au dessous de la limite jugée acceptable) peut faire entendre d'une façon discontinue au cours du fonctionnement dynamique les troubles de fréquence élevée.

Pour éliminer cet inconvénient, dont l'effet est désagréable, il faudrait imaginer un système ayant des propriétés autolimitatrices, c'est-à-dire capable de doser à chaque instant l'excursion de la limite supérieure suivant l'extension effective du spectre du signal, sans aller au delà.

Un système de ce genre a été réalisé et appliqué avec de très bons résultats; le principe en est le suivant:

On fait suivre au filtre qui sélectionne les composantes du signal et les utilise pour le contrôle de la frontière, un filtre passe-haut variable composé d'un condensateur fixe et d'une inductance magnétique saturable équilibrée. La structure de ce filtre est telle que sa fréquence de coupe varie, sous l'effet du contrôle de l'inductance, entre 1000 et 4000 Hz environ. Le contrôle lui-même s'effectue en faisant passer dans l'enroulement de prémagnétisation de l'inductance, le courant même qui contrôle la frontière supérieure du filtre passebande auquel l'on confie la suppression des troubles.

L'intensité de ce courant est, à son tour, rendue fonction de l'amplitude des composantes du signal audio qui arrivent en aval du filtre passe-haut, après sélection par un filtre passebande fixe qui le précède. La disposition de ce système est visible dans le schéma de la figure 7.

Le processus autolimiteur de la frontière supérieure se développe de la façon suivante: en absence de composantes du signal, comprises entre 1000 et 4000 Hz, le courant de commande est nul et les fréquences de coupe sont minimales, tant pour le filtre passebande variable que pour le filtre passe-haut qui fait partie du circuit de contrôle.

N'importe quelle composante de signal, comprise entre 1000 et 4000 Hz qui intervient peut donc influencer ce même circuit, étant donné que le filtre passe-haut atténue seulement au-dessous de 1000 Hz. Mais, si cela se vérifie, la situation change car il se forme un courant de commande non nul, lequel élève la frontière du filtre passe-haut, et ayant comme conséquence qu'un nombre tou-

jours plus élevé de composantes de signal reste exclu de l'action de contrôle, de laquelle dépend l'intensité du courant de commande même.

Si, par hypothèse, la frontière du filtre passe-haut continuait à s'élever, à un moment donné toutes les composantes du signal seraient exclues du circuit de commande; mais ceci, évidemment, ne peut pas arriver, car en éliminant totalement le signal qui opère le contrôle, le courant de commande redeviendrait nul et la frontière du filtre s'abaisserait à nouveau, ce qui contraste avec l'hypothèse faite. Il en résulte clairement que le relèvement de la frontière du filtre comporte à chaque instant une autolimitation à une fréquence qui ne s'éloignera pas beaucoup de la fréquence maximum fondamentale du signal audio.

Puisque les contrôles respectifs du filtre passe-haut et du filtre passebande (voir figure 7) sont solidaires, le déplacement de la frontière supérieure de ce dernier sera également soumis à une autolimitation.

Les choses peuvent être combinées de façon à ce que les déplacements des frontières des deux filtres soient à peu près proportionnels et qu'à la valeur maximum de la fréquence de coupure du filtre passe-haut corresponde une fréquence de coupure du filtre passebande à peu près égale à la limite supérieure maximum du spectre utile du signal audio.

Puisque cette limite est à son tour dépendante de la qualité du signal audio, lequel varie selon les cas, il est utile que le rapport de proportionnalité entre les fréquences de coupure des deux filtres puisse être réglé au bon jugement d'un opérateur; ce résultat s'obtient par translation du champ d'excursion de la frontière supérieure au moyen de la commutation de quelques constantes du filtre passebande.

Le système décrit permet une bonne approximation de l'optimum théorique de la suppression dynamique; toutefois, il se présente des cas spéciaux pour lesquels il peut être utile de s'en tenir à un système de suppression statique, conventionnelle, à une limite fixe. C'est le cas, par exemple, d'un signal audio à très forte distorsion dans la gamme des sons aigus, pour lequel une expansion dynamique de la bande passante mettrait les distorsions en évidence d'une façon discontinue, mais avec des effets désagréables pour l'auditeur.

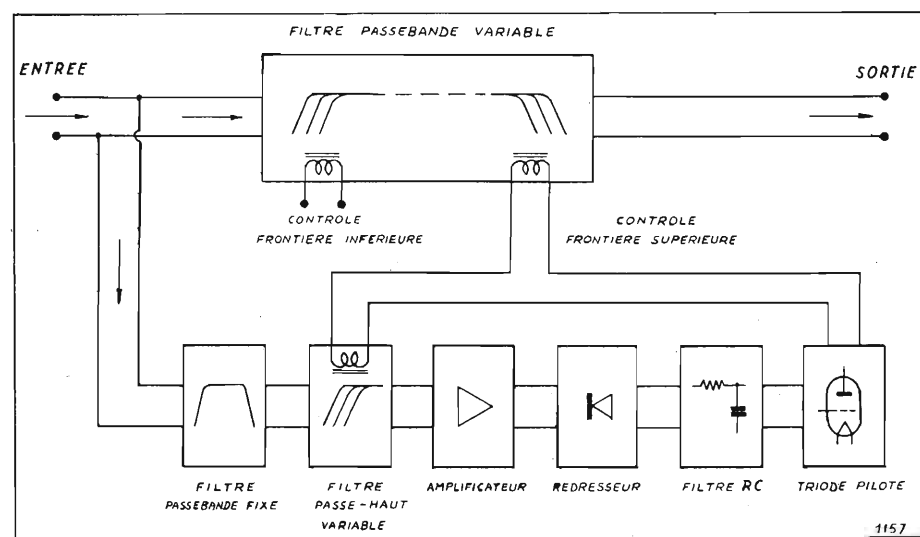


Fig. 7. — Schéma de principe du système de contrôle avec autolimitation de la limite supérieure.

Avec un filtre à perméabilité variable, le passage sur fonctionnement statique est très facile, car il suffit de commuter les enroulements de prémagnétisation sur une source de courant réglable par une commande manuelle.

#### Notes relatives aux appareillages construits pour la Radiodiffusion et Télévision Italienne

Sur la base des principes exposés précédemment, nous avons construit des appareillages de type professionnel adaptés aux services des studios de la radiodiffusion et télévision, dans lesquels ils sont utilisés pour l'amélioration de la qualité des transmissions de la musique reproduite et pour épurer les signaux audio reçus par l'entremise des liaisons radio.

Comme il résulte du schéma de principe de la figure 8, le circuit du signal audio comprend le filtre de bande à perméabilité variable et des organes de type équilibré qui servent à adapter ce signal aux lignes d'entrée et de sortie. Les deux atténuateurs, en amont et en aval du filtre, servent à adapter le niveau du signal des lignes à celui qui est nécessaire pour un fonctionnement correct du filtre. Les séparateurs, qui sont des étages du type « cathode follower », servent à éliminer des interactions ou des désadaptations entre les éléments d'une chaîne BF.

Le signal audio pour le contrôle des limites est prélevé en amont du filtre à bande variable, par l'entremise d'un étage séparateur. Chacun des deux circuits de contrôle est précédé par un atténuateur qui permet un ajustage de la sensibilité du système. Cet ajustage devient nécessaire particulièrement pour le circuit qui contrôle la frontière supérieure car l'intensité des troubles de fréquence élevée est fortement variable d'un cas à l'autre.

La commande des limites du filtre passebande s'effectue au moyen de triodes à haut coefficient d'amplification. Ces triodes sont contrôlées par grille et par des tensions continues obtenues par le redressement filtré des composantes du signal audio, sélectionnées et amplifiées selon les critères exposés précédemment.

Lorsqu'il n'y a pas de signal, la triode qui pilote la limite supérieure est bloquée (par action d'une polarisation cathodique opportune) et la fréquence supérieure de coupure du passebande est minimale. Par contre, le courant de la triode qui pilote la limite inférieure est maximum, et telle est aussi la fréquence de coupure correspondante; la bande passante assume, par conséquent, son extension minimale, de façon à garantir une atténuation efficace des troubles.

La réalisation pratique comporte d'autres services qui ne sont pas indiqués ou représentés dans le schéma de principe, et nous faisons mention des principaux:

a) Une commande manuelle pour déplacer le champ d'excursion de la frontière supérieure. Cette commande est très utile, car elle permet de mieux adapter la limite supérieure de la bande passante aux caractéristiques qualitatives du signal audio. (Une largeur excessive de la bande en rapport avec l'extension du spectre utile du signal doit être évitée car elle augmenterait l'audition des troubles sans apporter aucune avantage à la fidélité).

b) Une commutation pour passer du fonctionnement dynamique au fonctionnement statique. Dans la marche en statique, les deux frontières peuvent être réglées statiquement par un sélecteur à étages. Le fonctionnement en statique est parfois nettement à préférer, par exemple, dans le cas d'enregistrements phonographiques sensiblement détériorés ou de médiocre qualité pour lesquels la suppression dynamique peut conduire à des résultats négatifs.

c) Un indicateur lumineux de distorsion: cet indicateur s'allume lorsque le niveau du signal dans le filtre passebande dépasse le niveau maximum admissible pour un fonctionnement linéaire. Cet indicateur est semi-instantané, c'est-à-dire qu'il possède une petite constante de temps qui fait éviter son amorçage lorsque la pointe du signal est de très brève durée.

d) Deux indicateurs lumineux qui contrôlent le fonctionnement normal des circuits de contrôle; ils s'allument et sont synchronisés avec le déplacement des frontières du filtre passebande.

e) Une clef de commutation par laquelle on élimine totalement l'appareillage en cas d'avarie, mettant en commutation directe la ligne d'entrée avec la ligne de sortie pour assurer un service de secours sans perte de temps.

L'appareillage est normalement monté sur panneaux standard adaptables aux tableaux et pupitres de commande de la Radiodiffusion et Télévision Italienne. Pour quelques types et par commodité d'exploitation, les commandes d'emploi plus fréquent et les

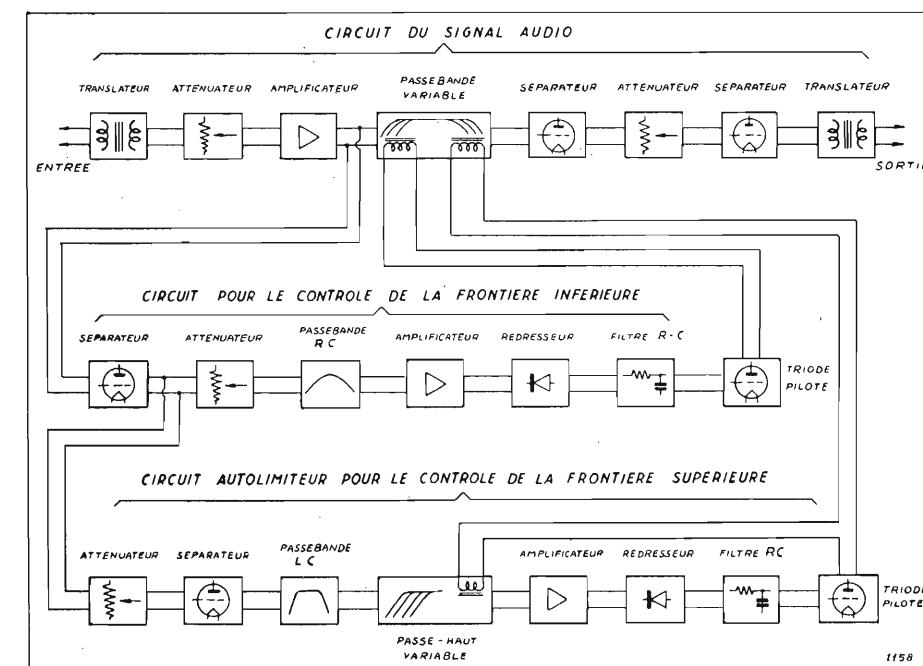


Fig. 8. — Schéma de principe de l'appareil pour suppression dynamique des troubles, réalisé pour la Radiodiffusion et Télévision Italienne.



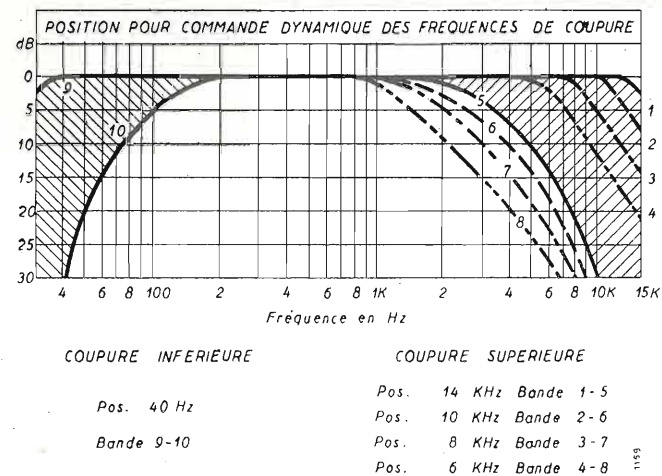


Fig. 9. — Courbes limites de réponse de l'appareil schématisé à la figure 8.

indicateurs lumineux ont été reportés sur un boîtier séparé qui se fixe à proximité immédiate de l'opérateur.

Les caractéristiques de l'appareil sont les suivantes:

— Extension maximum de la bande passante:

40 — 12000 Hz  $\pm$  1 dB

35 — 14000 Hz  $\pm$  2 dB

— Extension minimum de la bande passante:

200 — 1100 Hz  $\pm$  1 dB

120 — 1500 Hz  $\pm$  2 dB

— Atténuation maximum dans la zone de suppression supérieure:

$\pm$  35 dB, dans la zone de suppression inférieure  $\pm$  30 dB.

— Distorsion harmonique:  $\pm$  0,2% au niveau maximum de sortie et dans la gamme comprise entre 100 et 15000 Hz.

— Niveau du bruit de fond: — 71 dB rapporté au niveau maximum de sortie.

— Impédances d'entrée et de sortie: 50, 125, 200, et 500 Ohms.

— Plage de réglage des niveaux d'entrée et de sortie: da 0 à + 16 dB rapportés au niveau de référence de 1 milliwatt (ces niveaux s'entendent comme valeurs maximum instantanés). Les commandes des atténuateurs sont graduées directement en dB; cette graduation est valable aussi en valeur absolue, pour les impédances d'entrée et de sortie de 500 Ohms.

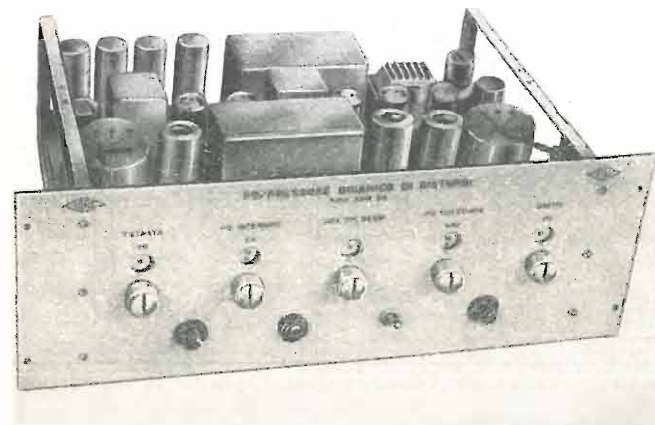


Fig. 10. — Vue du type d'appareil pour le centre de Radio Rome (calotte de protection enlevée). Courtoisie des OSAE - Turin.

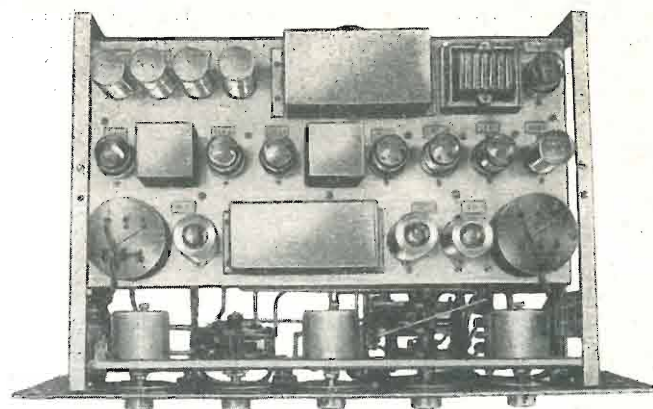


Fig. 11. — Vue intérieure du type d'appareil pour le Centre de Radio Rome (courtoisie des OSAE - Turin).

— Plage de réglage du sélecteur de la frontière supérieure:

Fonctionnement dynamique { fréquence maximum = 14 kHz  
 » » = 10 kHz  
 » » = 8 kHz  
 » » = 6 kHz

Fonctionnement statique { fréquences maximum = 14-9-6-4-3 kHz.

— Plage de réglage du sélecteur de la frontière inférieure:

Fonctionnement dynamique: coupure à 40 Hz (minimum).

Fonctionnement statique: coupure à 40-60-100 Hz.

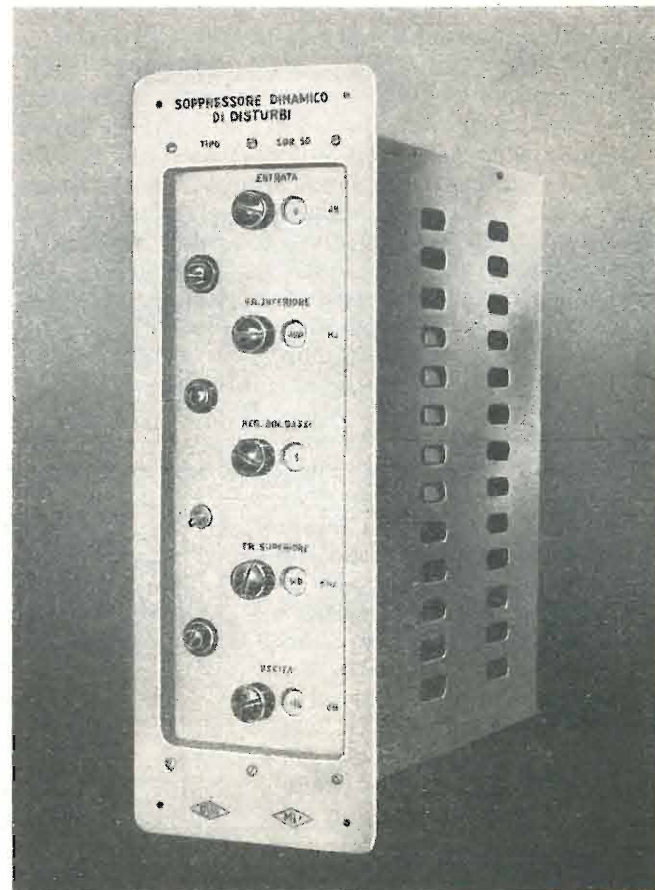


Fig. 12. — Appareil en exécution verticale, pour montage dans les pupitres de réglé du Centre de Radio Milan (courtoisie des OSAE - Turin).

— Les courbes de réponse limites, en fonctionnement dynamique sont reportées sur la figure 9.

— L'alimentation est incorporée et fonctionne pour les tensions de réseau de 110-125-140-160-220-280 Volt et fréquences comprises entre 42 et 60 Hz. La puissance absorbée est 45 VA.

— L'appareil complet comporte 10 tubes électroniques et précisément:

7 tubes « 6SL7 » GT, 2 tubes « 6SN7 » GT et 1 tube 6 x 5 GT.

— Les figures 10, 11, 12 illustrent l'appareil.

— Actuellement plusieurs de ces appareils sont en exploitation dans les studios de Milan, Turin et Rome et les résultats sont très satisfaisants.

L'auteur remercie Mr. l'ingénieur O. L'Eplat-tenier, Directeur Général des OSAE de Turin, pour avoir autorisé la publication de cette notice.

(209)

## QUELQUES DISPOSITIFS AUDIOMÉTRIQUES SPÉCIAUX

DOTT. ING. V. SAVELLI  
della ELIT - Milano

### ALCUNI DISPOSITIVI AUDIOMETRICI SPECIALI

SOMMARIO - Si descrivono due dispositivi per ricerche audiometriche particolari:

- 1) Audiometro per la determinazione della soglia di discriminazione di frequenza. — La prova viene eseguita inviando in uno dei due auricolari della cuffia dell'audiometro, o in entrambi, due treni di oscillazioni sinusoidali, il primo alla frequenza  $f$ , il secondo alla frequenza  $f \pm \Delta f$ . La frequenza  $f$  è normalmente di 1000 Hz, il  $\Delta f$  può essere regolato tra 0 e  $\pm 30$  Hz; la durata dei due treni di oscillazioni può essere variata da 0,1 a 0,5 secondi; l'intervallo tra l'inizio dei due segnali può essere variato da 0,5 a 3 sec. Il secondo segnale può anche essere attenuato rispetto al primo. Viene brevemente descritto il circuito che permette di ottenere l'emissione dei due segnali ogni volta che si schiaccia un pulsante. Questo audiometro è usato nella Marina Militare Italiana per la scelta degli ecogoniometri.
- 2) Apparecchio per eseguire prove di audiometria vocale con voce distorta. — Allo scopo di interpretare le prove di intelligibilità eseguite su persone affette da menomazioni tipiche della funzione uditiva, è stato costruito un apparecchio che introduce un'alterazione prefissata e regolabile delle componenti della voce. Mediante un'espansione delle componenti a frequenza più elevata si è cercato di riprodurre il fenomeno del « recruitment ».

Je me propose de décrire brièvement, du point de vue technique, quelques dispositifs audiométriques spéciaux, que j'ai eu l'occasion d'étudier pendant ces dernières années.

En considération du peu de temps dont je dispose, je me bornerai à parler de deux types d'appareils, c'est-à-dire:

- 1) d'un audiomètre pour la détermination du seuil de discrimination de fréquence;
- 2) d'un appareil pour des recherches audiolgiques avec distorsion de la voix.

Le premier dispositif a été étudié pour la Marine Italienne, qui en emploie désormais couramment plusieurs exemplaires pour la sélection du personnel qui doit être assigné à des tâches particulières (écho-goniométristes).

Il est bien connu que les premiers essais pour la détermination du seuil de discrimination de fréquence furent effectués par Knudsen d'abord et en suite par Shower et Biddulph avec des tons modulés en fréquence; la fréquence de modulation était de 2 Hz. Ce système a subi plusieurs critiques et, aujourd'hui, on juge en général plus significative la méthode selon

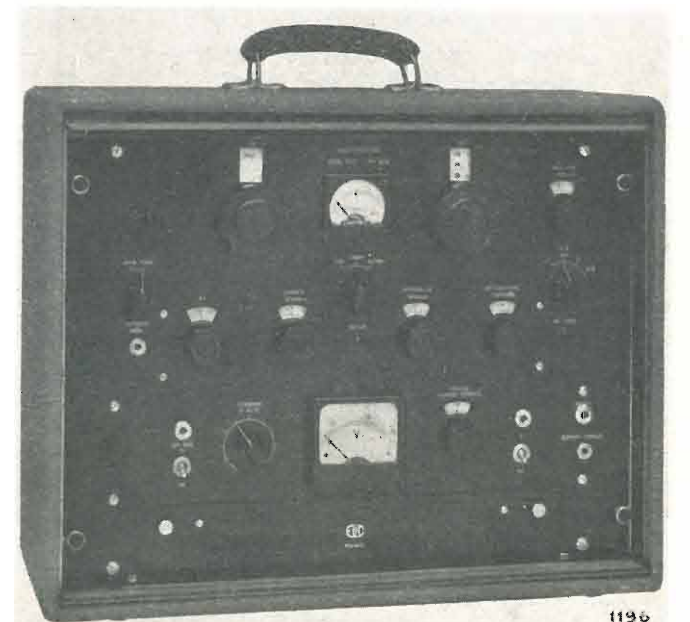


Fig. 1. — Audiomètre Mod. 812.



laquelle on présente successivement au sujet les stimulations acoustiques séparées par un court intervalle de silence.

En tout cas, comme pour toutes les épreuves psycho-physiologiques, les résultats sont déterminés non seulement par la nature physique de la stimulation, mais aussi par la méthode suivie pour obtenir les réponses. Notamment, en suivant le procédé dit ABX ou bien le procédé AX, on aura en général des résultats différents.

On peut en effet affirmer que la valeur du seuil de discrimination de fréquence a très peu de signification si les modalités des épreuves ne sont pas exactement spécifiées.

La Direction sanitaire et le Service psychotechnique de la Marine Italienne, quand ils nous ont proposé en 1951 l'étude d'un audiomètre pour la détermination du pouvoir de discrimination de fréquence, n'avaient pas l'intention d'effectuer sur leur personnel une recherche de caractère psycho-physiologique général, mais de vérifier l'aptitude à une tâche particulière au moyen d'un appareillage capable de reproduire, d'une façon schématique, les conditions réelles dans lesquelles cette aptitude doit se manifester.

Pour satisfaire à ces demandes, nous avons réalisé un audiomètre (fig. 1) qui, non seulement permet d'effectuer les épreuves normales du seuil auditif, mais donne aussi la possibilité de déterminer le pouvoir discriminatif de fréquence par le procédé suivant:

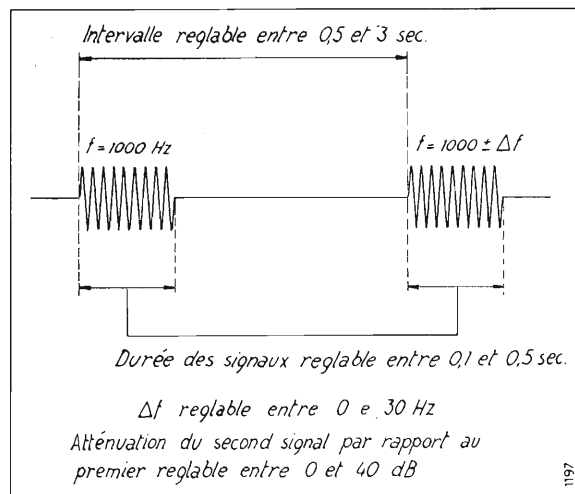


Fig. 2. — Couple de signaux.

En appuyant sur un poussoir du panneau de l'audiomètre, on envoie dans les deux écouteurs d'un casque téléphonique, ou seulement dans l'un des deux, un signal (fig. 2) formé d'oscillations, ayant une fréquence de 1000 Hz par ex., et dont l'intensité est réglée au moyen de l'atténuateur principal de l'audiomètre, étalonné en dB au-dessus du seuil normal. La durée de ce signal peut être variée à volonté, par la régulation préliminaire d'un bouton avec un cadran étalonné, entre 0,1 et 0,5 seconde. Après la fin de ce signal, on a un intervalle de silence dont la durée est aussi réglée, au moyen d'une prédisposition, de 0 à 3 secondes. On a en suite un nouveau signal de la même durée que le premier mais à une fréquence de  $1000 \pm \Delta f$  Hz; la valeur de  $\Delta f$  est aussi prédisposée et peut être réglée entre 0 et  $\pm 30$  Hz. L'intervalle entre les commencements du premier signal et du second peut être réglé entre 0,5 et 3 secondes.

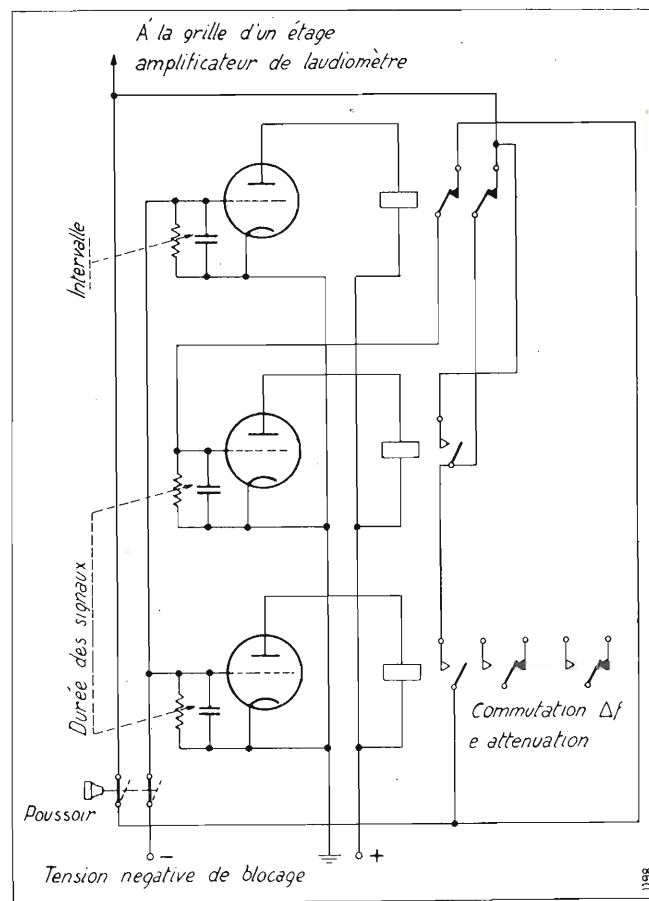


Fig. 3. — Schéma du dispositif de commande.

Le niveau du second signal peut être affaibli par rapport au premier de 0 jusqu'à 40 dB. Lorsque toutes les prédispositions sont effectuées, la succession des deux signaux est complètement automatique et se vérifie chaque fois que le bouton de déclenchement est poussé.

Le dispositif de commande, pour obtenir le couple de signaux, pour régler la durée des signaux mêmes et l'intervalle entre eux, pour faire varier la fréquence et l'intensité du second signal par rapport au premier, se compose de trois relais, chacun branché dans le circuit anodique d'une triode (fig. 3). Les trois triodes, en position de repos, sont interdites et les délais nécessaires pour le déblocage sont déterminés par les constantes de temps des trois circuits de grille des triodes. Un des relais effectue le changement de la capacité du circuit de l'oscillateur, qui est du type RC, et change aussi la valeur d'atténuation du second signal. La commutation est effectuée pendant l'intervalle entre les deux signaux et ne produit, par conséquent, aucun bruit percevable dans les écouteurs. Le déblocage et le blocage de l'oscillation sont effectués électroniquement sur un étage amplificateur qui suit l'oscillateur. La durée des régimes transitoires est d'environ 40 millisecondes, cette valeur étant à peu près le minimum pour lequel les transitoires sont encore presque imperceptibles dans les écouteurs.

Il a été jugé convenable dans les premiers appareils qui ont été construits, d'avoir la possibilité de régler dans des limites assez étendues les caractéristiques des signaux (durée, intervalle, intensité) en vue de déterminer par l'expérience les conditions qui auraient mieux satisfait les buts particuliers auxquels ces appareils étaient destinés.

La Marine Italienne s'est désormais orientée vers les modalités normales suivantes pour l'exécution des épreuves:

fréquence	1000 Hz
durée des signaux	0,5 sec.
intervalle entre les signaux	0,5 sec.
niveau du premier signal	environ 30 dB au dessus du seuil
niveau du second signal	égal au premier.

L'épreuve est précédée par une phase préparatoire pour faire comprendre au sujet quelle sorte de jugement lui est demandé. Ensuite, 50 couples de signaux lui sont présentés avec des différences de fréquence de 0, 5, 10, 15, 20, 25 Hz en plus et en moins suivant un schéma établi par avance. Les

sion réglable de la voix, qui a été étudié et construit pour la Clinique O.R.L. de l'Université de Milan.

Cette Clinique avait demandé de pouvoir disposer d'un appareil par lequel il fût possible de produire une altération préfixée et réglable des composantes sinusoïdales de la voix dans le but de faire entendre à un sujet ayant une ouïe normale, ce qu'il entendrait si son oreille était affectée d'une des formes typiques de surdité.

La sensation de force sonore (loudness) produite par un son pur est une fonction du niveau  $L$  de la pression sonore et de la fréquence  $f$ . Si nous indiquons par  $S_n$  la fonction normale de sensation acoustique, nous pouvons poser:

$$S_n = \varphi(L, f).$$

MODULO PER LA DETERMINAZIONE DELLA CAPACITÀ DISCRIMINATIVA DI FREQUENZA ACUSTICA N. ....

Valore delle variazioni in frequenza del II° tono espresse in Hz in + od in - sul tono di riferimento di 1000 Hz

-25	+25	+20	-20	-15	+15	0	+20	+5	-5
-25	0	0	-20	-10	0	-15	-10	-25	-5
0	+25	+20	+10	0	0	+5	+10	0	+15
-20	-25	-10	-15	-5	-10	-5	-20	0	-15
+25	+10	+20	+25	+15	+5	+10	0	+5	+15

Sottolineare le risposte esatte  Cassare le risposte errate

RISPOSTE ESATTE

SOGLIA DI DISCRIMINAZIONE (50% risposte esatte)

$\Delta f = \pm$  \_\_\_\_\_ Hz

$\Delta f$  in + o in - sul tono di riferimento

NOME \_\_\_\_\_

grado \_\_\_\_\_

classe \_\_\_\_\_

data \_\_\_\_\_

CONDIZIONI D'ESAME

TONO DI RIFERIMENTO ..... 1000 Hz

DURATA SEGNALI ..... secondi

INTERVALLO FRA I SEGNALI ..... secondi

INTENSITÀ DEL I° SEGNALE ..... dB

ATTENUAZIONE DEL II° SEGNALE ..... dB

Osservazioni: \_\_\_\_\_

FIRMA DELL'ESAMINATORE \_\_\_\_\_

Fig. 4. — Fiche audiométrique.

pourcentages de réponses exactes sont marqués sur un diagramme pour chaque valeur de  $\Delta f$ ; il est ainsi possible de tracer une courbe et de déterminer le seuil de discrimination de fréquence (fig. 4).

La Marine Italienne est en train de recueillir un matériel statistique d'un intérêt remarquable.

Le premier audiomètre de ce type, pour la Marine Italienne, a été mis au point en 1951, comme je l'ai déjà dit.

Dans le mois de novembre 1952, a été publiée une étude très intéressante de J. Donald Harris de l'U.S.N. Medical Research Laboratory, selon lequel, cette même méthode devrait être préférée pour une détermination effective du seuil différentiel de fréquence.

Je vais maintenant décrire très brièvement le dispositif pour recherches audiologiques avec distor-

Pour un sujet ayant une altération de la fonction auditive, la fonction de sensation sera différente et nous pourrions la représenter par:

$$S_n = \varphi'(L, f).$$

Afin qu'à une certaine fréquence  $f_1$  un niveau  $L_1$  produise sur un sujet normal, avec une fonction de sensation  $S_n$ , le même effet de force sonore (loudness) qu'il produirait sur un sujet avec une fonction de sensation anormale  $S_n'$ , il faut transformer le niveau  $L_1$  en un niveau  $L_1'$  tel que la relation suivante soit satisfaite:

$$\varphi(L_1', f_1) = \varphi'(L_1, f_1).$$



Avec l'appareil que nous avons construit (fig. 5) nous avons taché de reproduire non seulement les altérations de la courbe de seuil, mais aussi les altérations à des niveaux au dessus du seuil dus à une pente anormale de la courbe de sensation (recruitment).

En ce qui concerne les altérations de la courbe de seuil, le résultat a été aisément obtenu au moyen de correcteurs et de filtres reproduisant les audiogrammes de plusieurs cas typiques de surdité.

Nous avons taché de reproduire le phénomène du recrutement au moyen d'un amplificateur expanseur, qui donne une expansion nulle pour les fréquences inférieures à 1000 Hz et croissante avec la fréquence dessus 1000 Hz. Le degré d'expansion est réglable et peut arriver jusqu'à 1 dB/dB, c'est-à-dire qu'un rapport de 10 dB peut être expansé jusqu'à 20 dB.

Je ne donnerai pas une description détaillée des circuits employés et je n'indiquerai pas les approximations qu'il a été nécessaire d'accepter par rapport au schéma de fonctionnement idéal. Une description de cet appareil a été déjà publiée dans les « Acta Oto-Laryngologica ».

Nous avons obtenu, en tout cas, une expansion des fréquences plus élevées des sons complexes, d'autant plus accentuée que les composantes mêmes sont plus intenses, expansion qui semble reproduire assez bien ce qui se vérifie dans le phénomène du recrutement.

(211)

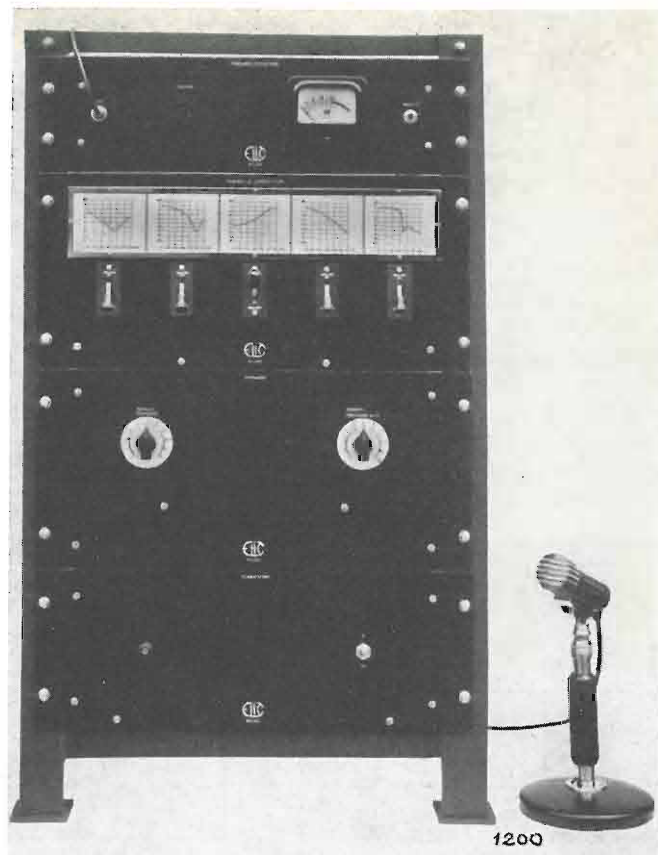


Fig. 5. — Appareil pour audiométrie vocale avec distorsion réglable.

**Elettrosaldatore Istantaneo 2000**

illumina il punto di saldatura *mod. 1954*

Salda in 8''

DIMENSIONI RIDOTTE  
VERNICIATURA ISOLANTE

**UNIVERSALDA torino**

**Tre interessanti novità della EDIZIONI RADIO ITALIANA**

**IL PENSIERO MODERNO IN AMERICA L. 600**

Raccolta di una serie di conversazioni tenute da docenti delle più importanti Università statunitensi, per l'« Università Internazionale G. Marconi ».

Un libro che offre una felice sintesi del pensiero e delle correnti animatrici della grande democrazia d'Oltreoceano.

**DODICI CESARI L. 500**

A grandi tratti appaiono scolpite le figure di Cesare, Augusto, Tiberio, Caligola, Claudio, Nerone, Galba, Otone, Vitellio, Vespasiano, Tito, Domiziano.

Sono esemplari profili psicologici dovuti a valorosi studiosi della romanità. Rigorosa interpretazione che, riferendosi a fonti dell'autorità di Tacito e Svetonio, illustrano con spirito moderno un grande periodo storico.

**CESARE D'ANGELANTONIO CONFIDENZE D'AVVOCATO (Voci di Siparietto) L. 500**

Episodi di vita, cronache, moralità diverse nella limpida prosa di un giurista ricco di profonda consapevole simpatia umana. Con tocco leggero, l'Autore accenna a ricordi lontani ed a casi d'oggi; a giudici ed imputati, rievocando piacevolmente vicende e figure. Una serie di quadri sempre vivi e sinceri, una garbata signorile lezione di vita.

In vendita nelle principali librerie. Per richieste dirette rivolgersi alla Edizioni Radio Italiana - via Arsenale, 21 - Torino, che invierà i volumi franco di spese contro rimessa anticipata dei relativi importi. I versamenti possono essere effettuati sul conto corrente postale n. 2/37800.

# MESURES SUR QUADRIPOLES ACOUSTIQUES PAR UNE MÉTHODE DE RÉSONANCE

DOTT. M. A. FERRERO - PROF. G. G. SACERDOTE  
dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris » - Torino

## MISURE SU QUADRIPOLI ACUSTICI CON UN METODO DI RISONANZA

**SOMMARIO** - Si stabiliscono le relazioni che danno lo smorzamento e la frequenza propria di un sistema composto da due tubi chiusi ad una estremità e collegati all'altra estremità attraverso un quadripolo acustico. Applicando le relazioni così trovate si determinano i parametri di un quadripolo acustico formato da due induttanze in serie e da una capacità in parallelo collegate a T.

1. — Nous avons développé la méthode de Harris (1) pour la mesure d'impédances acoustiques, en étendant cette méthode à des mesures sur des quadripoles acoustiques.

Un quadripole acoustique peut être défini par les équations suivantes:

$$[1] \quad \begin{cases} P_1(0) = \alpha P_2(0) + z V_2(0) \\ -V_1(0) = y P_2(0) + \beta V_2(0) \end{cases}$$

ou  $P$  et  $V$  indiquent respectivement la pression et la vitesse de la particule (l'index 1 indique l'entrée et l'index 2 indique la sortie du quadripole);  $\alpha$  et  $\beta$  sont sans dimensions,  $z$  est une impédance acoustique spécifique (c'est-à-dire une impédance acoustique  $Z$  [ $\text{cm}^{-4} \text{ grm sec}^{-5}$ ] multipliée par une surface  $S$ ): analogiquement pour  $y$ :

$$z = Z S ; y = \frac{1}{Z S}$$

Les paramètres du quadripole sont liés par la relation suivante:

$$[2] \quad \alpha \beta - z y = 1$$

Le quadripole est fermé aux deux extrémités par deux traits de tube de section  $S$  et de longueur  $l$ . La propagation de l'onde acoustique le long du tube est analogue à la propagation d'une onde électrique le long d'une ligne: il faut considérer les quatre éléments suivants:  $r$  la résistance spécifique dissipative en série par unité de longueur,  $g$  la conductance spécifique par unité de longueur,  $L$  l'inductance spécifique et  $C$  la capacité spécifique par unité de longueur. L'inductance et la capacité sont fonction de la densité de l'air  $\rho$  et de la vitesse de propagation du son  $c$ .

Quand le système composé par le quadripole et les deux traits de tube est mis en résonance, on peut déterminer la pulsation  $\omega$  et le décrement  $k$  de résonance. On indique avec  $\theta$  ( $\text{sec}^{-1}$ ) la quantité vectorielle  $-k + j\omega$ . Si  $H(\theta)$  est l'impédance caractéristique spécifique du tube pour la valeur de la fréquence complexe  $\theta$ , et  $\sigma(\theta)$  ( $\text{cm}^{-1}$ ) en est la constante de propagation, on peut démontrer qu'on parvient à une équation très générale qui lie entre

eux les paramètres du quadripole, les constantes de propagation du tube, la fréquence  $f$  et le décrement  $k$  de résonance. Cette relation est la suivante:

$$[3] \quad y [H(\theta) \text{ctgh } \sigma(\theta) l]^2 + (\alpha + \beta) [H(\theta) \text{ctgh } \sigma(\theta) l] + z = 0$$

Dans le cas que nous avons examiné, nous pouvons supposer  $g = 0$  et considérer  $r$  très petite: alors les quantités  $H(\theta)$  et  $\sigma(\theta)$  deviennent:

$$[4] \quad H(\theta) = \rho c \sqrt{1 + \frac{r}{\rho \theta}} ; \quad \sigma(\theta) = \frac{\theta}{c} \sqrt{1 + \frac{r}{\rho \theta}}$$

2. — Si l'on exécute une mesure sans insérer le quadripole, ceci équivaut à être dans les conditions suivantes:

$$\alpha = \beta = 1 ; \quad z = y = 0$$

En indiquant avec  $k_0$  et  $\omega_0$  les conditions de résonance, nous avons:

$$[5] \quad r = 2 k_0 \rho ; \quad c = \frac{2 \omega_0 l}{\pi}$$

D'après ces relations, il est possible de déduire les valeurs des deux paramètres  $H(\theta)$  et  $\rho$  ( $\sigma$ ) en fonction d'éléments mesurés ou connus:

$$[6] \quad \begin{cases} H(\theta) = \rho c \frac{[-(k-k_0) + j\omega]}{-k + j\omega} = \\ = \frac{2 \omega_0 l \rho}{\pi} \frac{[-(k-k_0) + j\omega]}{-k + j\omega} \\ \sigma(\theta) = -\frac{k-k_0}{c} + j \frac{\omega}{c} = \frac{\pi}{2} \frac{-(k-k_0) + j\omega}{\omega_0 l} \end{cases}$$

3. — Le tube employé pour effectuer les mesures est semblable à celui de Harris (fig. 1): le quadripole en essai (fig. 2) est inséré au centre du tube entre les deux pistons mobiles, portant l'un la source sonore  $T$  et l'autre le microphone  $M$ , à distance égale  $l$  des deux côtés. On exécute avant tout une mesure de la fréquence  $f_0$  de résonance et du décrement  $k_0$  sans le diaphragme poreux: on répète la mesure des mêmes quantités  $f$  et  $k$  quand on a inséré le diaphragme dans le tube, sans changer la distance  $l$ .

(1) HARRIS C. M., « J. Acoust. Soc. Amer. », XX (1948), p. 440.



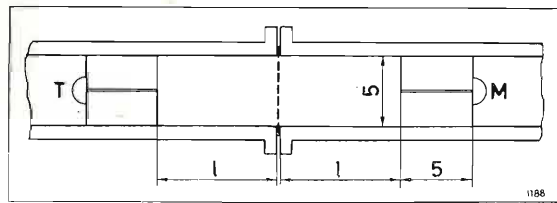


Fig. 1. — Dispositif pour effectuer les mesures.

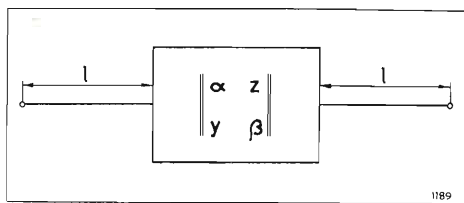


Fig. 2. — Schéma du quadripole acoustique.

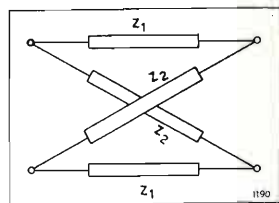


Fig. 3. — Schéma équivalent d'un quadripole à treillis.

Une première série de mesures a été effectuée sur des quadripoles se réduisant à une impédance en série: dans ce cas, on a:

$$\alpha = 1; \quad \beta = 1; \quad z = ZS; \quad y = 0.$$

L'équation [3] devient alors:

$$[7] \quad 2H(\theta) \operatorname{ctgh} \sigma(\theta)l + ZS = 0.$$

Si l'impédance à mesurer est petite, et  $k$  est très petit par rapport à  $\omega$ ,  $\omega$  est rapproché de  $\omega_0$ ; on peut supposer  $H(\theta) = 1$ ; on parvient alors à la solution approximative:

$$[8] \quad \frac{ZS}{\rho c} = \pi \frac{k - k_0}{\omega_0} + 2j \operatorname{tg} \left[ \frac{\pi}{2} \frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0} \right].$$

Avec cette méthode, nous avons effectué de nombreuses séries de mesures sur des diaphragmes à trous circulaires de différentes dispositions.

4. — Un second type de mesure peut être considéré quand le quadripole se réduit à une impédance acoustique  $Y$  en dérivation; on a alors:

$$\alpha = \beta = 1; \quad Z = 0; \quad y = \frac{Y}{S}.$$

L'équation [3] devient, dans ce cas:

$$[9] \quad \begin{cases} YH(\theta) \operatorname{ctgh} \sigma(\theta)l + 2S = 0 \\ 2H(\theta) \operatorname{ctgh} \sigma(\theta)l + 4\frac{S}{Y} = 0. \end{cases}$$

En posant  $\frac{1}{Y} = Z_p$ , pour petite valeur de  $Z_p$ ,

on a la solution approximative:

$$[10] \quad \frac{Z_p}{\rho c} = \frac{\pi}{4} \frac{k - k_0}{\omega_0} + j \frac{\pi}{4} \frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0}.$$

5. — Enfin, dans le cas d'un quadripole symétrique, on a  $\alpha = \beta$ ; l'équation [3] devient alors:

$$[11] \quad y [\operatorname{ctgh} \sigma(\theta)l]^2 + 2\alpha \operatorname{ctgh} \sigma(\theta)l + z = 0$$

toujours avec l'approximation  $H(\theta) = 1$ .

En résolvant la [11] on obtient:

$$[12] \quad \operatorname{ctgh} \sigma(\theta)l = \frac{-\alpha \pm 1}{y}.$$

D'après la théorie générale des quadripoles, on peut exprimer la relation entre les pressions et les vitesses à l'entrée et à la sortie du quadripole dans la forme suivante:

$$[13] \quad \begin{cases} P_1 = z_{11} V_1 + z_{12} V_2 \\ P_2 = z_{12} V_1 + z_{11} V_2 \end{cases}$$

où:

$$z_{11} = \frac{\alpha}{y}; \quad z_{12} = \frac{1}{y}.$$

On a donc:

$$[14] \quad \operatorname{ctgh} \sigma(\theta)l = -z_{11} + z_{12}.$$

Un quadripole symétrique peut toujours être réduit à la forme à treillis (fig. 3) dans laquelle on a:

$$[15] \quad z_{11} = \frac{z_2 + z_1}{2}; \quad z_{12} = \frac{z_2 - z_1}{2}.$$

On obtient ainsi:

$$[16] \quad \begin{cases} z_2 = z_{11} + z_{12} = -\operatorname{ctgh} \sigma(\theta_2)l \\ z_1 = z_{11} - z_{12} = -\operatorname{ctgh} \sigma(\theta_1)l \end{cases}$$

Nous avons indiqué avec  $\theta_1$  et  $\theta_2$  les valeurs de  $\theta$  qui mettent le système en résonance.

Avec la connaissance des racines de ces équations, pour différentes valeurs de la longueur  $l$ , et en fonction de  $\omega$ , on peut déduire les valeurs de  $z_1$  et de  $z_2$ , et ensuite tous les éléments qui intéressent notre quadripole.

En rappelant la relation [6] qui donne la valeur de  $\sigma(\theta)$  on a:

$$[17] \quad \frac{Z_1 S}{\rho c} \left/ \frac{Z_2 S}{\rho c} \right. = -\operatorname{ctgh} \frac{\pi}{2} \left[ \frac{-(k - k_0)}{\omega_0} + j \frac{\omega}{\omega_0} \right].$$

Quand le quadripole considéré est purement réactif, on a tout simplement:

$$[18] \quad \frac{Z_1 S}{\rho c} \left/ \frac{Z_2 S}{\rho c} \right. = \operatorname{cotg} \frac{\pi}{2} \frac{\omega}{\omega_0}.$$

On voit donc que, une fois fixée une certaine longueur  $l$ , on relève plusieurs maxima de résonance qui se distribuent dans deux groupes distincts et constituent les solutions des deux équations [17]. Les valeurs déduites pour  $z_1$  et  $z_2$  sont obtenues pour des valeurs différentes de la fréquence; toutefois, en étudiant suffisamment les mesures pour plusieurs valeurs de  $l$ , on peut obtenir les valeurs de  $z_1$  et  $z_2$  pour un champ de fréquences qui coïncident. Il faut alors rechercher un schéma équivalent du quadripole qui permette l'élaboration des valeurs obtenues pour  $z_1$  et  $z_2$ .

6. — On a considéré un quadripole purement réactif dont le schéma mécanique est indiqué à la

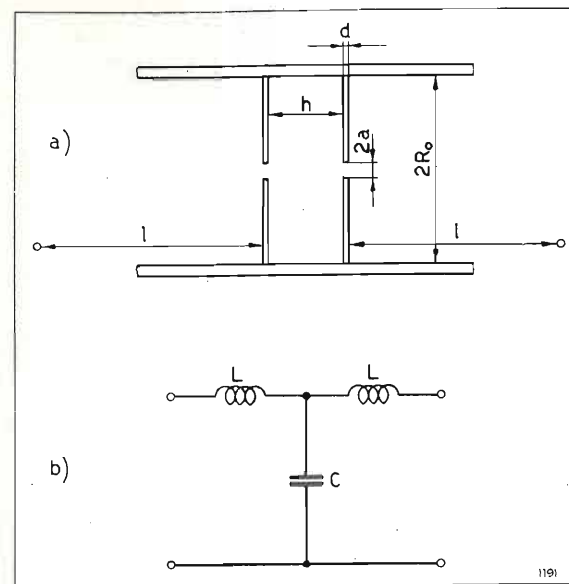


Fig. 4. — a) Schéma d'un quadripole acoustique; b) Schéma électrique équivalent.

figure 4 a) et le schéma électrique équivalent à la figure 4 b). Dans ce cas, avec la notation de la figure 4, les paramètres du quadripole sont:

$$[19] \quad \alpha = 1 - \omega^2 LC; \quad y = \omega \frac{C}{S}.$$

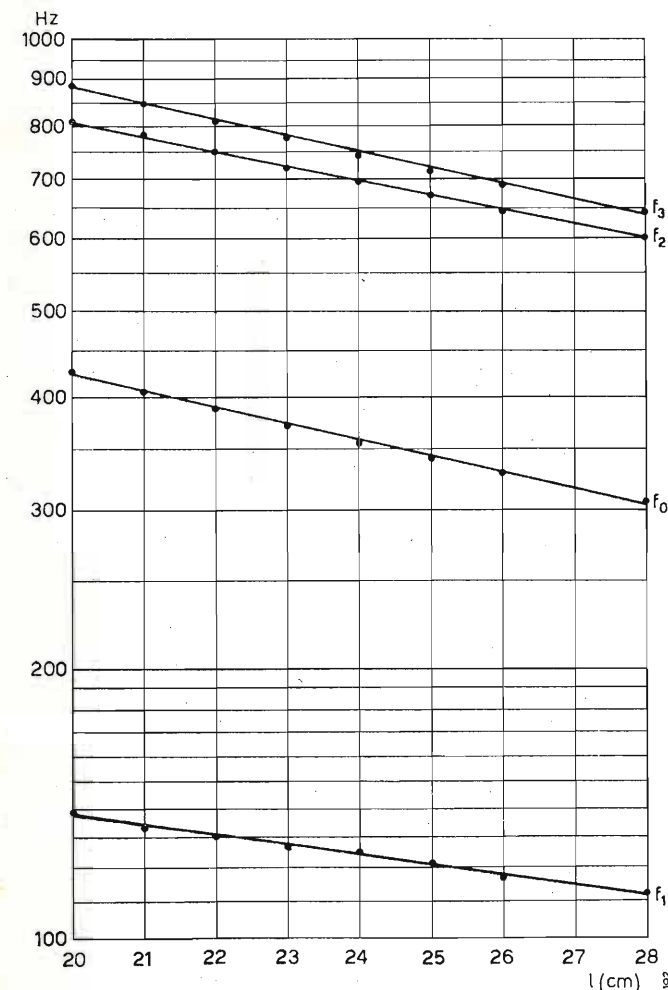


Fig. 5. — Graphique des fréquences de résonance en fonction de la longueur  $l$  du tube.

D'après la formule [18], on obtient:

$$[20] \quad \begin{cases} \operatorname{cotg} \frac{\omega l}{c} = \omega LS \\ \operatorname{cotg} \frac{\omega l}{c} = \omega LS - 2 \frac{S}{\omega C} \end{cases}$$

La première fréquence de résonance permet de déduire  $\omega L$  et la deuxième fréquence de résonance conduit alors à la détermination de la capacité  $C$ .

Comme exemple des mesures effectuées, nous rapportons dans la figure 5 les résultats obtenus avec un quadripole dont les valeurs géométriques sont, avec les notations de la figure 4 a):  $d = 0,15$  cm;  $a = 0,2$  cm;  $R_0 = 2,5$  cm;  $h = 0,8$  cm. Pour chacune des longueurs  $l$  rapportées on a eu les fréquences  $f_0, f_1, f_2, f_3$ :  $f_0$  est la fréquence de résonance du tube sans le quadripole,  $f_1, f_2, f_3$  sont les fréquences de résonance avec le quadripole inséré dans le tube.

Pour la recherche de la structure du quadripole, les résonances qui intéressent sont celles correspondantes aux fréquences  $f_1$  et  $f_2$ , tandis que la fréquence  $f_3$  correspond à une résonance nécessairement présente et qui est indépendante de la nature du quadripole. Il faut observer que d'autres résonances doivent paraître à des fréquences supérieures; mais comme la longueur d'onde s'approche alors des dimensions transversales du tube, on ne pourrait plus, dans ce cas, considérer la propagation par ondes planes et l'on sortirait des limites d'approximations admises.

La solution des équations [20] permet donc de déterminer par le calcul l'inductance  $\frac{LS}{\rho c}$  et la capacité  $\frac{C\rho c}{S}$  de notre quadripole: pour mieux comprendre

le comportement des paramètres du quadripole, nous avons donné dans la figure 6 une représentation graphique. Avec les données déduites par l'expérience pour les fréquences  $f_0, f_1, f_2, f_3$ , on a rapporté les courbes  $\operatorname{cotg} \frac{\omega l}{c}$  et  $\operatorname{cotg} \frac{\omega l}{c}$ . Les valeurs de ces cotangentes pour  $f_1$  et  $f_2$  permettent de tracer les courbes qui représentent  $\frac{Z_1 S}{\rho c}$  et  $\frac{Z_2 S}{\rho c}$ .

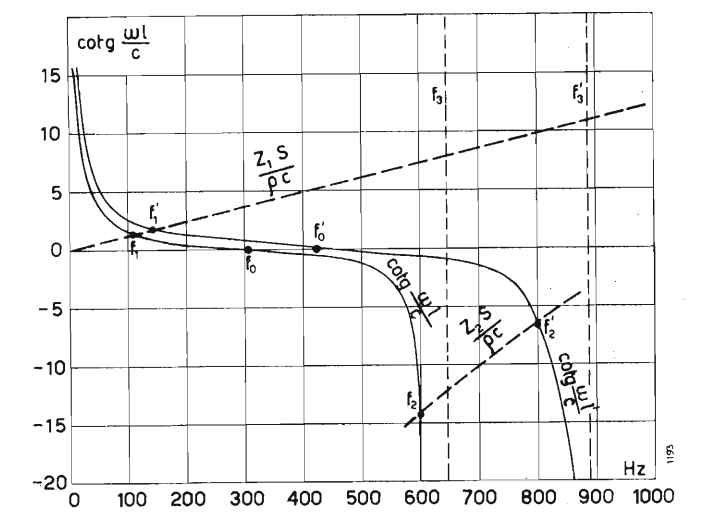


Fig. 6. — Courbes des impédances acoustiques  $\frac{Z_1 S}{\rho c}$  et  $\frac{Z_2 S}{\rho c}$ .



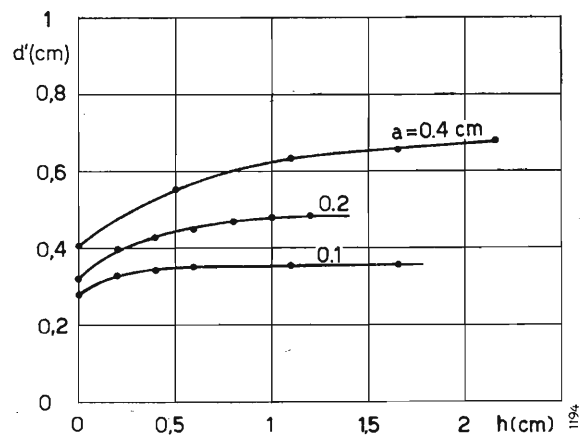


Fig. 7. — Valeurs corrigées de l'épaisseur du disque en fonction de la distance  $h$  des disques.

7. — Les mesures ont été effectuées pour trois séries de quadripoles, respectivement avec  $a = 0,1$  cm,  $a = 0,2$  cm,  $a = 0,4$  cm: pour chacune des séries, on a exécuté les mesures en faisant varier la distance  $h$ .

On a d'abord déterminé la valeur de l'inductance  $\frac{LS}{\rho c}$ :

en suivant la théorie développée par Lord Rayleigh et les considérations des auteurs Bolt, Labate, Ingard<sup>(2)</sup>, nous avons déterminé la correction de l'épaisseur  $d$  du disque, et rapporté les valeurs  $d'$  corrigées en fonction de la distance  $h$  (fig. 7).

Le calcul de la capacité  $\frac{C \rho c}{S}$  nous a permis de conclure

que la capacité ne présente pas de variation aux différentes valeurs de  $h$ , c'est-à-dire les valeurs obtenues correspondent à celles théoriques déterminées en considérant le volume d'air compris entre les deux disques constituant le quadripole.

8. — Un autre type de quadripole structurellement symétrique a été pris en considération: deux disques d'épaisseur  $d = 0,15$  cm et à la distance  $h = 1$  cm portent chacun une fente de largeur  $0,12$  cm, tracée le long d'un diamètre. En laissant invariables les dimensions géométriques de ce quadripole, on peut faire varier l'angle  $\varphi$  que forment entr'elles les deux fentes. On a calculé la valeur de l'inductance  $\frac{LS}{\rho c}$

et rapporté dans la figure 8 les résultats en fonction de l'angle  $\varphi$ . (216)

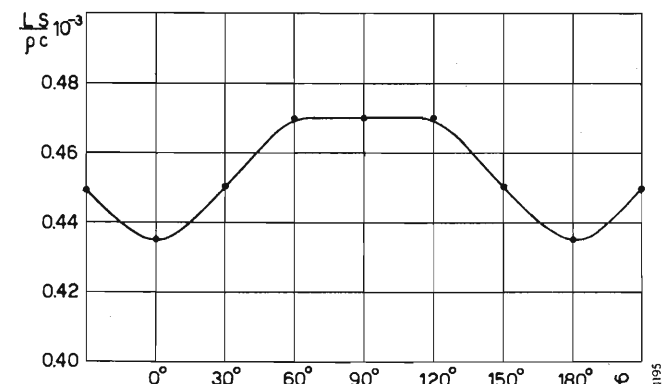


Fig. 8. — Valeurs de l'inductance d'un quadripole formé de deux fentes transversales en fonction de l'angle  $\varphi$  des deux fentes.

(2) BOLT R. H., LABATE S., INGARD U., « J. Acoust. Soc. Amer. », XXI, (1949), 94.

## SOFFITTI FONOASSORBENTI

# SOUNDEX

pannelli in gesso  
e lana di vetro  
indeformabili  
eleganti  
di facile montaggio  
e smontaggio

PER:

Correzione acustica in  
cinema, teatri, auditori  
sale di concerto, di riunione  
aule universitarie  
tribunali, chiese

Riduzione dei rumori in  
uffici, stabilimenti  
ospedali, sanatori, case di cura  
alberghi, ristoranti  
bar, pasticcerie  
negozi e grandi magazzini  
musei, gallerie, biblioteche

Ventilazione senza correnti



# SOUNDEX

FRENGER & SOUNDEX ITALIANA  
PIAZZA CASTELLO, 20 MILANO TELEFONO 87.00.83

## QUELQUES REMARQUES SUR LES QUADRIPOLES ACTIFS À RC

PROF. ING. GIOVANNI BATTISTA MADELLA  
dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris - Torino \*

### ALCUNE OSSERVAZIONI SUI QUADRIPOLI ATTIVI RC

**SOMMARIO** - Si confrontano vari metodi per l'attuazione di circuiti a resistenza e capacità comprendenti tubi elettronici, ed aventi caratteristiche di trasmissione preassegnate. Il confronto viene eseguito principalmente in base alla semplicità dei circuiti, alla stabilità delle caratteristiche ottenute ed alla generalità dei risultati ottenibili. Vengono messi in particolare rilievo i pregi dei dispositivi nei quali attraverso un quadripolo passivo a resistenza e capacità si esercita una reazione su un amplificatore aperiodico, mentre un'aliquota della tensione di entrata del complesso viene sovrapposta linearmente alla tensione di uscita. Alcuni esempi illustrano le considerazioni svolte.

1. L'influenza des caractéristiques de transmission d'une chaîne électroacoustique linéaire sur la qualité de la reproduction peut être examinée facilement si l'on dispose de quadripoles électriques, dont les caractéristiques puissent être modifiées d'une façon simple.

Il est bien connu que l'étude d'un quadripole qui offre certaines caractéristiques de transmission comprend les opérations suivantes:

1) approximation mathématique aux caractéristiques désirées par une fonction de  $\omega$  qui puisse représenter la fonction de transmission d'un quadripole physiquement réalisable;

2) recherche du quadripole qui donne la fonction trouvée.

Dans le cas le plus général, les méthodes d'approximation dont il est question au point 1 donnent lieu à des fonctions réalisables (point 2) seulement par des quadripoles passifs à RLC, ou bien par des quadripoles actifs contenant seulement R et C.

L'objet de la présente communication est l'examen comparatif de quelques méthodes de synthèse de quadripoles du deuxième type, qui offrent l'avantage de pouvoir être modifiés d'une façon simple.

2. Les procédés les plus connus pour étendre la classe plutôt étroite des fonctions de transmission d'un simple quadripole passif à RC sont les suivantes:

a) réaction aperiodique sur l'ensemble formé d'un amplificateur aperiodique et d'un quadripole passif à RC en cascade;

b) réaction sélective appliquée à un amplificateur aperiodique à l'aide d'un quadripole passif RC.

Le procédé (a) est très général, mais il est très sensible aux variations des caractéristiques de l'amplificateur. Il est, par conséquent, peu précis. Le procédé (b) est moins sensible aux variations des caractéristiques de l'amplificateur, mais les fonctions de transmission que l'on peut obtenir sont encore soumises à des limitations.

En vue de remédier à ces inconvénients, on a essayé les méthodes suivantes:

(\*) Attualmente presso l'Accademia Navale di Livorno.

c) cascade d'un quadripole passif à RC et d'un quadripole actif type b;

d) superposition des tensions de sortie d'un quadripole à RC et d'un quadripole type b.

La méthode (c) qui a été déjà décrite, est très générale; elle permet aussi beaucoup d'indépendance vis à vis des caractéristiques de l'amplificateur. Elle est, par conséquent, particulièrement indiquée pour obtenir une bonne précision. La méthode (d) offre,

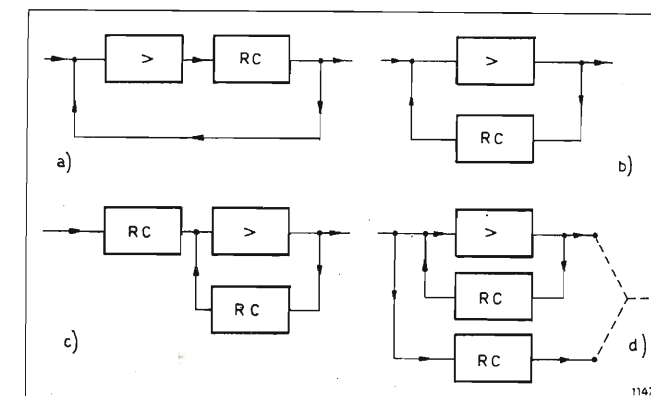


Fig. 1. — Schémas à blocs de quelques quadripoles actifs à RC.

en général, une précision et une stabilité plus petites que celles données par la méthode (c), mais toutefois meilleures que celle de la méthode (a). Elle demande, en revanche, un plus petit nombre de composants que la méthode (c).

Un aperçu des méthodes a), b), c) et d) est donné par la fig. 1.

3. On peut examiner, comme un exemple très simple, le problème posé pour obtenir, par un circuit actif à RC, une caractéristique de transmission

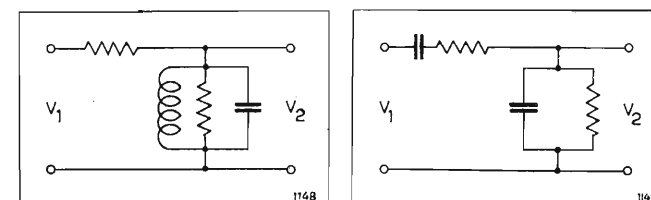


Fig. 2. — Quadripole simple à RLC. Fig. 3. — Exemple de quadripole à RC.



correspondante à une simple résonance, telle que celle qui serait donnée par un circuit simple à RLC (fig. 2). La méthode (a) conduit, par exemple, à appliquer une réaction *positive* au circuit de la fig. 3. Cette méthode est indiquée si le « Q » que l'on désire obtenir n'est pas trop élevé. En d'autres cas, une petite variation du gain de l'amplificateur employé conduit à des variations importantes du gain et de la sélectivité de l'ensemble, et même à l'auto-excitation.

La méthode (b) conduit à appliquer une réaction

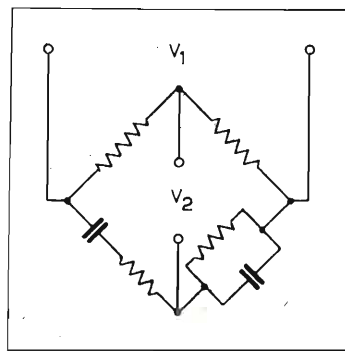


Fig. 4. — Exemple de quadripol à RC.

*negative* à un amplificateur apériodique, à l'aide, par exemple, du circuit de la figure 4. Toutefois, la caractéristique qui en résulte ne correspond pas exactement à celle du circuit de la figure 2, et l'approximation obtenue est d'autant meilleure que le « Q » désiré est plus élevé. En revanche, l'ensemble est

moins sensible aux variations du gain de l'amplificateur employé.

On peut garder le dernier avantage, tout en atteignant exactement le résultat voulu, par l'addition, en cascade, d'un deuxième quadripole (passif) tel que celui de la figure 3 (méthode c). Enfin, on peut obtenir le résultat exact, tout en gardant en partie le susdit avantage, en combinant tout simplement la tension de sortie obtenue par la méthode (b), avec une partie de la tension à l'entrée (méthode d). En ce cas, une petite variation de gain de l'amplificateur employé affecte peu le gain et le « Q » de l'ensemble au voisinage de la résonance. Elle entraîne, toutefois, une variation de l'atténuation pour les fréquences très basses et très hautes.

4. Des comparaisons semblables peuvent se faire lorsqu'il s'agit d'obtenir d'autres caractéristiques de transmission. Il suffit, toutefois, d'examiner un nombre restreint de caractéristiques simples, dès que l'on obtient généralement les caractéristiques les plus complexes à l'aide de plusieurs quadripoles simples insérés en cascade par l'intermédiaire de lampes séparatrices.

On peut en tirer comme conséquence de ce qui précède que, lorsque la précision des résultats et l'indépendance vis à vis des caractéristiques de l'amplificateur sont les points les plus importants, la méthode (c) apparaît comme la plus indiquée. Lorsque, au contraire, le nombre des composants ou d'autres considérations pratiques, jouent un rôle important, un choix judicieux entre les diverses méthodes examinées est de rigueur.

(207)

## CLASSE UNICA IL CORPO UMANO

In questi volumetti (n. 27-28-29), insigni clinici divulgano conoscenze fondamentali sui problemi di salute e malattia

E' uscito il n. 27:

E. Greppi: **Il corpo**, inteso come costituzione corporea, funzionale, nervosa - A. Lunedei: **Il dolore**, nel senso fisico, come sintomo - M. Gozzano: **Il cervello**, sua struttura, movimenti, riflessi, funzioni

In corso di stampa:

n. 28 - V. Puddu: **Il cuore** - A. Omodei Zorini: **I polmoni** - O. Scaglietti: **Gli organi di movimento** - F. Brunetti: **Orecchio, naso, gola**

n. 29 - G. Melli: **Il fegato** - C. Chiau-dano: **Il rene** - L. Antognetti: **Le ghiandole endocrine** - M. Girolami: **Lo stomaco e l'intestino**

Prezzo di ogni volumetto: Lire 150

In vendita nelle principali librerie. Per richieste dirette rivolgersi alla

EDIZIONI RADIO ITALIANA  
Via Arsenale, 21 - Torino

## SOMMARI DI ALTRE RELAZIONI

Alla riunione del G.A.L.F., di cui il presente fascicolo di *Elettronica pubblica le memorie*, è stato riferito anche sulle seguenti ricerche, di cui gli autori si sono limitati a presentare i riassunti qui di seguito riportati.

### ÉTUDE DE LA SENSIBILITÉ DIFFÉRENTIELLE À LA VARIATION D'INTENSITÉ, AU MOYEN DES COURBES DE RÉPONSE

par RENÉ CHOCHOLLE

(Groupe de Recherches de Physiologie des Sensations, et Laboratoire de Neurophysiologie du Collège de France).

Studio della sensibilità differenziale al variare dell'intensità, mediante curve di risposta.

J'ai étudié la variation du pourcentage de réponses affirmatives en fonction de l'amplitude de la variation d'intensité (bibl. 2), par une méthode analogue à celle que j'avais utilisée antérieurement dans un travail sur les seuils absolus monauraux et binauraux (bibl. 1).

La variation, toujours dans le sens d'un accroissement, était obtenue au moyen de deux atténuateurs et d'inverseurs à mercure dans le vide. Le sujet, dans un local insonorisé, prévenu au moyen d'un signal lumineux très faible, déclenchait lui-même l'apparition du stimulus et sa variation; au moyen d'un signal convenu, il indiquait combien de fois il avait perçu une variation sur trois essais successifs.

Les accroissements, échelonnés par bonds de 0,15 dB, étaient donnés en suites alternativement décroissantes et croissantes, aux alentours du seuil différentiel. On précédait les essais de la mesure du seuil absolu, car les niveaux auxquels on faisait les mesures étaient toujours relatifs au seuil au moment des expériences: 1, 3, 6, 10 dB au-dessus du seuil et, au-delà de ce niveau, de 10 en 10 dB. Trois fréquences: 200, 1000 et 10.000 Hz et quatre sujets bien adaptés furent utilisés. En chaque point, le pourcentage indiqué est le résultat sur cent essais.

J'ai pris comme seuils différentiels les accroissements d'intensité auxquels on obtenait 50% de réponses affirmatives.

Les principaux résultats furent les suivants:

1) les courbes de réponse ont une forme sigmoïde et non pas rectilinéaire, comme certains auteurs avaient cru le voir;

2) la sigmoïde est d'autant plus redressée que les niveaux auxquels on fait les mesures sont plus élevés;

3) elle devient asymétrique aux niveaux très élevés;

4) aux intensités juxtaliminaires, les courbes sont, pour un même sujet, pratiquement superposables à celles obtenues dans des essais sur les seuils absolus;

5) la pente des courbes de réponse est très redressée, même aux faibles niveaux;

6) les variations paraissent indépendantes de la fréquence;

7) les seuils différentiels trouvés par cette méthode, sont plus faibles que ceux indiqués par d'autres

auteurs: ils varient de 2,5 à 3 dB aux faibles niveaux d'intensité jusqu'à 0,15 à 0,25 dB aux niveaux élevés.

(208)

#### BIBLIOGRAPHIE

1 - CHOCHOLLE R.: *Etude statistique des seuils auditifs monauraux et binauraux. Interprétation des résultats.* « Acustica », 4, 1954, p. 341-350.

2 - CHOCHOLLE R.: *Etude statistique de la sensibilité auditive différentielle d'intensité.* « Acustica » (sous presse).

### TRANSMISSION DU SON PAR DES HUBLOTS SPHÉRIQUES

par A. BERGASSOLI, F. CANAC & TH. VOGEL

Trasmissione del suono attraverso "oblò" sferici.

L'un des problèmes les plus importants de l'acoustique appliquée à la construction des enceintes, et en particulier à celle des carlingues d'avions, consiste à réaliser des éléments de structure qui soient à la fois légers et peu transparents au son. On sait qu'il est très difficile d'arriver à une amélioration notable par rapport à la loi de masse, et plus particulièrement en ce qui concerne des sons graves: ceci est dû au fait que la plupart des éléments de structure vibrent en flexion, et résonnent sur une suite de fréquences étalées dans toute la gamme acoustique à partir d'une fondamentale qui est le plus souvent un infra-son si la masse des éléments n'est pas trop élevée. Il était donc naturel de chercher des éléments élastiques peu susceptibles de vibrer en flexion, et ceci nous a amenés à envisager les propriétés des enveloppes de révolution. On sait qu'une enveloppe sphérique complète est pratiquement indéformable du point de vue statique, et que cette propriété est conservée par les calottes sphériques si leur contour peut être fortement fixé; c'est ainsi que l'un de nous avait réalisé en collaboration avec M. Louis Lumière et sur sa suggestion des miroirs en plexiglas extrêmement légers et dont la résistance à la déformation était remarquable.

Nous nous sommes donc proposés d'étudier la transparence au son de calottes sphériques légères (en aluminium de 1 mm ou en plexiglas de 2 mm d'épaisseur) soigneusement fixées le long de leur bord à un panneau plus massif: de telles calottes pourraient former, si elles sont transparentes, des hublots sertis dans une paroi plus solide, ou, si elles sont métalliques, constituer une paroi moyennant une ossature rigide convenable les fixant sur leurs bords.

Les résultats des mesures ont confirmé nettement l'intérêt de telles structures: par rapport au panneau plan de même masse, la calotte sphérique présente une amélioration d'isolement acoustique de l'ordre de



10 à 15 dB aux graves, et qui se maintient encore à 5 ÷ 10 dB vers 500 à 1000 Hz. Au delà, le panneau plan reprend quelque avantage sur les calottes en aluminium (d'autant moins que le rayon de courbure de celles-ci est plus grand) et atteint l'égalité avec la calotte en plexiglas jusque vers 3000 Hz. A partir de cette fréquence, la calotte en plexiglas l'emporte de nouveau (de quelques 5 dB) sur le panneau plan.

Ces résultats peuvent être expliqués théoriquement: les vibrations qui entrent en jeu sont des vibrations d'extension, dont les fonctions propres sont des fonctions de Legendre d'ordre non entier (l'ordre est déterminé par l'annulation de l'amplitude à la colatitude du bord de la calotte), et dont les fréquences propres sont données par une équation bicarrée où figure l'ordre de la fonction. L'une des racines donne un groupe de fréquences très élevées, qui croissent indéfiniment avec le rang du partiel; l'autre, comme il est habituel pour une équation de cette nature, correspond à une suite de fréquences ayant un point d'accumulation, et toutes comprises dans une bande assez étroite située dans les moyennes (900 à 1500 Hz).

Il en résulte que les termes quasi résonants sont totalement absents aux graves, d'où transmission moindre de l'énergie sonore.

(210)

## AMÉLIORATION DE L'ISOLEMENT ACOUSTIQUE DES PLANCHERS

par M. PUJOLLE

Ingénieur en Chef des Télécommunications à la Radiodiffusion-Télévision Française

Miglioramento dell'isolamento acustico dei pavimenti.

### 1. But des essais.

Le but des essais en cours, entrepris dans les laboratoires d'acoustique de la Radiodiffusion-Télévision Française est de trouver la meilleure amélioration d'isolement possible sur des planchers en y introduisant de faibles épaisseurs de matériaux isolant.

### 2. Dispositif de mesure.

Le dispositif d'essai est constitué essentiellement par une dalle carrée de 50 cm de côté qui repose sur un plancher par l'intermédiaire du matériau à essayer. Sur cette dalle est placée la machine à chocs du type normalisé internationalement.

La dalle peut supporter des charges entièrement réparties sur sa surface, allant jusqu'à 560 kg, ce qui donne plus de 2 tonnes au mètre carré.

Les niveaux de bruit sont mesurés par bandes de largeur 1/3 d'octave, dans une chambre réverbérante située sous le plancher essayé. Ces niveaux sont mesurés avant interposition du matériau isolant, puis après. La différence obtenue caractérise l'amélioration de l'isolement aux bruits de chocs.

### 3. Premiers résultats.

Comme les essais sont en cours, il ne peut être donné ici que des résultats fragmentaires. Les premières mesures ont porté sur un élément dalle constitué par un parquet de 27 mm sur lambourdes chêne

de 34 x 80 mm. Le matériau plastique était glissé sous les 2 lambourdes de l'élément.

Les premiers résultats ont montré que l'amélioration de l'isolement pouvait varier beaucoup en fonction soit de la charge d'écrasement, soit de la fréquence de mesure.

Des matériaux comme la laine de verre ont un isolement qui décroît avec la charge, il ne faut pas dépasser 10% environ d'écrasement, d'autres au contraire, comme le caoutchouc cellulaire et le Klégécell donnent un isolement qui augmente avec la charge; il y a intérêt à dépasser 5 à 6% d'écrasement, sans toutefois dépasser 15% pour éviter de détruire le matériau.

Quant aux variations d'isolement avec la fréquence, elles présentent à peu près la même allure générale pour tous les matériaux, avec cependant des augmentations plus ou moins rapides, vers les fréquences aiguës.

Nous ne pouvons donner ici de résultats précis avant d'avoir achevé la série d'essais en cours.

(212)

## EFFET DE LA RÉACTION PSYCHOLOGIQUE SUR LA RÉDUCTION DU BRUIT DE CONVERSATION DANS LES SALLES

par T. S. KORN

Université Libre de Bruxelles

Effetto della reazione psicologica sulla riduzione del rumore di conversazione nelle sale.

Le traitement des salles par les matériaux absorbants conduit souvent à une réduction du bruit supérieure à celle résultant de l'application de la formule classique:  $n = 10 \lg (a_0/a)$  en dB, dans laquelle  $a_0$  et  $a$  représentent des quantités d'unités d'absorption avant et après le traitement.

Ce phénomène se laisse observer dans les salles où le bruit gênant provient de la conversation des personnes présentes. La réduction du niveau de bruit par le traitement acoustique provoque la réduction du niveau de la parole (reflexe autophonique), donc de la puissance de la source de bruit elle-même.

Cet effet, que l'auteur propose d'appeler « La réaction (feedback) psychologique » se laisse exprimer par une formule similaire à celle des amplificateurs avec réaction:  $n_f = n / (1 - K)$  en dB où  $K$  est la pente de la courbe: intensité de la parole émise en fonction du bruit ambiant.

Les mesures statistiques faites sur une cinquantaine de personnes prouvent que la grandeur  $K$  peut être considérée comme constante dans la gamme des intensités du bruit ambiant entre 50 et 90 dB, et égale à quelque 0,38 dB / dB. La valeur numérique de la formule pour  $n_f$  devient donc:  $n_f = 1,6 n$ .

(213)

ISTITUTO NAZIONALE FISICA NUCLEARE cerca PERITO RADIOTECNICO esperienza almeno biennale, capacità, iniziativa, per laboratorio elettronica sede Roma. Indirizzare a « Sezione Acceleratore » - Piazza Torricelli, 2 - Pisa.

# TECNICA ELETTRONICA SYSTEM

MILANO

VIA MOSCOVA N. 40/7

Telefono n. 66.73.26



COSTRUZIONE  
STRUMENTI  
ELETTRONICI

La migliore attrezzatura per la migliore produzione



## ANALIZZATORE UNIVERSALE 20.000 ohm/V Modello A 454

### CARATTERISTICHE:

Sensibilità Vcc . . .	20000 ohm/V
Sensibilità Vca . . .	2000 ohm/V
Portate f. s. Vcc . . .	1,5-5-15-50-150-500-1500-5 KV
Portate f. s. Vca . . .	5-15-50-150-500-1500-5 KV
Portate f. s. MU . . .	5-15-50-150-500 V
Portate f. s. Icc . . .	50 mA - 0,5 - 5 - 50 mA - 5 A
Campo misura resist. . .	da 0,5 ohm a 50 M ohm
Portate misura resist. . .	X10 - X1K - X100K
Campo di freq. Vca . . .	da 10 Hz a 25 KHz
Campo di freq. MU . . .	da 30 Hz a 25 KHz
Precisione taratura . . .	Vcc ca. 2 % Vca - Icc ca. 2,5 % OHM ca. 5 %
Dimensioni . . . . .	215 x 145 x 105 mm.
Peso . . . . .	Kg. 3,850 circa

### ACCESSORI:

Puntale ATcc Mod. 154/30 per mis. sino a 50 KV cc

## OSCILLOGRAFO Modello 0.1253

### CARATTERISTICHE: AMPLIFICATORE VERTICALE

Responso in frequenza	
alta sensibilità . . .	da 15 Hz a 200 KHz
larga banda . . . . .	da 15 Hz a 4,7 MHz
Fattore di deflessione	
alta sensibilità . . .	0,5 m V/mm
larga banda . . . . .	3,5 m V/mm
Resistenza ingresso . . .	1,5 M ohm
Capacità ingresso . . .	circa 20 pF
AMPLIFICATORE ORIZZONTALE	
Responso in frequenza	da 15 Hz a 500 KHz
Fattore di deflessione	5 m V/mm
Asse tempi . . . . .	da 15 Hz a 100 KHz
Soppressione . . . . .	interna - esterna
Sincronismo . . . . .	interno - esterno - rete
Connessione diretta	ingresso bilanciato
	Resist. ingr. 6,6 M ohm
	Capacità ingr. circa 8 pF
Valvole impiegate . . .	5U1 - 5Y3GT - 5Y3GT 6C4 - 6J6 - 12AU7 - 12AU7 12AT7 - 12AT7 - 12AT7
Alimentazione . . . . .	ca. tens. rete universale
Dimensioni . . . . .	400 x 370 x 275 mm.
Peso . . . . .	Kg. 18 circa

### ACCESSORI:

### PROBE R. F. modello P. 1253/O,I

Campo di frequenza . . .	sino a 25 Mhz
Capacità d'ingresso . . .	circa 0,1 pF
Tensione Max . . . . .	25 V eff.
Divisore per detto . . .	tensione max 500 V eff.



## VOLTMETRO ELETTRONICO Modello VE. 154

### CARATTERISTICHE: VOLTMETRO cc.

Portate fondo scala . . .	1,5-5-15-50-150-500-1500 Vcc
con puntale P. 154/30 k . .	30 KV cc.
Resistenza ingresso . . .	11 M ohm
» » puntale AT 1100 M ohm	
Precisione di taratura . .	circa 3 % norme CEI

### VOLTMETRO ca.

Portate fondo scala V eff. .	come Voltmetro cc.
» » » piccolo-picco 4-14-40-140-400-1400-4000 V	
Resistenza ingresso	
portata 1,5-5-15-50-150 V	0,8 M ohm
» 500 V . . . . .	1,3 M ohm
» 1500 V . . . . .	1,5 M ohm
Capacità ingresso probe . .	circa 3 pF
Responso in freq. con probe da 50 KHz a 250 MHz	
Capacità ingresso con cavo .	circa 80 pF
Responso in freq. con cavo .	da 30 Hz a 3 MHz
Precisione di taratura . . .	+ - 5 % norme CEI

### OHMMETRO

Gamma di misura . . . . .	da 0,2 ohm a 1000 Mohm
Portate centro scala . . . .	10-100-1000-10000 ohm
	0,1 - 1 - 10 Mohm
Valvole impiegate . . . . .	52AU7 - 6AL5 - 6AL5
Alimentazione . . . . .	ca. tensioni rete universale
Dimensioni . . . . .	215 x 145 x 105
Peso . . . . .	Kg. 4,550 circa

### ACCESSORI: PROBE RF mod. P. 154/20

Campo di freq. . . . .	da 50 Hz a 250 MHz
Tensione max. . . . .	25 V eff.

### PUNTALE A. T. mod. 154/30 K

Tensione misura . . . . .	30 KV cc.
Tensione max . . . . .	50 KV cc.



**ERJ****Edizioni Radio Italiana****PUBBLICAZIONI IN DISTRIBUZIONE**

La EDIZIONI RADIO ITALIANA, che ha iniziato la sua attività curando la pubblicazione di periodici, volumi e monografie di carattere culturale, ha successivamente esteso tale attività nel campo tecnico, prima con la pubblicazione della rivista "Elettronica", poi con la distribuzione di libri particolarmente indicati alla divulgazione della moderna tecnica radiofonica, elettronica e televisiva, contribuendo così, in forma concreta, alla formazione dei tecnici futuri.

**Ecco i principali volumi in distribuzione:**

A. AISBERG  
**LA RADIO?... E' UNA COSA SEMPLICISSIMA!**  
Volume in 8° di 150 pagine: L. 1100

I principi fondamentali della radiotecnica ed in particolare il funzionamento dei moderni ricevitori vengono esposti — in forma dialogica — con esemplare chiarezza e semplicità.

A. AISBERG  
**LA TELEVISIONE?... E' UNA COSA SEMPLICISSIMA!**  
Volume in 8° di 158 pagine: L. 1100

Mediante una vivace conversazione fra due amici CURIOSO ed IGNOTO, vengono passate in rassegna tutte le più complesse questioni riguardanti la televisione in modo da renderle facilmente comprensibili anche ai profani.

G. B. ANGELETTI  
**IL MANUALE DEL RADIOMECCANICO**  
Volume II - *Il Libro degli schemi* - Volume in 16° di VIII + 820 pagine: L. 2800  
Rilegato in tela L. 3300

Contiene 1200 schemi di amplificatori e radiorecettori italiani e stranieri, corredati delle relative note di servizio. Tutti gli schemi di radiorecettori dal 1950 al 1948.

G. B. ANGELETTI  
**RADIO NUOVE VALVOLE AMERICANE RICEVENTI**  
Volume in 16° di 250 pagine: L. 1100

Ricco atlante degli schemi di impiego delle valvole riceventi con accenni ai raddrizzatori e rivelatori al selenio e al germanio.

E. BALDONI  
**I TRASFORMATORI TIPO RADIO**  
Volume in 16° di 182 pagine con 55 figure: L. 900

Questo volume, che si propone di effettuare una saldatura fra le pubblicazioni sul calcolo pratico dei trasformatori per radio e le trattazioni sui trasformatori industriali, risulterà certamente utile a coloro che intendono occuparsi dei primi seguendo criteri tecnici ed economici aggiornati.

L. BASSETTI  
**DIZIONARIO TECNICO DELLA RADIO**  
(Italiano-Inglese e Inglese-Italiano)  
Volume in 16° di 270 pagine: L. 900  
Fra l'altro contiene tutti i simboli, le abbreviazioni, i vocaboli

della letteratura radiotecnica anglosassone, le tabelle di conversione delle misure inglesi non decimali nelle corrispondenti unità metriche decimali.

N. CALLEGARI  
**RADIOTECNICA PER IL LABORATORIO**  
Volume in 16° di 368 pagine, con 198 figure e 18 abbacchi L. 1500

Prontuario che espone in forma succinta tutte le principali nozioni e formule che, di volta in volta, è utile avere presenti nello svolgimento del lavoro di laboratorio radiotecnico.

E. COSTA  
**GUIDA PRATICA DEL RADIORIPARATORE**  
Volume in 16° di XX + 992 pagine, con 564 figure; 5ª edizione 1950: L. 2000

Contiene gli schemi di numerosi strumenti di misure e molti dati e notizie tecnologiche particolarmente utili al radioriparatore.

E. COSTA  
**INTRODUZIONE ALLA TELEVISIONE**  
L. 2000

Ad uso dei dilettanti e dei radiotecnici, volume in 16° di XII + 288 pagine, con 281 illustrazioni, 7 tabelle e 5 tavole fuori testo.

G. DILDA  
**INTRODUZIONE AI FENOMENI ELETTRONICI ALLA LUCE DELLE TEORIE ATOMICHE MODERNE**  
Volume in 16° di 118 pagine, con 58 figure: L. 450

In una sintesi semplice ed ordinata, densa di dati e feconda di idee, vengono messi in correlazione fra loro tutti i fenomeni elettrici ed elettronici, mostrandone la loro dipendenza dalle leggi fondamentali della costituzione della materia.

G. DILDA  
**RADIOTECNICA**  
Volume I: *Elementi propedeutici*. Volume in 8° di XII + 322 pagine con 214 figure: L. 1500

Volume II: *Radiocomunicazioni e radioapparati*. Volume in 8° di XVI + 378 pagine con 247 figure: L. 1700

Quest'opera in due volumi, giunti alla terza edizione già ristampata più volte, è divenuta ormai classica e costituisce da anni una

**Edizioni Radio Italiana****ERJ**

base essenziale nella formazione dei tecnici in Italia; si ricorre ad essa, sia nell'ambito scolastico, sia al di fuori di esso, con crescente fiducia ed interesse per le doti di chiarezza, precisione e organicità che tale opera presenta.

G. DILDA

**RADIORICEVITORI**

*Radiorecettori per modulazione di ampiezza* (in lito): Volume in 8° di IV + 336 pagine, con 105 figure: L. 1500

*Radiorecettori per modulazione di frequenza* (in lito): Volume in 8° di VIII + 216 pagine, con 72 figure, 9 schemi completi di ricevitori e una tavola fuori testo: L. 1100

I due volumi dedicati a questa materia fanno parte della collana di opere pubblicate dai docenti dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris. Anche in questo lavoro l'autore espone la materia in modo piano e comprensibile ad una vastissima cerchia di lettori. Particolarmente curato e chiaro il volume dedicato alla modulazione di frequenza.

O. L. JOHANSEN

**WORLD RADIO HANDBOOK**

Volume in 8° di 124 pagine (in inglese): L. 900

Manuale completo sulla attività radiofonica mondiale, con indicazione di tutti gli enti radiofonici, di tutte le stazioni trasmettenti, dei relativi dati di potenza e lunghezza d'onda (m. e kc/s). Edizione 1955.

A. MAGELLI

**PRINCIPI FONDAMENTALI DI TELEVISIONE E M.F.**

Volume in 16° di XII + 392 pagine, con 322 figure e una tavola fuori testo: L. 2500

Opera redatta in forma piana ma rigorosa da un tecnico fra quelli che più hanno contribuito alle recenti realizzazioni italiane nel campo della televisione.

G. MANNINO-PATANÉ

**GUIDA PRATICA PER L'OPERATORE CINEMATOGRAFICO**

Volume in 16° di XVI + 496 pagine con 395 illustrazioni: L. 1500

Il volume, corredato di accurati indici, comprende una serie di interessanti notizie adatte a fornire all'operatore cinematografico una dettagliata conoscenza dei principi di funzionamento dei dispositivi e delle apparecchiature installati ed usati in cinematografo.

G. MONTEFINALE

**IL RADAR E IL SUO IMPIEGO NELLA NAVIGAZIONE MARITTIMA ED AEREA**

Volume in 8° di XVI + 348 pagine, con 172 figure. 2ª Edizione riveduta e ampliata: L. 2000

Sono illustrati chiaramente il principio di funzionamento, i metodi di impiego, e le applicazioni dei principali tipi di radar marittimi ed aerei. Contiene anche un prontuario di terminologia radar inglese-italiano.

E. MONTÙ

**RADIOTECNICA**

Volume I - *Nozioni fondamentali*. 5ª Edizione 1953; volume in 8° di XXII + 592 pagine, con 431 figure: L. 2500

Volume II - *Tubi elettronici*. 4ª Edizione, volume in 8° di XXIV + 682 pagine, con 450 figure: L. 3500

Volume III - *Pratica di radiotrasmissione e ricezione*. 5ª Edizione, volume in 8° di XXXII + 1048 pagine, con 988 figure: L. 3500

E' un'opera completa ed aggiornata passata al vaglio di cinque edizioni, che comprende tutti gli argomenti ed i più recenti sviluppi della radiotecnica.

A. PISCIOTTA -

**PRONTUARIO ZOCCOLI - VALVOLE EUROPEE**  
L. 1000

Modernissima rassegna degli zoccoli adottati dai tubi elettronici europei. Intercambiabilità. Tabelle di adattamento e sostituzione coi tubi americani.

A. PISCIOTTA

**TUBI A RAGGI CATODICI A CARATTERISTICA AMERICANA**  
L. 450

Una esauriente raccolta di dati utili ed aggiornati per i tecnici della TV.

A. PISCIOTTA

**SCHEMARIO TV**  
L. 2500

Volume di particolare interesse e di valido aiuto per tutti i tecnici soprattutto per i radioriparatori e gli installatori TV. Esso raccoglie gli schemi elettrici di una sessantina fra i più diffusi televisori nazionali ed esteri, con l'indicazione dei valori numerici di tutte le parti componenti.

D. E. RAVALICO

**IL RADIOLIBRO**

14ª Edizione - Volume in 8° di XVI + 552, pagine, con 615 figure, 200 schemi di apparecchi radio, 360 connessioni alle valvole. L. 2800

Dai primi elementi di radiotecnica ai recenti apparecchi radio ad alta musicalità. Raccolta completa di dati su tutte le valvole europee ed americane e degli schemi di apparecchi radio costruiti in Italia.

D. E. RAVALICO

**IL VIDEOLIBRO**

Volume in 8° di XX + 362 pagine, con 365 figure e 15 tavole fuori testo: L. 2200

Illustra in modo semplice e chiaro i principi di funzionamento della televisione con particolare riferimento alla ricezione televisiva. Comprende gli schemi completi di numerosi televisori e le note di servizio per la loro riparazione.

D. E. RAVALICO

**L'AUDIOLIBRO**

Elementi basilari e recenti applicazioni alla tecnica del suono, dal radiofonografo all'impianto da cinema-teatro. L. 2500

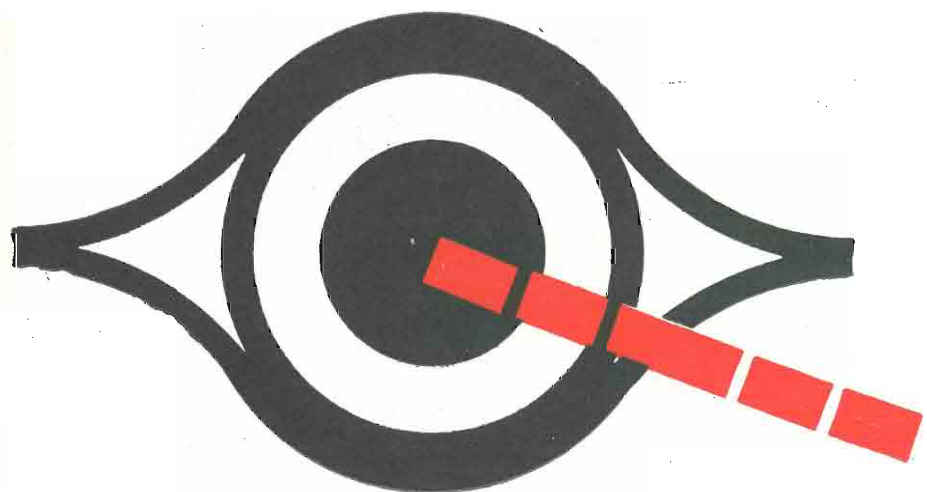
G. TERMINI

**INNOVAZIONI E PERFEZIONAMENTI NELLA STRUTTURA E NELLE PARTI DEI MODERNI RADIORICEVITORI**

Volume in 16° di 124 pagine: L. 500

L'Autore presenta ed illustra ottantasei schemi di parti essenziali di ricevitori attuati, secondo principi meno noti o più originali, nei laboratori delle fabbriche di radiorecettori di tutto il mondo.





## L'occhio elettronico

al servizio  
della tecnica



# OSCILLOSCOPIO G 40

## APPARECCHI RADIOELETTRICI

# UNA

s. r. l.

MILANO

C. C. n. 395572

VIA COLA DI RIENZO, 53<sup>A</sup> - TEL. 474.060 / 474.105
**FIERA DI MILANO - PADIGLIONE ELETTROTECNICA - STAND 33.319-33.320**

## NOTIZIARIO

### PIANO DI ESTENSIONE DELLE RETI TELEVISIVA E RADIOFONICA MF ITALIANE

Per informazione dei lettori di *Elettronica* pubblichiamo qui di seguito un largo estratto del Piano di estensione a tutto il territorio nazionale del servizio televisivo e del servizio radiofonico a MF per i tre programmi, recentemente approvato dal Ministero delle Poste e Telecomunicazioni, la cui attuazione è stata in questi giorni iniziata in tutta Italia e sarà compiuta entro il 1956.

#### PREMESSA

E' noto che la RAI, fin dal 1° gennaio 1954, ha già messo in funzione tutti gli impianti televisivi previsti nelle prime due fasi contemplate dalla Convenzione tra il Ministero P.P.T.T. e la RAI del 26-1-1952 con la sola eccezione dell'impianto di Napoli ma con l'aggiunta del centro di Monte Peglia, che serve gran parte dell'Umbria e del Lazio settentrionale e che recentemente sono pure entrati in servizio i ripetitori di Trieste e di Trento.

Ciò costituisce un notevolissimo anticipo rispetto ai termini di tempo fissati dalla Convenzione, la quale infatti prevedeva per gli impianti della seconda fase un limite di dodici mesi a partire dalla data di entrata in funzione delle corrispondenti tratte di cavo coassiale, cosicché gli impianti di Monte Venda, Portofino, Monte Serra e Monte Peglia, già in regolare esercizio da tempo, avrebbero dovuto essere approntati solo alla fine del 1956, secondo le più recenti notizie che confermano la disponibilità dei relativi canali televisivi in cavo per la fine del 1955.

La terza fase prevista dalla Convenzione si riferiva a quattro impianti (due in Puglia, uno in Calabria e uno in Sicilia) la cui entrata in servizio avrebbe dovuto avvenire entro sei mesi dalla disponibilità delle corrispondenti tratte di cavo coassiale.

Rimanendo quindi nei termini fissati dalla Convenzione, il completamento della rete per quanto riguarda le Puglie e la Sicilia, avrebbe dovuto ancora tardare notevolmente, mentre nulla era previsto per la Sardegna.

D'altra parte, le vivissime e insistenti richieste pervenute alla RAI durante questo primo anno di esercizio da tutte le regioni d'Italia e soprattutto da quelle a cui, anche con il completamento della terza fase, il servizio non sarebbe ancora stato esteso, hanno suggerito lo studio e l'approntamento di un piano organico che permetta di raggiungere la copertura quasi integrale del territorio nazionale in modo rapido e simultaneo e del tutto indipendente dalla data di entrata in funzione delle varie tratte di cavo coassiale.

Nello stesso tempo si è ritenuto necessario mettere allo studio il problema della copertura totale del territorio nazionale

con i tre programmi radiofonici, dato che a seguito delle note limitazioni esistenti nell'utilizzazione delle onde medie solo una parte della popolazione, e cioè meno del 50%, è oggi in condizioni di poter ricevere con buona qualità i tre programmi stessi, e poco più del 50% di poter ricevere sia il programma nazionale che il secondo programma. Invece una percentuale elevata (che raggiunge circa il 90%) può ricevere bene uno solo dei tre programmi in parola.

L'estensione dell'ascolto radiofonico doveva quindi essere studiato partendo da altri mezzi di trasmissione diversi da quelli delle stazioni a onde medie e, al riguardo, ci si è orientati verso la radio-diffusione a onde metriche modulate di frequenza, dati anche gli altri notevoli vantaggi che essa offre (in particolare, l'immunità da disturbi e da interferenze di stazioni lontane, oltre che una qualità acustica impeccabile).

#### PRINCIPI INFORMATIVI DEL PIANO

Nello studio inteso ad assicurare la estensione del servizio di televisione alla maggior parte possibile del territorio nazionale, si è tenuto conto del fatto che là ove fanno servizio gli impianti trasmettenti di televisione possono ugualmente essere ricevute le emissioni radiofoniche a modulazione di frequenza che, a causa delle onde usate, hanno all'incirca le stesse caratteristiche di propagazione e per conseguenza il Piano prevede l'abbinamento a ogni impianto trasmittente televisivo di altri tre impianti di radio-diffusione a modulazione di frequenza per i tre programmi nazionali.

Allo scopo di rendere l'attuazione del Piano nel tempo del tutto indipendente dalla data di disponibilità dei collegamenti televisivi per cavo, si è studiata la disposizione dei centri in modo da rendere possibile il loro intercollegamento mediante una catena continua di ponti radio a microonde con possibilità di funzionamento bilaterale simultaneo.

Per ciò che concerne le trasmissioni a modulazione di frequenza l'intercollegamento fra le varie stazioni può essere previsto o per mezzo di ponti radio a microonde o utilizzando il sistema a rim-

balzo, cioè facendo ricevere presso ogni centro la modulazione irradiata dai trasmettitori del centro vicino o ritrasmettendola con i trasmettitori MF locali.

La risoluzione del problema si è rivelata facilitata dal fatto che per raggiungere la copertura quasi integrale del territorio nazionale la posizione dei centri ha dovuto essere scelta in modo che le rispettive aree di servizio risultassero sensibilmente adiacenti, inoltre la necessità di scegliere località elevate per allargare l'area di servizio dei trasmettitori, congiunta alla precedente condizione di adiacenza, ha permesso, nella maggior parte dei casi, la scelta di località in condizioni di reciproca diretta visibilità ottica, premessa indispensabile per il collegamento a microonde.

Nei pochi casi ove questa condizione non era soddisfatta, si sono previsti dei posti intermedi che, per ovvie ragioni di opportunità, saranno anche sede di piccoli impianti ripetitori locali.

Sempre allo scopo di rendere quanto più celere possibile l'attuazione del Piano e l'entrata in funzione dell'intera rete in modo praticamente simultaneo (condizione indispensabile alla possibilità dell'intercollegamento generale), la posizione dei singoli centri e dei posti ripetitori è stata accuratamente e deliberatamente subordinata alla accertata possibilità di un immediato accesso stradale, che consentisse in ogni luogo quel contemporaneo inizio dei lavori che ne potrà assicurare il simultaneo compimento entro un ristrettissimo margine di tolleranza.

A tale scopo tutte le località considerate nel presente piano sono state oggetto di un accurato sopralluogo onde accertarne la effettiva rispondenza alle condizioni su esposte esaminando tutte le alternative possibili e fissando finalmente la scelta su quelle che risultavano rispondere a tutte le condizioni richieste.

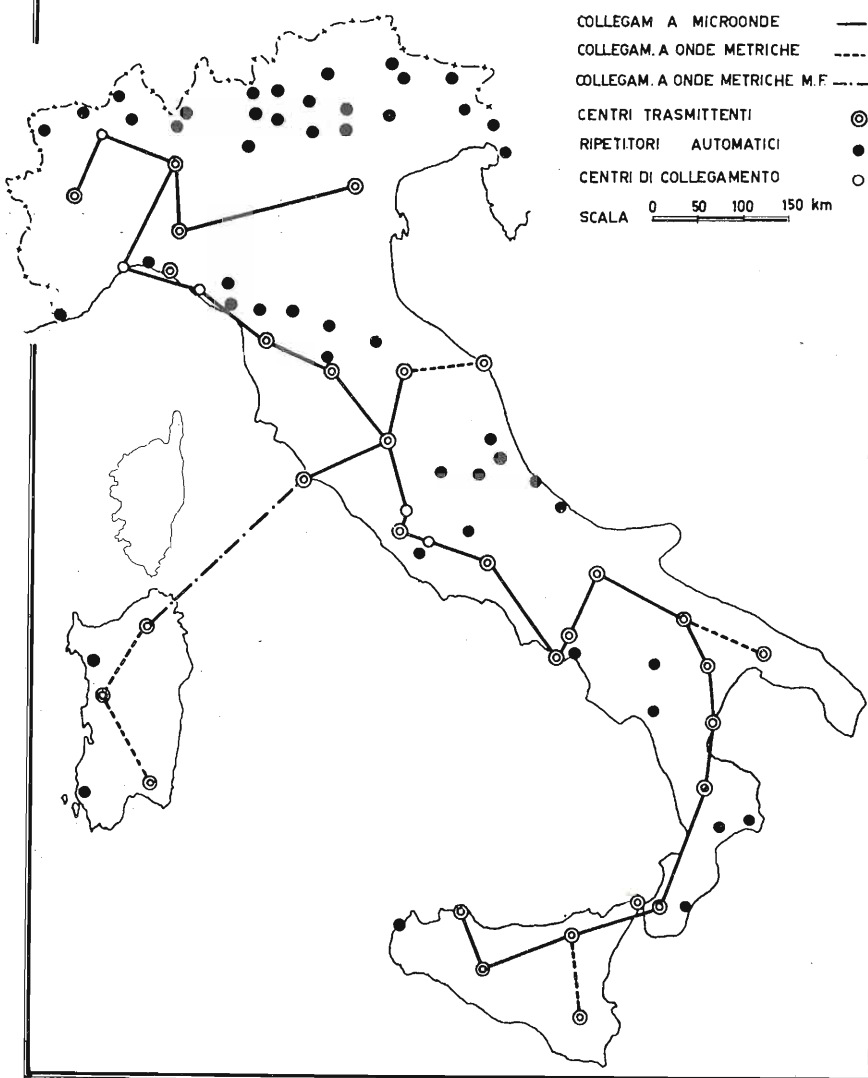
Prima di procedere ad una esposizione dettagliata del Piano, si ritiene opportuno fornire qualche precisazione circa la nomenclatura dei centri. Essi risultano suddivisi nelle tre categorie seguenti:

- principali
- secondari
- ripetitori automatici

senza alcun riferimento alla potenza dei trasmettitori né all'importanza dell'area servita, ma unicamente in base al sistema che si prevede di adottare nell'esercizio.

In particolare ci si è preoccupati di non assegnare come residenza permanente al personale quei centri che, per la loro



SCHEMA RETE AMPLIATA TV - MF  
E SISTEMI DI COLLEGAMENTO TV

altitudine, il loro isolamento, la difficoltà di accesso, renderebbero disagevole la vita al personale coniugato e con prole.

I centri sono quindi denominati « principali » quando il personale vi ha stabile residenza o in alloggi predisposti o in un centro abitato di immediato e facile accesso con i comuni mezzi di trasporto.

Sono denominati « secondari » quando, all'infuori del custode che risiede sempre al centro, il personale tecnico di servizio viene fornito a turni quindicinali periodici dal centro principale più prossimo, il cui organico è previsto in proporzione del numero di centri secondari che da esso dipendono per il personale.

Per centri « ripetitori automatici » si intendono quegli impianti TV di potenza non superiore a 50 Watt o radiofonici a MF di potenza non maggiore di 200 Watt, che non sono presidiati essendo la loro accensione e il loro spegnimento regolati da apposito orologio con orario settimanale predisposto e la cui sorveglianza è affidata a personale esterno all'Ente avente il solo compito di sorvegliarne il funzionamento regolare mediante un normale

ricevitore ed effettuare quindi, in caso di guasto, la commutazione (eventualmente con telecomando) dall'apparato in servizio a quello di riserva e darne quindi successiva comunicazione telefonica al centro principale più prossimo che provvederà a inviare un tecnico per le verifiche e le riparazioni del caso.

## DESCRIZIONE DEL PIANO

Nel suo complesso il seguente Piano si può suddividere in cinque gruppi di opere che, pur potendo e dovendo svolgersi simultaneamente, costituiscono ciascuna singolarmente la risoluzione di un gruppo di problemi dei quali alcuni sono da considerarsi isolati e altri fra loro interdipendenti. Essi possono riassumersi come segue:

a) *Integrazione del servizio attuale mediante impianti ripetitori automatici*

Come è noto molte regioni delle valli alpine e dell'Appennino centrale sono ancora escluse dal servizio della rete esistente perchè per esse non sussiste la condizione della diretta visibilità ottica

rispetto al centro trasmittente più prossimo e, d'altra parte, la configurazione orografica delle singole zone sconsiglia decisamente l'impianto di centri trasmettenti principali la cui area di servizio risulterebbe straordinariamente ridotta rispetto alle spese d'impianto.

Il presente Piano prevede pertanto di ovviare a queste lacune mediante l'installazione di un certo numero di posti ripetitori satelliti a funzionamento automatico non sorvegliati in modo da ridurre al minimo le spese d'impianto e d'esercizio.

A tal fine è stata indetta una gara fra le varie industrie elettroniche invitandole a presentare i prototipi di apparecchiature ripetitrici per TV sul principio della ricezione e successiva ritrasmissione previa una semplice e unica trasposizione di frequenza delle portanti audio e video da un canale TV a un altro non adiacente escludendo qualsiasi processo di demodulazione o di separazione delle portanti.

Questo sistema, che non comporta nessuna sensibile limitazione della banda passante non essendo richiesta nessuna discriminazione fra le frequenze portanti audio e video, può risultare straordinariamente economico se limitato a una potenza di uscita dell'ordine di alcuni Watt, così da rendere facilmente evitabili eventuali fenomeni di modulazione incrociata sia nello stadio convertitore di frequenza sia, e soprattutto, nella successiva amplificazione lineare delle due portanti.

La potenza di 5 Watt di cresta, considerando che la portata utile di questi impianti è, nella stragrande maggioranza dei casi, limitata a pochi chilometri da quegli stessi ostacoli naturali che ne rendono necessaria l'installazione, è generalmente sufficiente per raggiungere campi dell'ordine di 0,5 mV/m ai limiti dell'orizzonte ottico.

Nei pochi casi in cui tale orizzonte visibile risulti più vasto, la potenza di questi ripetitori potrà venire portata a 50 o anche a 200 Watt, in modo da garantire la necessaria intensità di campo nei limiti della possibile area di servizio.

Tale è il caso dell'impianto ripetitore di San Cerbone presso Firenze, di imminente installazione, la cui potenza sarà di 200 Watt considerando che la sua area di servizio è assai vasta estendendosi da Pistoia fino ad Arezzo. A tutti questi ripetitori saranno affiancate analoghe apparecchiature ripetitrici automatiche per il servizio radiofonico a modulazione di frequenza.

Non è escluso che il numero dei centri in cui verranno installati i ripetitori MF sia un po' minore di quello previsto per i ripetitori TV, in quantochè, per le frequenze utilizzate e per le caratteristiche di trasmissione e ricezione meno severe di quelle richieste per la TV, in alcuni punti il servizio MF può essere assicurato da centri più lontani senza necessità di un ripetitore locale.

Tali impianti ripetitori saranno a funzionamento automatico con accensione e spegnimento regolati da orologi con orario settimanale predisposto.

Le apparecchiature sono previste in doppio, una in servizio ed una di riserva, commutabili in caso di avaria o manualmente o a mezzo di telecomando da apposito incaricato residente in loco e che potrà essere, a seconda dei casi, persona di fiducia appartenente alla Amministrazione Postale, Provinciale o Comunale.

Effettuata la commutazione l'incaricato

provvederà ad avvertire telefonicamente la sede più prossima della RAI affinché un tecnico venga inviato sul posto per la riparazione o sostituzione dell'organo avariato.

b) *Perfezionamento dell'attuale collegamento TV - Milano-Roma*

L'attuale collegamento fra Milano e Roma, effettuato come è noto mediante tre impianti ripetitori intermedi funzionanti a onde metriche modulati in ampiezza simili agli impianti di radiodiffusione circolare in ciascuno dei quali il segnale viene rivelato per alimentare il trasmettitore del collegamento, era stato attuato in via provvisoria prevedendo che con la entrata in servizio del collegamento in cavo coassiale fra Milano e Roma le relative apparecchiature avrebbero potuto essere integralmente utilizzate per altri impianti di diffusione circolare.

Anticipando ora l'estensione della rete si è reso necessario l'immediato ricupero delle apparecchiature e, considerando che in ogni caso l'impianto circolare di Monte Peglia dovrebbe essere alimentato per ponte radio, poichè esso si trova fuori dal tracciato seguito dal cavo, si è ravvisata l'opportunità di effettuare questo collegamento in modo definitivo mediante un sistema di ponti a microonde con funzionamento bilaterale simultaneo simile a quello già esistente fra Torino-Milano e Monte Penice ed a quelli previsti per l'ulteriore estensione della rete.

Per eseguire questa trasformazione, che costituirà una via di riserva fra Milano e Roma anche dopo la attivazione del cavo coassiale e che consentirà comunque l'alimentazione dei centri di Monte Peglia e Monte Serra indifferenzialmente dal Nord o dal Sud, è stata prevista l'installazione di tre posti ripetitori intermedi onde accorciare la tratta Monte Beigua - Monte Serra e spezzare le tratte Monte Serra - Monte Peglia e Monte Peglia - Roma, attualmente in condizioni di non visibilità ottica, facendo perno su località che, consentendo la visibilità ottica, riducono la lunghezza dei percorsi entro i limiti normalmente ammessi per questi collegamenti.

Sono quindi stati previsti i posti ripetitori di Monte S. Nicola, Poggio La Croce e Morlupo. A Poggio La Croce sarà probabilmente installato anche un piccolo posto ripetitore TV per servizio locale.

Ognuno dei posti ripetitori di questo collegamento assicurerà il transito mediante semplice cambiamento di frequenza senza demodulazione in modo da consentire la massima fedeltà di riproduzione sull'intero percorso Milano - Roma. Un demodulatore ausiliario derivato nei punti ove esiste un trasmettitore circolare consentirà peraltro la sua alimentazione, mentre un certo numero di modulatori portatili, in dotazione alle squadre di ripresa mobili, consentirà di effettuare riprese e di inserirle in rete da qualunque punto della catena.

c) *Estensione del servizio all'Italia Centrale*

Essa avverrà mediante i centri di Monte Argentario, Monte Nerone e Monte Conero. A quest'ultimo si appoggeranno i ripetitori satelliti di Ascoli e Teramo mentre da Monte Argentario si dipartirà il collegamento a onde metriche modulate in frequenza verso la Sardegna.

Tanto il Monte Argentario quanto il Monte Nerone saranno collegati al Centro

di smistamento di Monte Peglia mediante derivazioni del ponte a microonde sempre del tipo bilaterale simultaneo.

Il centro marginale di Monte Conero sarà alimentato a rimbalzo per relé diretto da Monte Nerone.

Per ciò che concerne le trasmissioni radiofoniche in MF si prevede di derivare mediante un collegamento a rimbalzo gli impianti di Monte Argentario e quelli di Monte Nerone a partire dal centro di Monte Peglia.

Pure a rimbalzo verranno effettuati i collegamenti MF tra il Monte Argentario e la Sardegna e quelli nell'interno della Sardegna.

d) *Estensione del servizio all'Italia Meridionale e alla Sicilia*

Tale estensione è prevista mediante otto centri trasmettenti principali e sette centri secondari destinati sia ad assicurare il collegamento a microonde fra i centri principali, sia ad integrarne le aree di servizio con adeguati trasmettitori circolari.

Sono centri principali: Monte Faito, Monte Sambuco, Monte Caccia, Orimini, Monte Scuro, Gambarie, Monte Lauro e Monte Pellegrino.

Sono centri secondari: Monte Cavo, Monte Favone, Monte Vergine, Miglionico, Roseto Capo Spulico, Monte Soro e Monte Cammarata.

Il collegamento a microonde audio e video, sempre del tipo bilaterale simultaneo, raggiungerà la Sicilia partendo da Roma e Napoli attraverso le Puglie e la Calabria consentendo così l'immediata attivazione del servizio in Puglia, regione per la quale non è ancora prevedibile la data di attivazione del cavo coassiale.

Attraversando poi lo stretto fra Gabbie e Monte Soro, raggiungerà Monte Pellegrino attraverso a Monte Cammarata assai prima di quanto sarebbe possibile farlo con il cavo coassiale.

Tutti gli impianti di questo gruppo formano una catena continua del collegamento a microonde ad eccezione di quelli di Orimini e Monte Lauro che, essendo marginali, saranno alimentati per rimbalzo diretto rispettivamente da Monte Caccia e da Monte Soro.

Integreranno il servizio un certo numero di posti ripetitori satelliti la cui potenza sarà compresa fra 5 e 200 Watt secondo l'estensione delle rispettive aree di servizio.

e) *Estensione del servizio alla Sardegna*

Il problema di raggiungere la Sardegna col servizio di televisione è stato attentamente studiato di concerto fra la RAI e il Ministero PP.TT. concludendo che l'unica soluzione possibile appare quella di un collegamento a onde metriche modulate in frequenza fra Monte Argentario e Monte Limbara. Il profilo del percorso, eccedente alquanto i limiti della portata ottica, rimane contenuto con discreto margine in quelli della portata elettrica (maggiorazione del raggio terrestre nel rapporto 4/3), ciò che fa ritenere che il collegamento possa essere stabilito con sufficiente stabilità.

Sono infatti già state iniziate misure ed esperienze tendenti ad accertare quale sia la gamma di frequenze più idonea fra quelle comprese nell'intervallo da 60 a 600 MHz.

La scelta definitiva della frequenza dovrà inoltre essere subordinata alla necessità di raggiungere un accordo circa le

frequenze usate dalle installazioni in progetto da parte della Difesa Aeronautica nelle località indicate.

Le prove che sono in corso verranno proseguite nei prossimi mesi cosicchè una decisione definitiva sulla frequenza scelta potrà essere presa entro il 1955 ma, poichè i lavori relativi potranno essere iniziati anche prima della conclusione delle esperienze, si ritiene che anche la rete sarda possa essere portata a compimento nello stesso termine previsto per tutti gli altri impianti o, quanto meno, con lievissimo ritardo.

Circa la sua costituzione, essendo il collegamento Argentario-Limbara previsto nel solo senso Continente - Sardegna, a causa delle incertezze che ancora permangono sulla sua effettiva efficienza, la rete sarda sarà disposta secondo una catena non reversibile, che da Monte Limbara raggiungerà tutti i centri previsti.

In questa ipotesi si è prevista una serie di posti trasmettenti fondati sul principio dei satelliti funzionanti come posti ripetitori a semplice cambiamento di canale alimentati direttamente dal centro più prossimo.

Così il trasmettitore di Monte Limbara considerato secondario nella nomenclatura perchè presidiato da personale non residente permanentemente, funzionerà da centro pilota per tutta la Sardegna. Esso alimenterà direttamente due ripetitori: uno automatico (non presidiato) presso Sassari e un altro da 200 Watt (presidiato da personale residente e quindi classificato come centro principale) a Punta Badde Urbara.

Da questo sarà alimentato un centro ripetitore satellite da 200 Watt a Monte Serpeddi che a sua volta alimenterà un satellite automatico di piccola potenza installato nella zona di Carbonia.

Questa successione di impianti a catena che prevede fino a tre rimbalzi consecutivi: dal Limbara a Badde Urbara, a Serpeddi e a Carbonia, è considerato tecnicamente corretta, se si considera che il sistema dei ripetitori satelliti a semplice trasposizione di canale, pur presentando lo svantaggio di non essere reversibile, offre tuttavia, dal punto di vista della qualità, le stesse garanzie di un collegamento a microonde. In quanto non altera minimamente la larghezza di banda del segnale trasmesso.

Poichè non occorre per ora che la rete sarda sia reversibile essendo il collegamento dal continente previsto in un senso solo, questa soluzione appare la più idonea sia per la sua semplicità di funzionamento (tutta la rete sarà tecnicamente affidata al personale residente nel centro principale di Badde Urbara) sia per la sua possibilità di rapida attuazione che consentirà di attivare la rete sarda nello stesso tempo di quello richiesto dagli altri impianti previsti nel piano.

La possibilità di fornire programmi dalla Sardegna al continente rimane subordinata alla realizzazione del collegamento in senso inverso fra Limbara ed Argentario, mentre la distribuzione nell'isola potrà sempre avvenire facendo convergere direttamente le riprese esterne sempre a Monte Limbara mediante gli usuali collegamenti mobili a microonde.

N.B. - Il numero e la posizione dei ripetitori automatici indicati nel testo e nella figura 1 sono semplicemente indicativi e suscettibili di variazioni a seconda della estensione effettiva delle aree di servizio dei trasmettitori principali e secondari.



Per ciò che concerne invece la trasmissione dei programmi radiofonici dalla Sardegna al continente, poichè si prevede, come accennato poc'anzi, di effettuare dei collegamenti a rimbalzo, nulla vieta che con opportune inversioni del senso della trasmissione e della ricezione la modulazione generata in Sardegna pervenga alle tre reti radiofoniche del continente.

Nel suo complesso il presente piano

prevede la possibilità di estensione del servizio a tutte le regioni in modo simultaneo e indipendente dalla data di entrata in funzione dei cavi coassiali prevedendo la possibilità di collegare i vari centri fra loro mediante una catena ininterrotta di ponti radio a microonde che si estenderà, se necessario con derivazioni trasversali, da Torino fino a Palermo.

Quando con la progressiva attivazione

delle singole tratte del cavo coassiale sarà possibile trasferire i programmi TV a grande distanza, con il loro ausilio la rete dei ponti potrà essere utilizzata sia per la distribuzione regionale ai vari centri partendo da un limitato numero di terminali del cavo, sia per raggiungere quei centri che, come Monte Peglia e Monte Nerone, risultano non raggiungibili dal tracciato previsto per i cavi.

## APPENDICE I.

### CONSIDERAZIONI SULLE POTENZE DA ASSEGNARSI AI TRASMETTITORI TV A SECONDA DELLA FREQUENZA USATA E DELL'AREA DI SERVIZIO

Nella descrizione generale del Piano non si è generalmente menzionato nè la frequenza di lavoro nè la potenza erogata dai singoli trasmettitori ad eccezione del caso dei ripetitori satelliti in cui si è dovuto tenere conto del valore massimo della potenza erogabile che è limitata dalla difficoltà di evitare economicamente i fenomeni di modulazione incrociata. L'assegnazione dei canali è stata fatta in base ai concetti qui appresso elencati.

Per i centri trasmettenti principali e secondari ove non esistono limitazioni pratiche della potenza dovute a difficoltà costruttive, questa va logicamente messa in relazione con l'area di servizio utile dell'impianto e con l'intensità minima di campo che si vuole assicurare ai limiti di questa area.

Come è ovvio, parlando di potenza necessaria per assicurare una certa intensità di campo, ci si riferisce alla potenza effettiva irradiata secondo il guadagno di antenna realizzabile con le varie frequenze usate.

Il calcolo di queste potenze si può fare con una discreta approssimazione per le aree di servizio prevalentemente pianeggianti o scarsamente ondulate attribuendo al terreno una conduttività media di  $\sigma = 5 \times 10^{-14}$  u.e.m. e considerando come altezza effettiva dell'antenna trasmittente il dislivello esistente fra le quote sul mare del trasmettitore e del punto più remoto dell'area di servizio.

A parità di potenza effettivamente irradiata, l'esperienza già acquisita con gli impianti in servizio, ha tuttavia dimostrato che, ove predomina sul percorso delle onde la superficie del mare o una distesa di terreno piano avente elevata conducibilità, i fenomeni di riflessione con conseguenti affievolimenti alterni col variare delle condizioni meteorologiche, sono più vistosi per le frequenze comprese nella banda III cosicchè in questo caso sono decisamente da preferirsi i canali conte-

nuti nelle bande I e II di Atlantic City.

Tenuto presente quanto sopra e considerando che in Italia si può disporre di un solo canale nella banda I (61-68 MHz), di un canale nella banda II (81-88 MHz) e di tre canali nella banda III (174-181 MHz, 200-207 MHz e 209-216 MHz) si è cercato di assegnare i canali delle bande I e II (compatibilmente con la necessità di evitare interferenze) a quei centri la cui area di servizio comprende dei tratti di mare o per i quali l'ondulosità del terreno particolarmente accentuata fa ritenere preferibile l'uso di queste frequenze che sono più suscettibili di superare gli ostacoli, per diffrazione.

Si è così assegnato il canale 1 ai centri principali di M. Nerone, M. Faito e Gambarie dei quali il primo serve una zona fortemente accidentata, mentre gli altri due hanno un'area di servizio che comprende dei considerevoli tratti di percorso marittimo.

Si è assegnato il canale 2 ai centri principali di M. Argentario e di Palermo per ragioni analoghe.

I canali della banda III comprendente il 3°, 4° e 5° canale italiano, sono stati assegnati invece agli altri centri indiscriminatamente ed unicamente secondo il criterio di evitare interferenze considerando che le relative aree di servizio o non sono molto estese o comprendono delle zone di terreno che anche se ondulate e di natura prevalentemente arida hanno un basso coefficiente di conducibilità.

Tale è il caso degli impianti principali di M. Sambuco, M. Caccia e Orimini in Puglia e di quelli di M. Lauro e M. Cammarata in Sicilia.

In Sardegna si sono assegnati canali della banda III ai centri di Limbara e di Serpeddi per analoghe ragioni, mentre si è riservato il canale 2 al centro principale di Punta Badde Urbara considerando che la sua area di servizio comprende delle

zone piuttosto accidentate specie nella direzione di Nuoro.

Ai vari centri ripetitori satelliti si sono assegnati di preferenza canali nella banda III per meglio sfruttarne la limitata potenza con antenna di elevato guadagno, limitando l'assegnazione dei canali 1 e 2 ai casi in cui ciò fosse consigliato dalla necessità di evitare interferenze o dall'altezza eccezionalmente elevata del ripetitore in zona montuosa molto accidentata (vedi Terminillo e Campo Imperatore).

Per quanto riguarda la potenza ci si è attenuti al concetto di assicurare un campo minimo non inferiore a 0,5 mV/m nelle località marginali dell'area di servizio prevista.

Per la predeterminazione di questi valori di campo ci si è valse dei grafici riportati dalla F.C.C. nella pubblicazione «Standard of good Engineering Practice concerning television Broadcast stations» del 1945 di cui si è potuto in molti casi constatare l'effettiva attendibilità.

Citiamo per esempio il caso di Gambarie - canale 1: assumendo 1200 metri come altezza dell'antenna trasmittente (invece dei 1360) si ottiene a 52 miglia e a 10 metri dal suolo e cioè al limite dell'area di servizio verso Acireale, un'intensità di campo di 0,5 mV per kW irradiato e pertanto si è previsto un trasmettitore della potenza di 0,5 kW con un guadagno di antenna pari a 10, ciò che fa prevedere un'intensità di campo nei pressi di Acireale pari a 1,12 mV/m.

Caso di Orimini - canale 4: assumendo 600 metri come altezza dell'antenna trasmittente si ottiene a Otranto alla distanza di 74 miglia e a 10 metri sul suolo una intensità di campo prevista di 60 µV per kW irradiato.

Disponendo di un trasmettitore da 5 kW con un guadagno di antenna pari a 20 nella direzione privilegiata, si può quindi contare su un'intensità di campo a Otranto di 0,6 mV/m.

Lo stesso concetto sarà seguito in sede esecutiva nel dimensionare sia la potenza erogata dal trasmettitore sia il guadagno di antenna dei singoli centri.

2000 megacicli sono da tempo in esercizio i seguenti collegamenti che presentano le caratteristiche a fianco indicate circa la percentuale del tempo di efficienza in un periodo di tempo che si estende da un minimo di sei mesi a un massimo di 2 anni:

**Banda intorno a 1000 MHz**

Torino - Trivero	77 km eff. 100 %
Trivero - Milano	82 km » 100 %
Milano - M. Penice	76 km » 100 %
M. Penice - M. Venda	197 km » 95 %

**Banda intorno a 2000 MHz**

M. Beigua - Milano	124 km eff. 100 %
M. Venda - M. Penice	197 km » 95 %

Dai dati di cui sopra è quindi legittimo

prevedere che in tutte le tratte previste dal piano fino alla lunghezza massima di 130 km il grado di efficienza del collegamento possa ritenersi assicurato per una percentuale del tempo prossima al 100% e che per l'unica tratta M. Scuro - Gambarie di 140 km questa efficienza possa assumere un valore intermedio tra il 95 e il 100% del tempo.

2) La catena dei ponti che collegherà Milano a Palermo attraverso a 20 tratte intermedie non è destinata a funzionare permanentemente per l'intero percorso poichè tra Milano e Roma e tra Roma, Napoli e Reggio Calabria, i programmi potranno essere convogliati attraverso al

cavo coassiale entro la fine del 1956 seppure in senso unilaterale nel solo tratto fra Roma e Reggio Calabria. Ciò ridurrà in modo sensibile il numero delle tratte del collegamento a microonde che si prevede di dovere usare in catena per la diffusione in rete dei programmi, i quali potranno, attraverso al cavo coassiale, essere spillati ai terminali di Milano, Roma, Napoli e Reggio C. In questa ipotesi i collegamenti a microonde potranno interessare non più di 3 o 4 tratte in senso ascendente o discendente a partire da ciascun caposaldo.

Assume quindi minore importanza il rischio che il sopraggiungere di un affievo-

limento prolungato su una tratta possa compromettere il servizio lungo l'intera rete e ciò perchè essendo il collegamento bilaterale simultaneo si potrà sempre rapidamente escludere la tratta difettosa alimentando il centro trasmettente interessato in senso inverso dal terminale successivo del cavo coassiale.

Si deve inoltre aggiungere che poichè ogni ripetitore del ponte radio è anche sede di un centro di diffusione circolare sarà ancora possibile per i brevi periodi in cui ciò risultasse necessario ricorrere fra due centri contigui al collegamento di emergenza con il sistema del rimbalzo diretto.

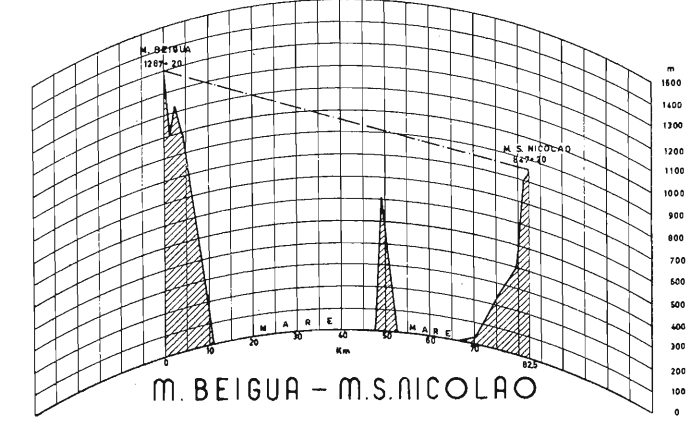
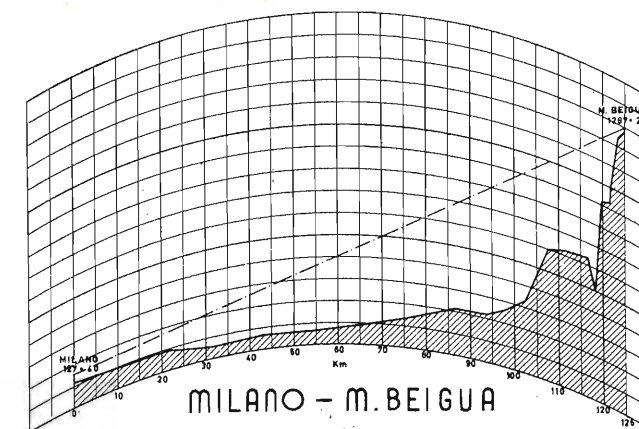
### DATI RIASSUNTIVI SUL SERVIZIO TV ED MF SECONDO IL PRESENTE PIANO

	Abitanti serviti	Percentuale (1)	Abbonati serviti	Percentuale (2)
Impianti attuali . . . . .	21.617.827	45,62 %	3.145.892	63,95 %
Impianti in progetto . . . . .	17.648.390	37,24 %	1.353.396	27,51 %
<b>Totali a piano ultimato . . . . .</b>	<b>39.266.217</b>	<b>82,86 %</b>	<b>4.499.288</b>	<b>91,46 %</b>

- (1) La percentuale degli abitanti serviti è riferita ai dati del bollettino mensile dell'Istituto Centrale di Statistica dell'agosto 1953 e cioè . . . . . 47.390.398
- (2) La percentuale degli abbonati alle radioaudizioni serviti è riferita al totale degli abbonamenti per uso privato al 30 giugno 1954 e cioè . . . . . 4.919.411

### ELENCO IMPIANTI TV E MF

A) Centri principali.	Roma	Gambarie	Monte San Nicolao	Roseto Capo Spulico
Torino	Monte Nerone	Monte Lauro	Poggio La Croce	Monte Soro
Milano	Monte Argentario	Monte Pellegrino	Morlupo	Monte Cammarata
Monte Penice	Monte Faito	Punta Badde Urbara	Monte Cavo	Messina
Monte Venda	Monte Sambuco	B) Centri secondari.	Monte Favone	Monte Conero
Portofino	Monte Caccia	Trivero	Monte Vergine	Monte Limbara
Monte Serra	Orimini	Monte Beigua	Miglionico	Monte Serpeddi
Monte Peglia	Monte Scuro			



## APPENDICE II.

### CONSIDERAZIONI SUL PROFILO E SULLE LUNGHEZZE DELLE TRATTE COSTITUENTI IL PROGETTATO COLLEGAMENTO TV MILANO - PALERMO

Nelle tavole dal n. 6 al n. 18 sono raccolti i profili delle singole tratte del collegamento a microonde tra Milano e Palermo e delle relative diramazioni.

Dall'esame di questi profili si può constatare come in linea generale siano stati accuratamente evitati i percorsi marittimi, ammettendoli solo nel caso che essi siano di brevissima lunghezza oppure nettamente interrotti da ostacoli terrestri nella zona centrale ove potrebbero manifestarsi fenomeni di riflessione. Per i percorsi terrestri ci si è in genere attenuti a una distanza

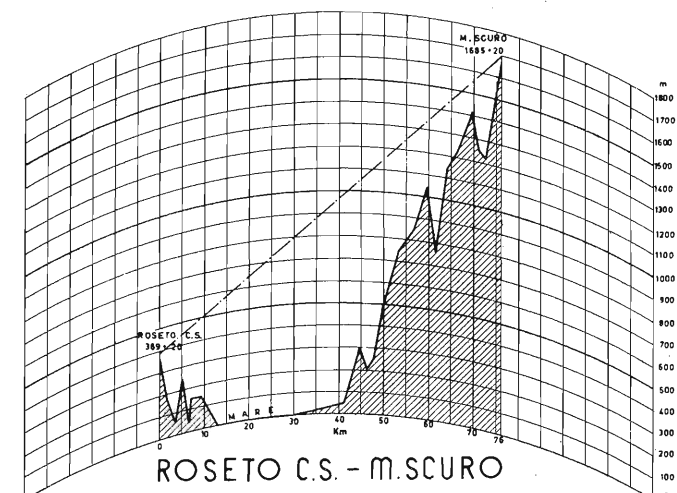
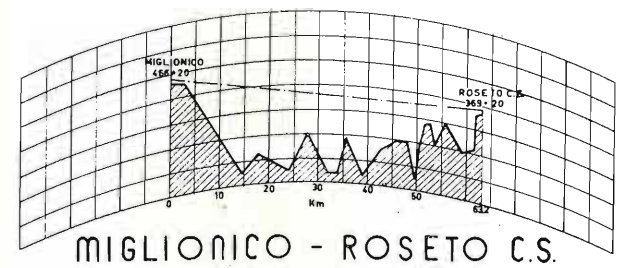
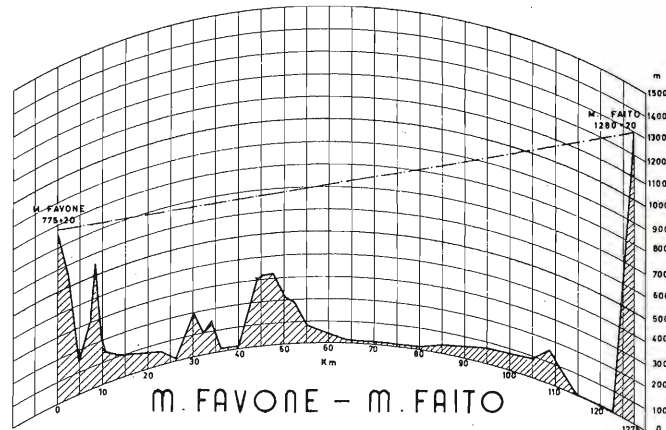
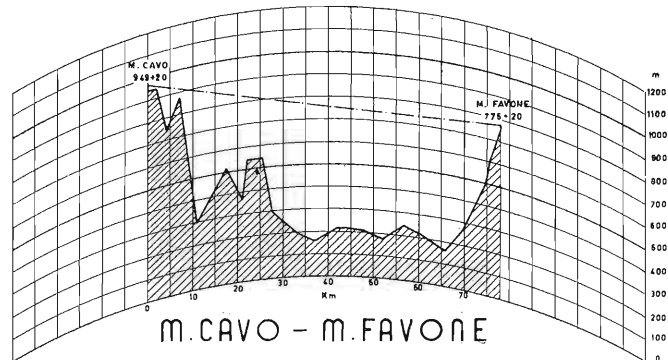
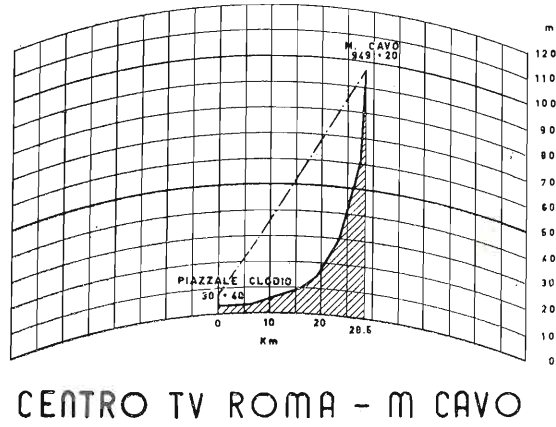
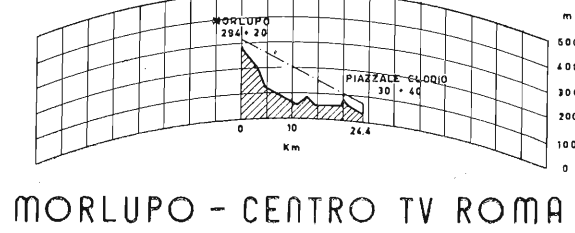
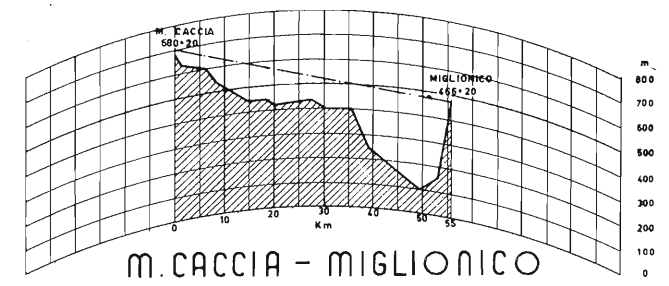
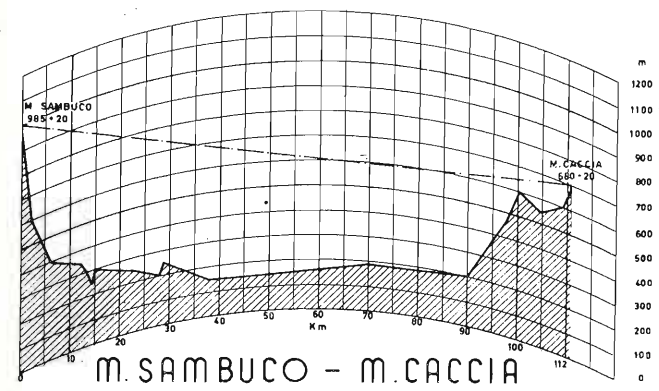
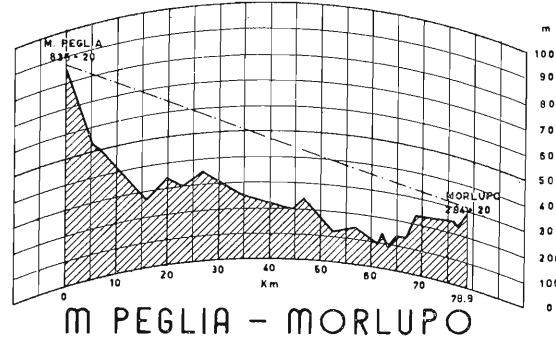
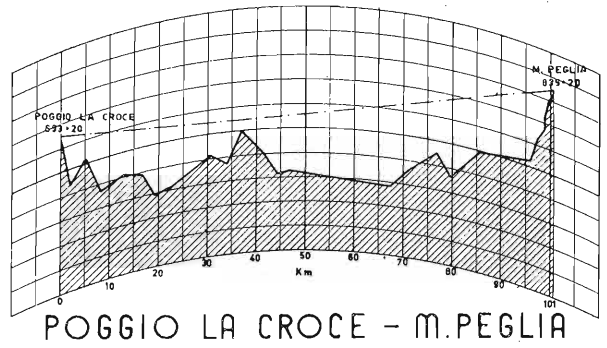
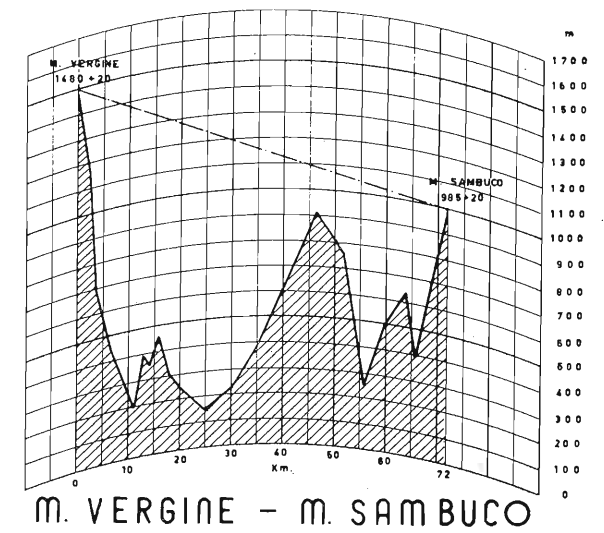
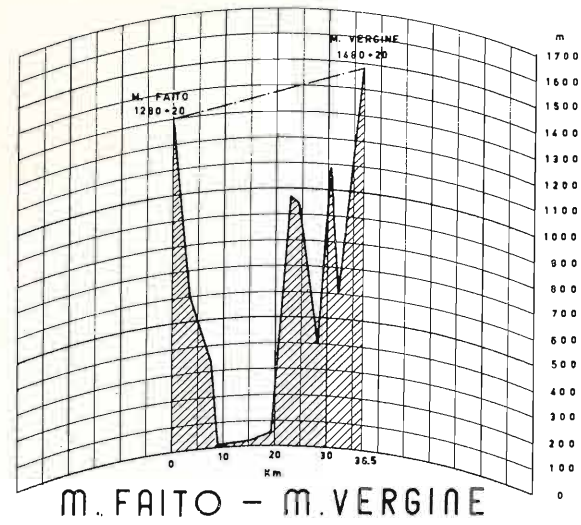
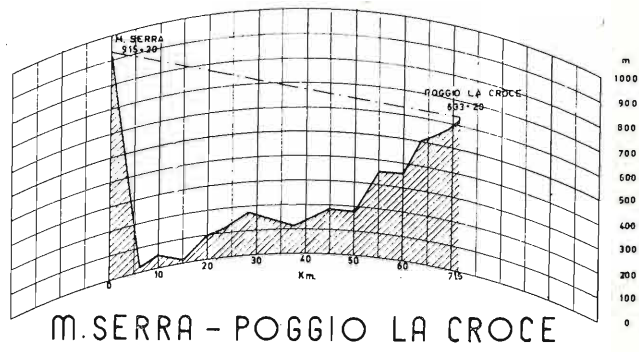
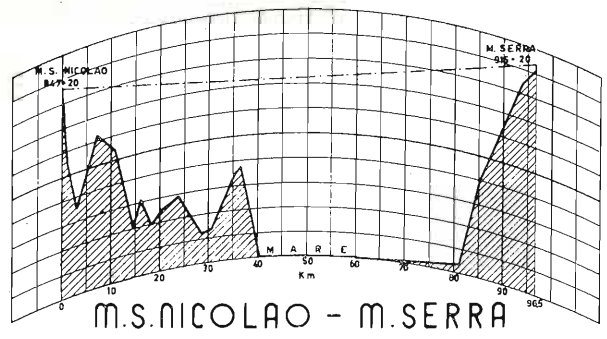
media generalmente inferiore a 100 km e in soli due casi si raggiungono i 130 km ed in uno i 140.

Si sono ammesse pertanto alcune tratte di lunghezza alquanto eccedente la pratica corrente in base alle seguenti considerazioni.

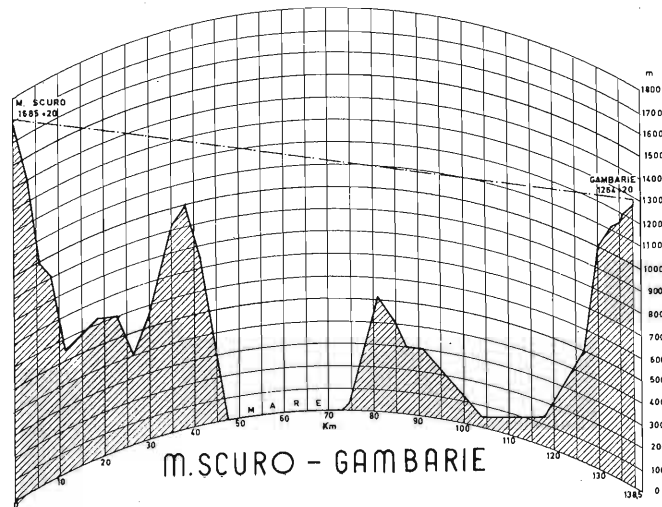
1) Nella rete televisiva germanica esistono parecchi collegamenti a microonde sulla banda di 2000 megacicli che raggiungono lunghezze uguali o maggiori a 160 km.

In Italia nelle due gamme del 1000 e

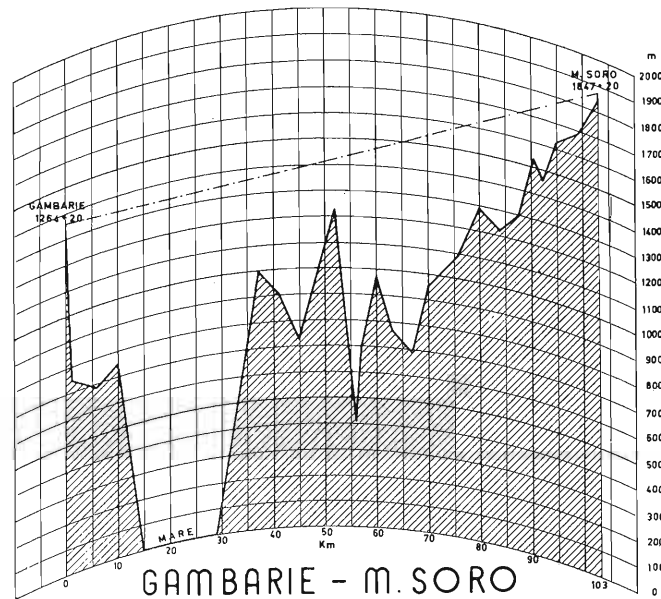




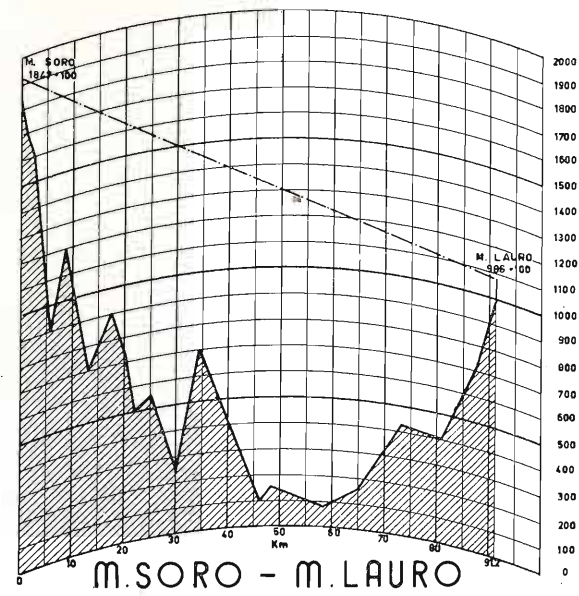




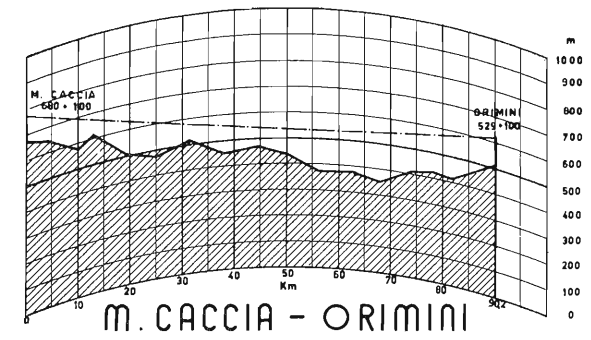
M. SCURO - GAMBARIE



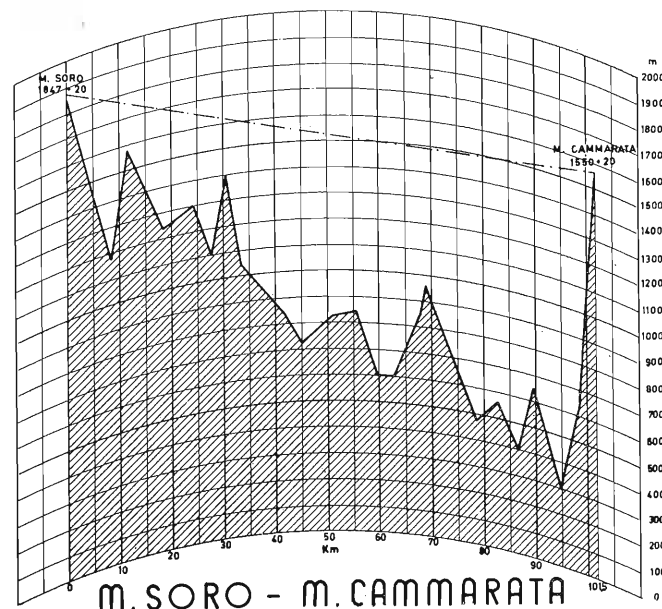
GAMBARIE - M. SORO



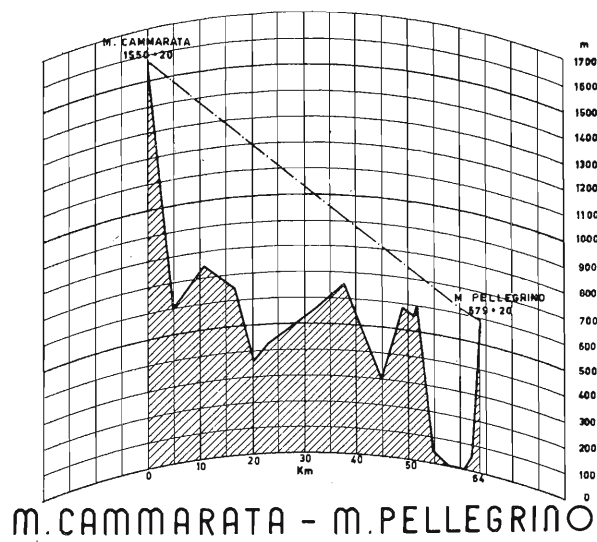
M. SORO - M. LAURO



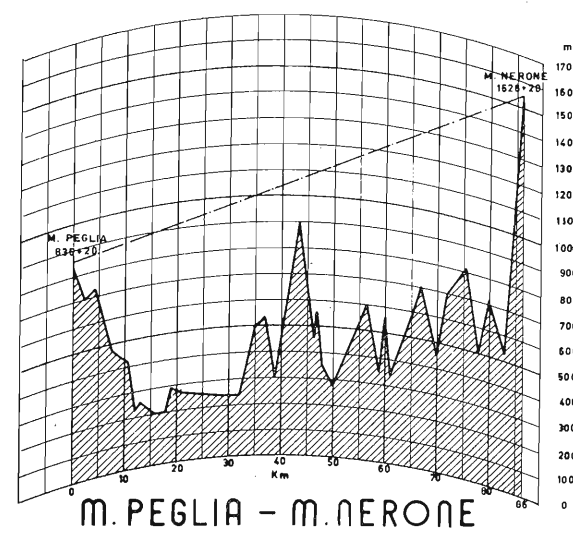
M. CACCIA - ORIMINI



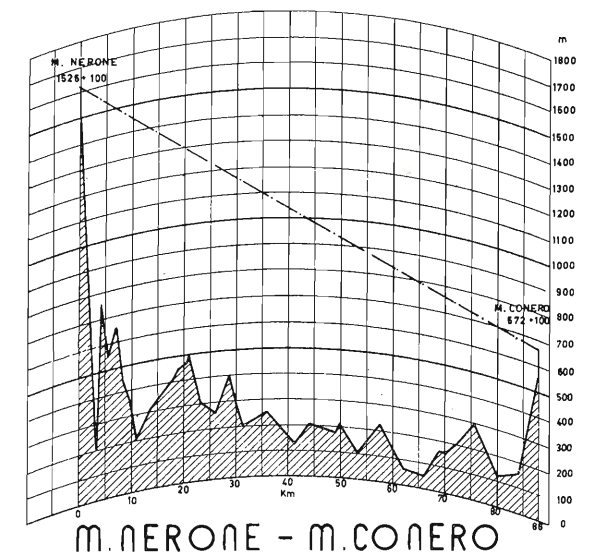
M. SORO - M. CAMMARATA



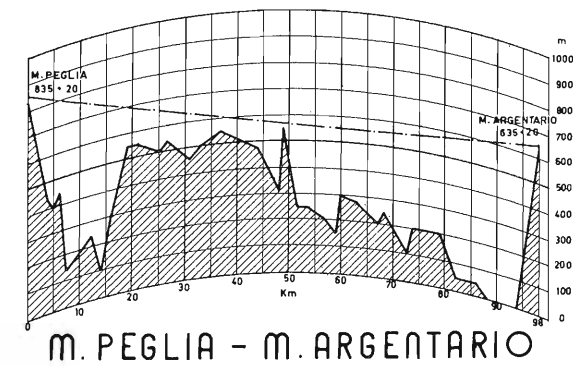
M. CAMMARATA - M. PELLEGRINO



M. PEGLIA - M. NERONE

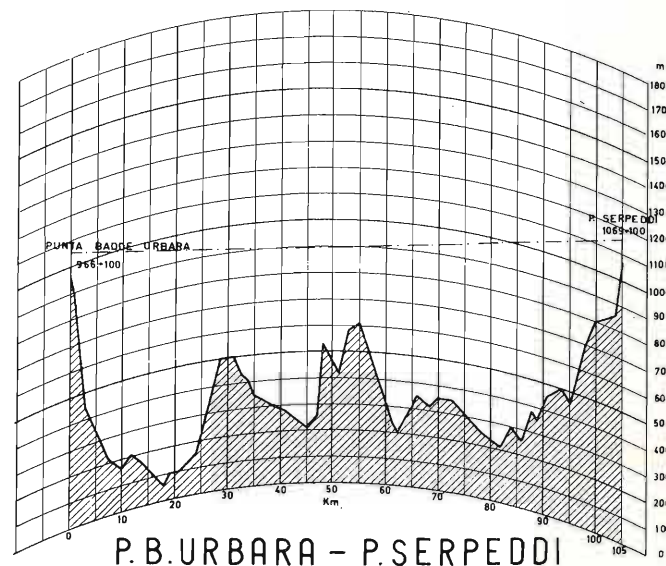
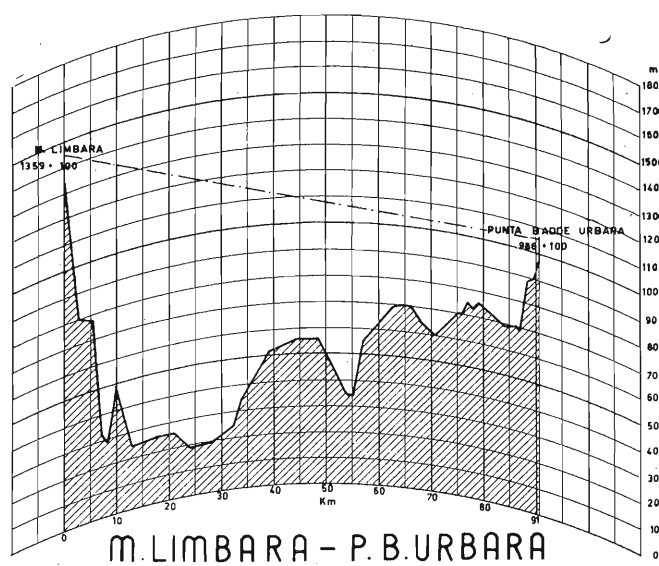
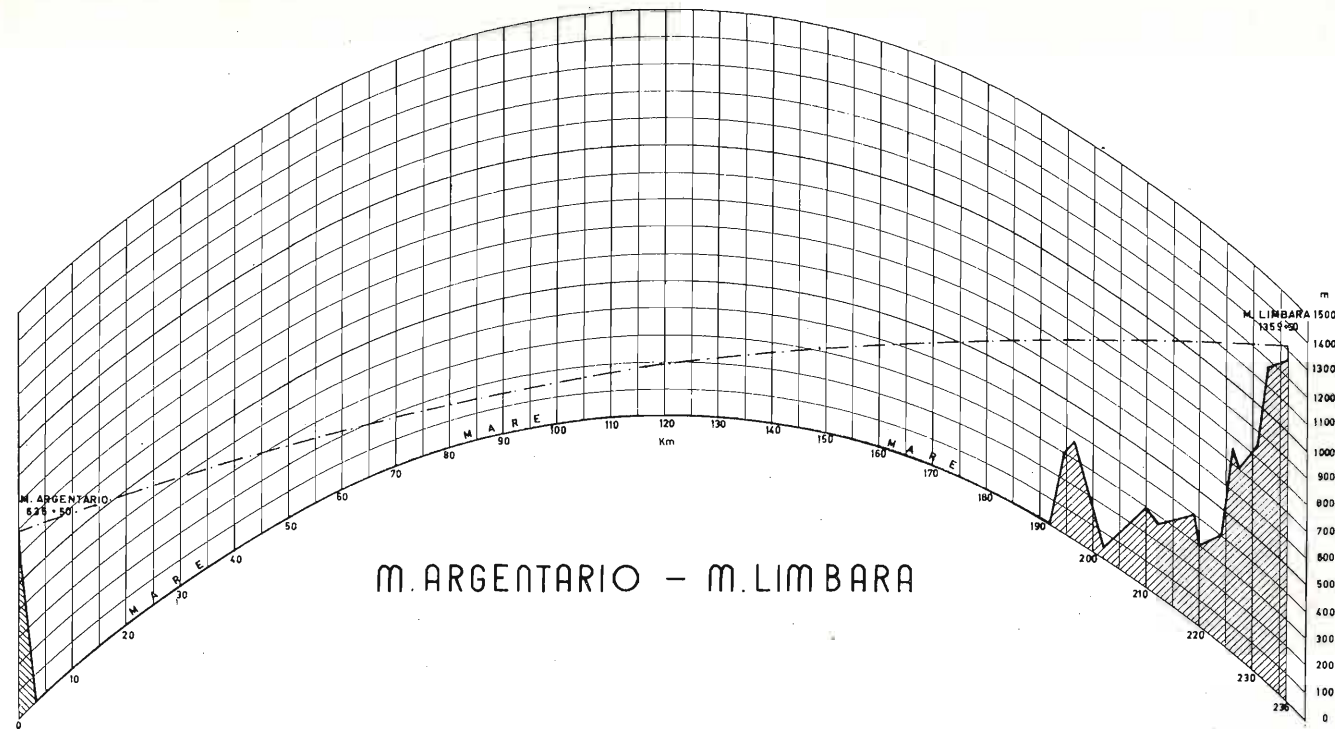


M. NERONE - M. CONERO



M. PEGLIA - M. ARGENTARIO





## Il numero di gennaio-febbraio di "CIVILTÀ DELLE MACCHINE"

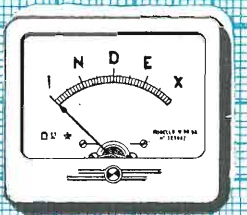
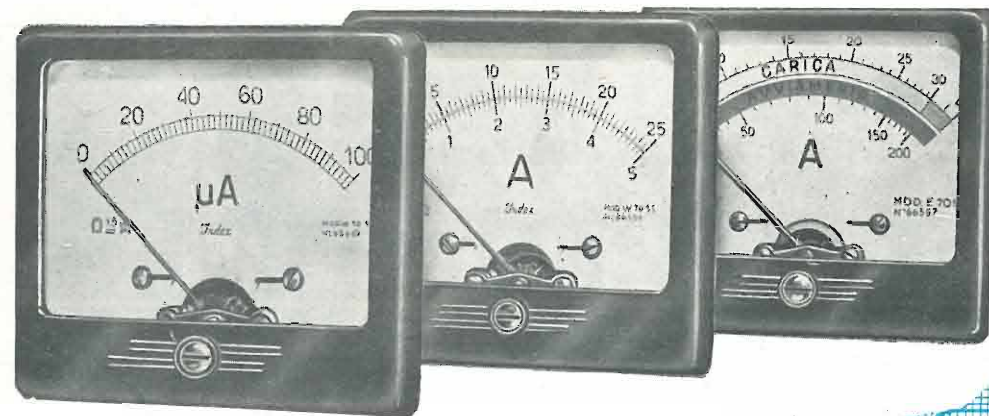
Col numero di gennaio-febbraio ora uscito la rivista «Civiltà delle Macchine», diretta da Leonardo Sinigalli, è entrata nel suo terzo anno di vita, guadagnandosi sempre più la simpatia di amici e conoscitori, dopo aver indicato qualche buona vena d'oro ai lettori curiosi di certi aspetti del mondo moderno. Questo numero porta un saggio di 24 pagine sulla Ricostruzione delle macchine leonardesche e sui Disegni di macchine di Leonardo a cura di Vittorio Somenzi e di Paolo Portoghesi. Le macchine di Leonardo da Vinci sono ancora il più bell'esempio di che cosa possa fruttare la grazia dell'arte quando è toccata dallo spirito della scienza. Un altro fondamentale saggio qui pubblicato è quello di Giulio Krall dedicato a Vito Volterra, la matematica e la scienza del suo tempo.

Le due inchieste di Giuseppe Luraghi e di Gino Martinoli intitolate Il contributo italiano di uomini sarà prezioso per l'avvenire dell'Europa e Luce sinistra sulle nostre forze del lavoro riguardano rispettivamente: 1) i documentati problemi di provvedere alla crescente carenza di braccia in Europa e 2) la necessità di elevare il livello della preparazione tecnica di coloro che costituiranno i futuri quadri dell'industria italiana.

Il numero contiene notizie sulla situazione economica della Jugoslavia, sulle recenti prove fatte dagli americani coi missili, sullo stato della pesca in Sicilia, sui dischi volanti.

Si rende noto che lo stesso bandisce tra architetti, ingegneri, arredatori, un concorso dotato di un milione e mezzo di premi, per l'arredamento dell'autobus «Romeo». Le 84 pagine, di cui 16 a colori, di «Civiltà delle Macchine» sono in vendita nelle edicole al prezzo di L. 500.

SEMISPORGENTI  
DA PANNELLO



SERIE "SS,"  
In esecuzione a  
bobina mobile ed  
elettromagnetica.

STRUMENTI ELETTRICI DI MISURA

# INDEX

DA PANNELLO - DA QUADRO - PORTATILI

# SERIE

# "GLASS,"

ALLA XXXIII FIERA DI MILANO  
PADIGLIONE 33 - STAND 33147



NOVITÀ  
1955

FABBRICA STRUMENTI ELETTRICI DI MISURA - VIA NICOLA D'APULIA, 12 - TEL. 243.477 - MILANO

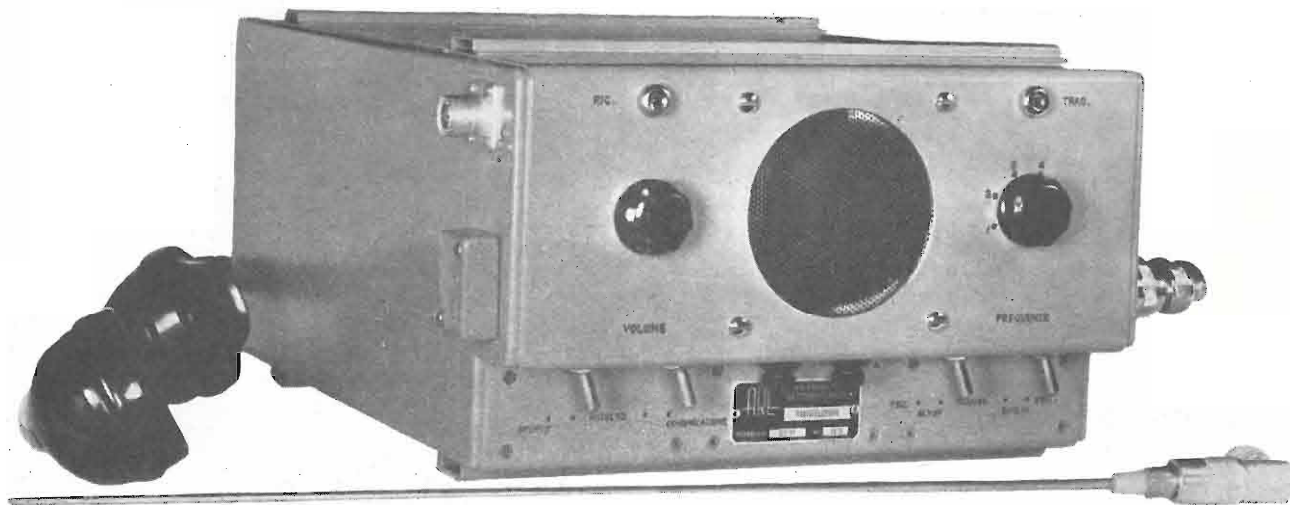


**CREAS**  
CONDENSATORI

condensatori elettrici  
per applicazioni radio  
e televisione

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

## RADIOTELEFONO PER MEZZI MOBILI MF 11



Frequenza di lavoro: 156 ÷ 174 Mhz  
Potenza di antenna: 15 W circa  
Alimentazione: 6 V oppure 12 V c.c.

Consumo: 50 W ric. 100 W tras.  
Peso: kg. 15 circa  
Dimensioni: m/m 270 x 380 x 170

MONOGRAFIE A RICHIESTA

# ARC

PONTI RADIO - STABILIZZATORI AUTOMATICI DI TENSIONE - RADIOPROFESIONALE  
APPLICAZIONI RADIO ELETTRONICHE  
BUSTO ARSIZIO - VIA PRIVATA AMALFI, 8 - TEL. 34-120 - C.C.I.A. 477.44

# MEGA RADIO

TORINO VIA GIACINTO COLLEGGNO 22 - TEL. 77.33.46 - MILANO FORO BUONAPARTE 55 - TEL. 86.19.33



Generatore di segnali  
(Sweep Marcher)  
Mod. 106-A - Serie TV



Oscillogr. a larga banda  
Mod. 108-A - Serie TV



Videometro  
(Generatore di barre)  
Mod. 102 - Serie TV



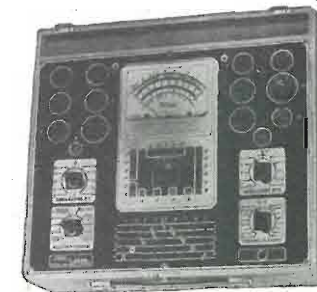
Grid Dip Meter  
Mod. 112-A - Serie TV



Voltmetro elettronico  
Mod. 104-A - Serie TV



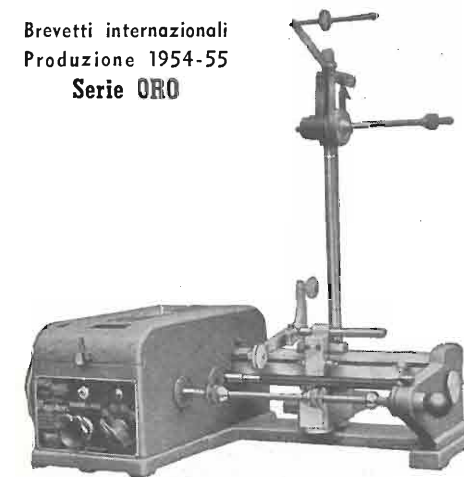
Super Analizzatore  
« Constant » Mod. 101 - Serie TV



Provavalvole « P.V. 20 D »  
Serie TV

## Avvolgitrici « MEGATRON »

Brevetti internazionali  
Produzione 1954-55  
Serie ORO



Avvolgitrici lineari da 1 a 6 carrelli per lavorazioni di serie; lineari e a nido d'ape; lineari per la lavorazione dei fili capillari; lineari per la lavorazione dei fili capillari con complesso per la decrescenza dell'avvolgimento, ecc.

Le nostre Avvolgitrici sistema Megatron, impiegano per la traslazione del carrello e per l'inversione di marcia, sia manuale che automatica, un complesso elettromagnetico. Esso ha permesso di eliminare definitivamente gli antiquati sistemi meccanici e tutti gli inconvenienti da questi derivati. Megatron è sinonimo di perfezione tecnica, silenziosità d'uso, alta velocità di lavoro; è l'avvolgitrice creata per Voi.

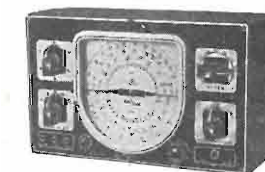
Nessuna avvolgitrice può darvi le prestazioni della MEGATRON.



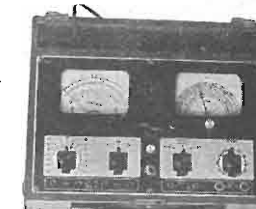
Analizzatore  
« Pratical »



Analizzatore  
« T. C. 18 D »



Oscillatore modulato  
« C. B. V. »



« Combinat »  
(Complesso analizzatore  
oscillatore)

Per gli strumenti che Vi interessano, siete pregati di chiederci la particolare documentazione tecnica

VISITATECI ALLA FIERA INTERNAZIONALE DI MILANO - Pad. Radio TV - Post. 33311





FABBRICA APPARECCHI E MATERIALI RADIO TELEVISIVI  
**ANSALDO LORENZ INVICTUS**  
 MILANO - Via Lecco, 16 - Telefoni 221.816 - 276.307 - 223.567

**ANSALDINO serie miniature 6 VT**



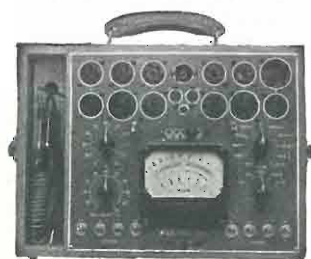
Apparecchio Super, 5 valvole, 2 campi d'onde medie e corte, forte e perfetta ricezione, mobiletto bachelite color avorio, verde, rosso, grigio a richiesta. Dimensioni cm. 10x17x25

Al rivenditore **Lire 11.000**

**TESTERINO**

È uscito un nuovo **TESTERINO TASCABILE** 20.000 Ohm-Volt 19 portate misure sino a 5 Megaohm **LIRE 13.000**

Ecco 2 strumenti che completano l'attrezzatura del radoriparatore:



**PROVAVALVOLE**

10.000 ohm x Volt con zoccoli di tutti i tipi compreso i Noval.

Lire 30.000

**TESTER**

1.000 ohm x V.	L. 8.000
5.000 ohm x V.	L. 9.500
10.000 ohm x V.	L. 12.000
20.000 ohm x V.	L. 17.000

**Analizzatore elettronico**

Serie IV . . . . L. 40.000



**VISITATECI ALLA FIERA DI MILANO - 12-27 APRILE**

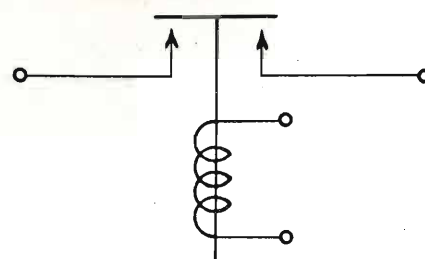
Pad. 33 ELETTRONICA Stan1 33243 - Pad. 33 RADIO Stand 33314 - Pad. 33 TELEVISIONE Stand 33578

*Radio Televisione Telefonia  
Galvanoplastica Elettoterapia*

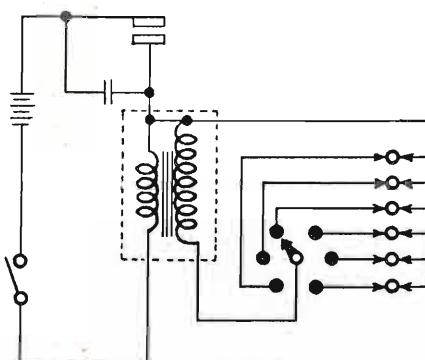
*Strumenti di misura*

**C.C.M. CASSINELLI & C. MILANO** VIA B. ORIANI 1 TEL. 991121

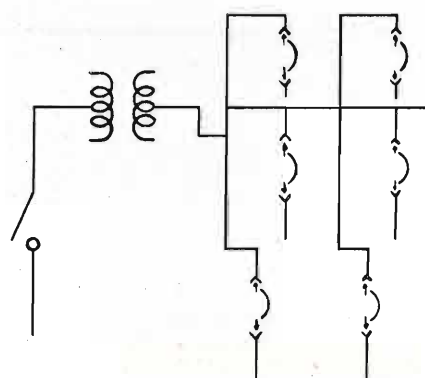
**contatti per tutte le applicazioni**



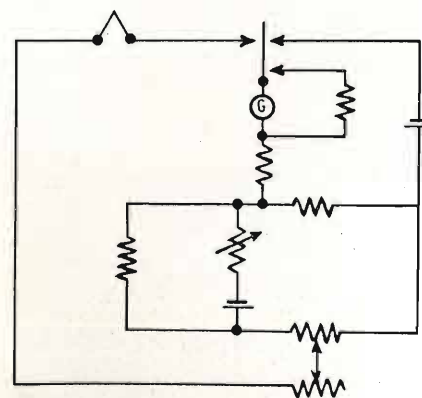
comandi di forni; forni a induzione; magneti di motori aerei; telescriventi;



calcolatrici; contatori; registratori; indicatori; dispositivi di regolazione automatica; regolatori di tensione;



autocomandi di tensione; apparecchiature per il comando della corrente; regolatori di motori;



accensioni per auto; interruttori di massima; interruttori d'intensità; interruttori per lampeggiatori d'auto.

**Metalli Preziosi S.p.A.**

**Milano**

\* PATTINI



AGENTE DI VENDITA PER L'ITALIA:

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

VIA CLERICETTI, 40 - TELEF. 292-867



CAVI PER ALTA FREQUENZA E TELEVISIONE

CAVI PER RADAR

CAVI PER PONTI RADIO

CAVI PER RAGGI X

CAVI PER A.T. IN POLITENE

CAVI PER MACCHINE ELETTRONICHE E APPARECCHI  
DI MISURA

FILI DI RAME CON SMALTO TIPO SALDABILE SOLVIT

FILI SMALTATI AUTOIMPREGNANTI

FILI PER CABLAGGI E CONNESSIONE M. 49 Dätwyler  
(Brevettati)

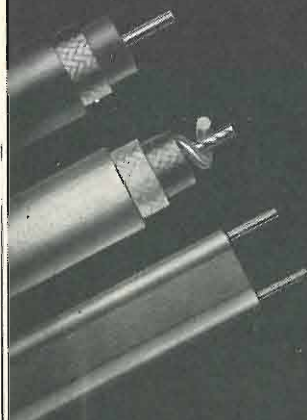
CORDONCINI LITZ SALDABILI

GIUNTI E TERMINALI PER CAVI T.V. E A.F.

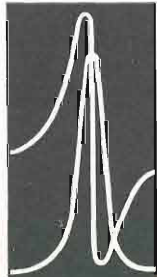
DEPOSITI A:

MILANO - ROMA - FIRENZE - BOLOGNA - TORINO - PADOVA

CAVI ALTA FREQUENZA  
E TELEVISIONE



Dätwyler S.A.



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

MANIFATTURA SVIZZERA  
DI FILI, CAVI E CAUCCIO  
ALTDORF - URI

Questa lettera è diretta per conoscenza  
a tutti gli industriali che nei loro prodotti  
usano manufatti di materia plastica.



Milano, 7 gennaio 1955

Spett.  
VAPOR METAL PLASTIC  
Via Gasparotto, 4  
M I L A N O

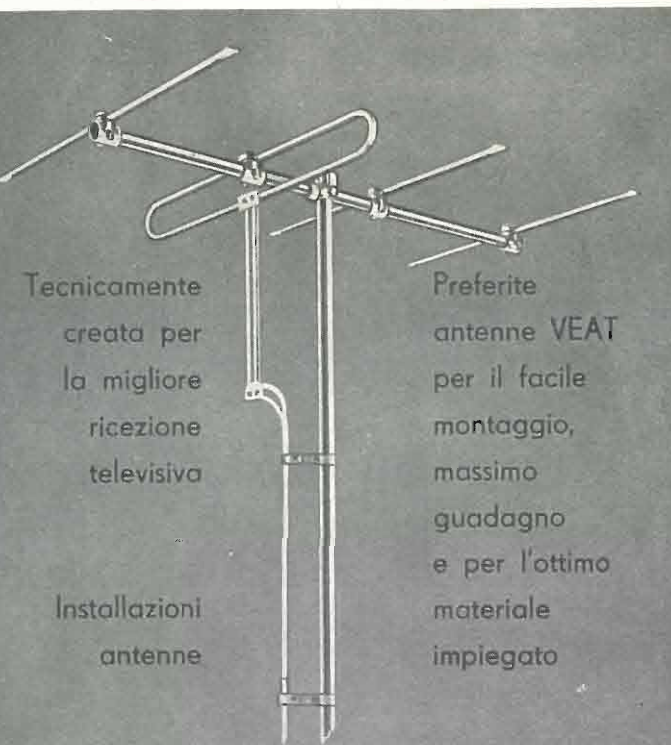
Siamo lieti di potervi dire che, grazie al Vostro lavoro di metallizzazione e colorazione sotto vuoto, abbiamo potuto valorizzare il nostro prodotto di materia plastica stampata ed aumentare il nostro giro di affari del 300%. Tanto Vi dovevamo per nostro obbligo. Con il nostro augurio per il successo del Vostro lavoro Vi inviamo i nostri più cordiali saluti.

S.N.T.  
(firma a disposizione)



Chiedete campionatura a:

**VAPOR METAL PLASTIC**  
MILANO - VIA GASPAROTTO, 4



Tecnicamente  
creata per  
la migliore  
ricezione  
televisiva

Installazioni  
antenne

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

Servizio Assistenza Tecnica TV

VEAT

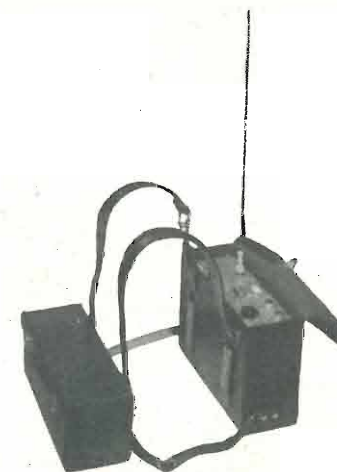
ANTENNE TELEVISIONE e F. M.

Piazza Piola 12

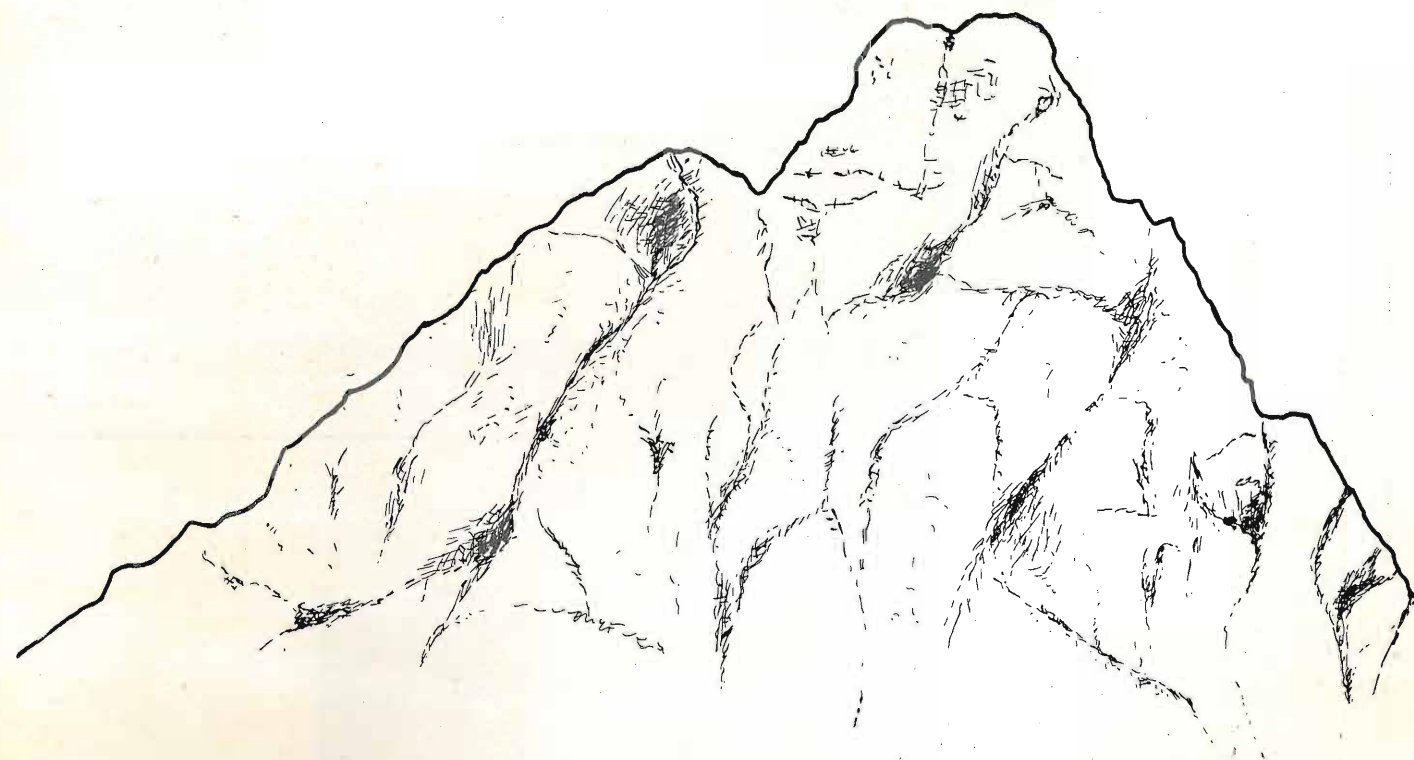
MILANO

Telefono 292.292

*I ricetrasmittitori ELIT  
a modulazione di frequenza  
sul Cervino  
per la  
RAI - Radiotelevisione Italiana*



RICETRASMETTITORE MF 21



RICEVITORE RMF 31



TRASMETTITORE TMF 41

"..... un complesso super-leggero a  
modulazione di frequenza certo all'avanguardia nel campo dei collegamenti mobili a onde metriche.  
**SBALORDITIVI I RISULTATI!**"

(Dal « Radlocorriere » n. 33; 15-21 agosto 1954)

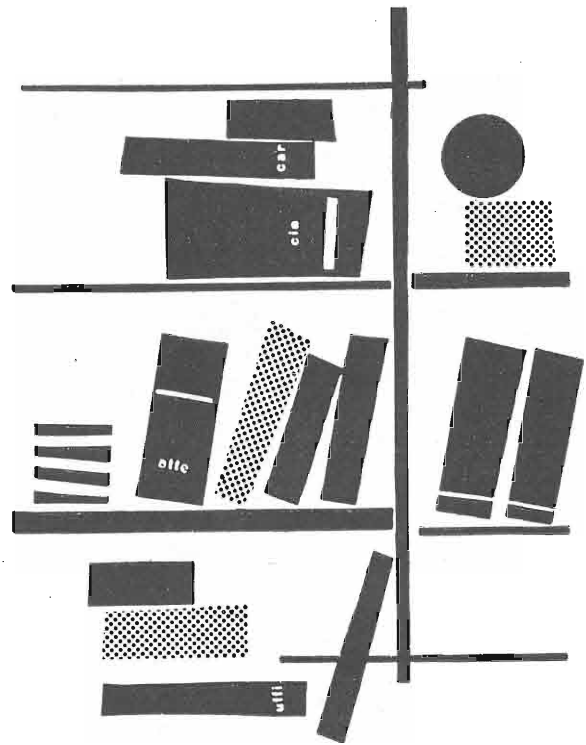
PER INFORMAZIONI TECNICHE E PREVENTIVI:



**ELETTRONICA ITALIANA**

VIA SALVIONI, 14 - MILANO - TELEF. 91.888





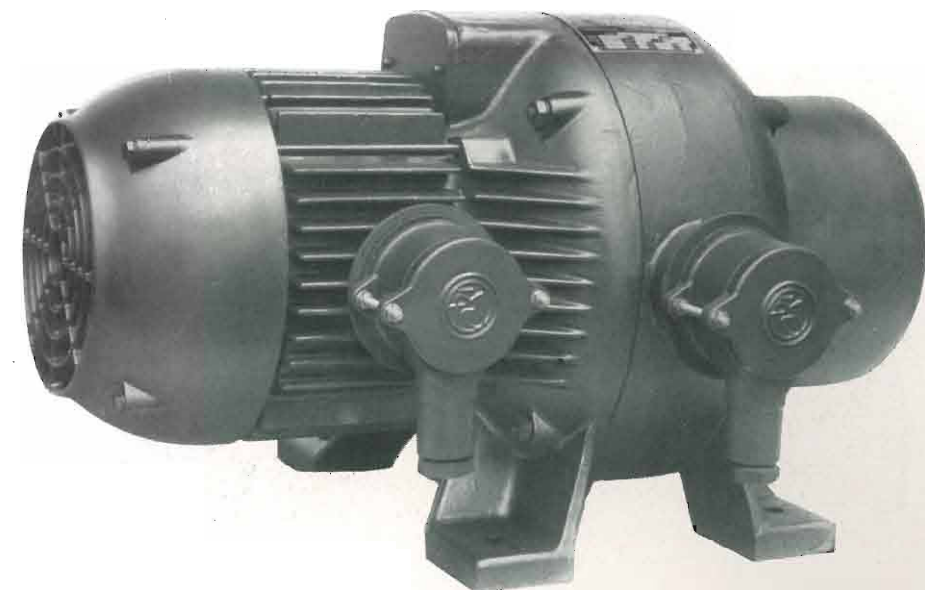
Per il lavoro personale  
del professionista  
e dell'uomo d'affari.  
Unisce la solidità e il rendimento  
della macchina per ufficio  
alla leggerezza ed eleganza  
della portatile.

**olivetti**

**Studio 44**

*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



OM AM OC MF OCC TV OUC

# MICROFARAD

**CONDENSATORI A DIELETTRICO CERAMICO DI ALTA QUALITÀ  
ED A COEFFICIENTE DI TEMPERATURA PRECISO**

- Per RICEZIONE, APPARECCHIATURE DI PRECISIONE, TRASMISSIONE di piccola, media e grande potenza ad uso CIVILE, MILITARE, PROFESSIONALE e TROPICALE su posti fissi, mobili e portatili ultracompati

- Caratterizzati da eccezionali dati di ROBUSTEZZA, MINIMO INGOMBRO, STABILITÀ

- COEFFICIENTI di TEMPERATURA prestabiliti di alta precisione ( $\pm 10 \cdot 10^{-4}$ ):
 

2200	750	470	330	220	150	100	80	55
47	30	0	100	120				

- COSTANTI DIELETTRICHE: 7 - 7000

- In forma di TUBETTO, PASTIGLIA, PIATRINA, SUBMINIATURA, ULTRAMINIATURA, REGOLABILE, PASSANTE, PIATTO, BICCHIERE, si adattano a tutte le esigenze tecniche di montaggio

- Rispondenti alle Norme JAN - MIL - RCS e CCTU

- Costruiti su licenza L.C.C. - Cie Gén. Je de T.S.F., da:  
 MICROFARAD in Italia;  
 AEROVOX Co. in U.S.A.;  
 A. H. HUNTS LTD. in Gran Bretagna;  
 LELAND INSTRUMENTS in Gran Bretagna;  
 FERROPERM in Danimarca;  
 DUCON in Australia.

**FABBRICA ITALIANA CONDENSATORI S.p.A.**  
**Via Derganino N. 18-20 MILANO Tel. 97.00.77 - 97.01.14**