

ELETTRONICA

LIRE 90

*Concorso
a Premi
di Elettronica*

IN QUESTO NUMERO

- RADDRIZZATORI A SECCO
- RAPPRESENTAZIONE DI FORMULE MEDIANTE DIAGRAMMI
- MISURA ELETTRICA DI GRANDEZZE MECCANICHE
- COLLEGAMENTI RADIO-TELEFONICI IN ALTA MONTAGNA
- NOTIZIE BREVI

*Nella Rassegna della
Stampa Elettronica*

- APPLICAZIONI TEATRALI DELLA VOCE ARTIFICIALE - LA DESTINAZIONE DELLE FREQUENZE AL DI SOPRA DI 25 MHz - COLLEGAMENTI RADIOTELEFONICI CON ONDE ULTRACORTE
- NOTIZIARI DEL R.C.P. COMMERCIALI

P
R
E
M
I

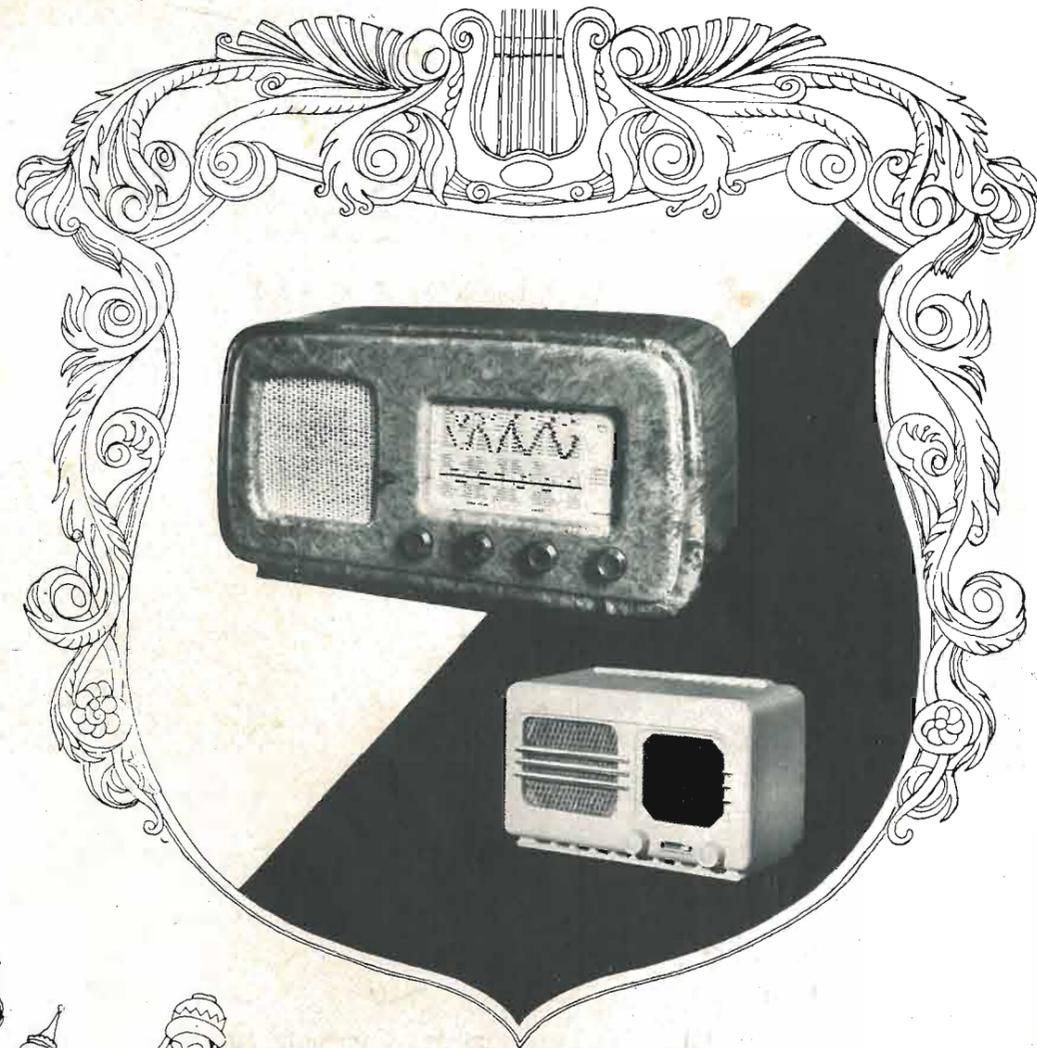
R
A
I

DICEMBRE RADIOFONICO
OGNI GIORNO...

DUE PREMI
PER 50.000 LIRE

NICO EDEL 45

DA SORTEGGIARE FRA I NUOVI ABBONAMENTI ALLE RADIOAUDIZIONI CHE PERVERRANNO NEL MESE DI DICEMBRE



PHILIPS 

Due nuovissimi ricevitori PHILIPS, muniti di tutti i più moderni perfezionamenti per la migliore ricezione di qualsiasi stazione trasmittente.

Radiofonografi di lusso e da tavolo - Apparecchi di ogni classe e potenza, in una gamma di prezzi accessibili a tutti.



ANNO I
NUM. 11

ELETTRONICA

NOVEMBRE
1 9 4 6

RIVISTA MENSILE DI RADIOTECNICA E TECNICA ELETTRONICA
Organo Ufficiale del «Radio Club Piemonte»

Direttore Tecnico: ING. PROF. G. DILDA

CONSIGLIO TECNICO DI REDAZIONE: Ing. N. Aliotti, R. Bertagnoli, Ing. S. Bertolotti, Dott. M. Bigliani, Prof. Ing. M. Boella, Ing. C. Caveglia, Ing. E. Cristofaro, Ing. C. Egidi, Ing. C. Federspiel, Prof. Ing. A. Ferrari Toniolo, Ing. I. Filippa, Ing. M. Gilardini, Ing. G. Gramaglia, Dott. G. Gregoretti, Dott. N. La Barbera, Ing. M. Lo Piparo, Ing. G. B. Madella, Ing. A. Marullo, Prof. Ing. A. Pinciroli, Dott. O. Sappa, Ing. E. Severini, Ing. G. Torzo, Ing. R. Vaudetti, Arch. E. Venturini, Ing. G. Vercellini, Ing. G. Villa, Ing. G. Zanarini.

Direttore Responsabile: P. G. PORTINO

SOMMARIO

Notiziario del "Radio Club Piemonte"	418
Notiziario commerciale	419
Note di Redazione	423
Concorso indetto da "Elettronica"	424
R. MANFRINO: Raddrizzatori a secco	425
N. LA BARBERA: Rappresentazione di formule mediante diagrammi con coordinate logaritmiche	432
G. VILLA: La misura elettrica delle grandezze meccaniche	437
E. FRIGGI: Collegamenti radiotelefonici in alta montagna.	443
Notizie brevi	447
Rassegna della stampa radio-elettronica	452
Pubblicazioni ricevute	456

REDAZIONE E AMMINISTRAZIONE . TORINO . Corso G. Matteotti 46 . Tel. 42.514 (Sede provvisoria)

Conto Corrente Postale n. 2/30126 - Autorizzazione P. 325 A.P.B.

Un numero in Italia L. 90 (arretrato L. 150); all'Estero L. 180 (arretrato L. 300)

ABBONAMENTI: Annuo in Italia L. 900; all'Estero L. 1800; Semestre in Italia L. 500; all'Estero L. 1000

La proprietà degli articoli, fotografie, disegni, è riservata a termine di legge. Gli scritti firmati non impegnano la Direzione



NOTIZIARIO DEL RADIO CLUB PIEMONTE

Organizziamo gli "O.M."

Da quando è sorta, nel campo radiantistico, la speranza di poter, come si dice, entrare in onda, è sorta pure la battaglia per ipotetici diritti a monopolizzare l'organizzazione degli O.M. italiani.

Abbiamo seguito, lo diciamo subito, un po' blandamente queste diatribe, anche perchè non volevamo aumentare la confusione che si sta creando in seno ai Radianti, e sebbene il Radio Club Piemonte sia stato citato, non sappiamo esattamente sotto quale veste, siamo stati alla finestra, continuando pian piano il nostro lavoro fatto con serietà e pacatezza veramente piemontese, senza voler assolutamente pestare il prato altrui, ma unicamente desiderando fare qualcosa di solido per il bene della categoria.

Per abitudine non amiamo troppo le parole, anche se a volte questo può essere uno sbaglio, perchè, specie oggi, ha ragione chi urla più forte, ma noi rimaniamo dell'idea che più e meglio delle parole continuo i fatti, e su tale linea camminiamo.

Non sappiamo esattamente chi dei contendenti abbia ragione. Da una parte si parla di diritti dovuti ad anzianità, dall'altra si accusa di non saper fare e di eccessivi amori per posizioni che, se ben occupate per il tempo passato, oggi possono rassomigliare al moderno soldato armato di archibugio di medioevale memoria.

Certo si è che fra tutte queste lotte chi ci rimette è il dilettante, che anche in questo campo rappresenta la secchia contesa, con il risultato di disamorarlo da ogni forma di organizzazione, sì che le manderà tutte a quel paese.

La confusione e il disordine aumentano e logicamente ritardano da parte delle autorità quei provvedimenti tanto attesi, perchè logicamente i Ministeri non potranno trattare singolarmente con gli O.M. che si contano a migliaia.

Il buffo è che a far tanto schiamazzo sono poi poche persone. Al Radio Club Piemonte giungono continuamente lettere da tutte le parti d'Italia, ed anche dalla abbandonata Sardegna, dove si è formato un Radio Amatori Club (coraggio amici di Iglesias), ci scrivono chiedendoci informazioni. A sentire i litiganti, tali notizie non dovrebbero essere sconosciute in nessun angolino d'Italia. Invece non è così; ciò significa che molto probabilmente la lotta impegnata assorbe talmente i contendenti, che nessuno più ha tempo d'occuparsi

di coloro che dovrebbero essere difesi, tutelati, rappresentati.

Non vogliamo, nè pretendiamo pontificare, nè tanto meno ergerci a giudici; vorremmo solo se possibile, essere utili, non a destra o a sinistra, ma a coloro che tale aiuto attendono per poter, meglio e più organizzati, riprendere la lotta contro il vero avversario « la legislatura proibitiva ».

Il Radio Club Piemonte non è legato nè impegnato a chicchessia, è assolutamente autonomo; nè ha pretese assolutistiche; perciò accoglierà volentieri quelle iniziative e quelle critiche che realmente mirino a quella che deve essere la meta.

Noi siamo certi che con un po' di buona volontà da ambo le parti, si possa giungere ad una chiarificazione della situazione, chiarificazione che porterebbe sicuramente ad una distensione a tutto beneficio della categoria.

Una soluzione? Lasciare assolutamente libere tutte le associazioni provinciali o regionali; queste aderiranno ad una Confederazione da loro eletta e riconosciuta, la quale rappresenterà veramente la totalità dei Radianti. E questa potrebbe essere, per esempio anche l'A.R.I. Naturalmente tutti dovrebbero presentarsi con le carte in regola.

Non pensiamo di aver scoperto un nuovo pianeta, è una idea come un'altra, vedano gli interessati se può essere attuata, e se, fortuna vuole che questa nostra idea possa servire a qualche cosa, saremo ben lieti d'aver contribuito anche con essa all'organizzazione degli O.M. di tutta Italia.

P. G. PORTINO

COMUNICAZIONI AGLI "OM"

La sera del 13 c. m. nei locali della sede del Radio Club Piemonte, si è tenuta una riunione degli O.M. di Torino al fine di prendere in esame la situazione degli stessi, ed impostare l'organizzazione su un piano organico e realmente produttivo.

Daremo nel prossimo numero maggiori chiarimenti circa i risultati raggiunti.

Gli O.M. di Torino sono invitati a voler frequentare la sede del Radio Club Piemonte, via Maria Vittoria, 4.

La segreteria è aperta dalle ore 15 alle 19, tutti i giorni.

Nostro Rappresentante in Argentina: ASSOCIACION ARGENTINA DE ELECTRO-TECNICOS . BUENOS AIRES

Nostro Corrispondente pubblicitario in Inghilterra: THE CARLTON BERRY COMPANY . LONDRA

NOTIZIARIO COMMERCIALE

A. N. C. R. A.

L'A.N.C.R.A. c'invia per conoscenza estratto del Progetto di Legge per la sostituzione del registro mod. 101 che è stato elaborato dalla Sottocommissione di Torino.

Preghiamo i nostri lettori di esaminarlo attentamente, e di inviarci quindi le loro osservazioni in merito.

La Sottocommissione nominata dal Ministero delle Finanze e incaricata di esaminare la possibilità, secondo i voti, degli industriali e dei commercianti Radio, di abolire il mod. 101 e di sostituirlo con un sistema atto a garantire la RAI contro l'evasione degli abbonamenti radiofonici, ha tenuto tre riunioni a Torino nei giorni 18 e 19 luglio 1946. In esse è stato deliberato che in sostituzione del predetto modello si potrebbe adottare il seguente sistema:

Munire tutti gli apparecchi radiofonici presso fabbriche, venditori e riparatori, privati, o da importare, di un contrassegno consistente in un numero applicato in modo inamovibile. Fare riempire dall'acquirente di apparecchi radiofonici una cartolina a madre e figlia, contenente l'indicazione del numero del contrassegno applicato all'apparecchio acquistato, e le generalità e l'indirizzo del compratore.

Il fabbricante o rivenditore apporrà sulle cartoline un timbro che starà a significare che il compratore è conosciuto da lui. La responsabilità dei commercianti resterà limitata alla identità dei dati di cartolina con quelli della fattura.

Le cartoline verrebbero portate dal fabbricante o dal rivenditore a un ufficio postale, il quale apporrebbe il bollo su entrambi i tagliandi e provvederebbe alla spedizione alla RAI del tagliando destinato, e consegnerebbe l'altro al mittente.

Tale procedimento sarebbe da applicarsi non solo sugli apparecchi costruiti o venduti a partire dalla data di entrata in vigore del provvedimento, ma anche quelli già esistenti, questi ultimi sono distinti in due categorie:

a) esistenti presso fabbricanti e riparatori venditori (com'è noto attualmente le licenze di riparazioni e di vendita sono state unificate);

b) presso i privati.

Per gli apparecchi di cui alla lettera a) dovrà essere fissato nel provvedimento un termine adeguato per l'applicazione del contrassegno, stabilendo sanzioni per i trasgressori, la cosa non presenta quindi difficoltà.

Per gli apparecchi di cui alla lettera b) verrà emanata nel provvedimento legislativo che dovrà sanzionare il sistema proposto, una disposizione transitoria che concederà un anno di tempo ai privati per munire di contrassegno i propri apparecchi. Tale regolazione potrebbe essere fatta in occasione del rinnovo dell'abbonamento mediante applicazione del contrassegno sulla ricevuta da parte dell'ufficio postale, oppure da parte dei riparatori in occasione dei lavori di riparazione. Ad ogni modo per tale adempimento sarà previsto il termine di un anno e quindi al privato non potrà mancare la possibilità di provvedere.

Alla fine della riunione è stato letto il progetto ANCRA e sono stati proposti alcuni emendamenti, in relazione anche alle modifiche del sistema sulle quali si è raggiunto l'accordo.

In conclusione, la Sottocommissione nominata dal Mi-

nistero delle Finanze ha ultimato i suoi lavori con l'accoglimento in linea di massima, da parte dei delegati Ministeriali e della RAI, dei desiderata delle categorie interessate.

Le conclusioni verranno sottoposte all'esame della Commissione già costituita.

E' interessante notare, come con questo sistema venga definitivamente abrogata qualsiasi disposizione sulle registrazioni delle valvole, altoparlanti e sulle riparazioni.

L'unico vincolo è quello di spedire la cartolina con il nostro timbro, annunciante la vendita dell'apparecchio, e questo darà automaticamente il diritto ad incassare i premi stabiliti per i nuovi abbonati.

Se proprio non si è raggiunta l'assoluta libertà, un passo non indifferente è stato fatto, tenendo presente che caratteristiche speciali del servizio radio non consentono un controllo diretto da parte della RAI di coloro che usufruiscono del servizio; e deve quindi garantirsi che le evasioni siano ridotte al minimo. Oltre questo, anche il Governo è direttamente interessato, perciò usa quelle cautele necessarie onde garantire il servizio che oggi può essere definito un servizio pubblico. (n. d. r.). (da « Radio Commercio Piemonte »)

ESPOSIZIONE 1948

La « Gazzetta d'Italia » ha lanciato l'idea di organizzare per il 1948 una grandiosa Esposizione in occasione del Centenario della promulgazione dello Statuto.

Noi del Radio Club Piemonte accogliamo con entusiasmo questa iniziativa. Daremo tutto il nostro appoggio affinché abbia luogo con la maggior grandiosità possibile.

Invitiamo le autorità a voler realizzare al più presto un Comitato coordinatore, sì che si possa presto passare alla organizzazione fattiva.

Nel quadro di essa dovranno anche essere prese in considerazione le ricostruzioni della nostra città.

I Piemontesi debbono sentirsi orgogliosi di essere i discendenti di coloro che iniziarono e compirono l'unità d'Italia, e ancora una volta ne saranno degni. L'Esposizione del 1948 dovrà essere per essi un punto d'orgoglio.

I CINQUE ABBONAMENTI GRATUITI DI QUESTO MESE

Ecco l'esito dell'estrazione, effettuata secondo le norme stabilite il 10 novembre 1946:

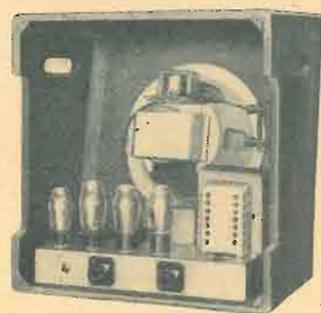
1. ARCULI Nino - Via De Romita, 13. Bari.
2. LANZA Roberto - Piazza Statuto, 9. Torino.
3. CIRAVEGNA Carlo - Savigliano.
4. CORNALINO Giovanni - Nettuno (Roma).
5. BERTOLINO Giovanni - Piazza Vitt. Veneto, 8. Torino.

A causa dei notevoli aumenti nelle spese tipografiche siamo obbligati a sospendere l'estrazione dei 5 abbonamenti gratuiti.

Manteniamo in vigore la prenotazione dei numeri successivi al prezzo speciale di L. 70 per ogni fascicolo. Si ricorda che una volta effettuato il versamento di tale cifra (a mezzo vaglia, assegno o versamento sul c. c. postale 2/30126), la Rivista viene inviata a domicilio.



Tromba esponenziale
per altoparlanti da 10 a 18 W



Amplificatore
da 12 W
per piccoli im-
pianti sonori o
impianti volanti



Amplificatore da 35 W
per impianti medi e per alimentazione
di più altoparlanti



Microfoni piezoelettrici e
microfoni speciali a nastro
con supporto regolabile



**RADIORICEVITORI
APPARECCHIATURE
DI AMPLIFICAZIONE**

COMPAGNIA GENERALE DI ELETTRICITÀ - MILANO

**I NUOVI
CONDENSATORI ELETTROLITICI**

GELOSO

SERIE 3900



HANNO LE SEGUENTI CARATTERISTICHE:

- 1 **MASSIMA CAPACITÀ SPECIFICA**
MINIME DIMENSIONI D'INGOMBRO
- 2 **MINIMA CORRENTE DI DISPERSIONE**
MINIMO ANGOLO DI PERDITA
MASSIMO RENDIMENTO

**MASSIMA SICUREZZA
DI ESERCIZIO
LUNGA DURATA D'EFFICIENZA**



MATERIALE DI ALTA QUALITÀ

ELETTRONICA

Bonetto

Radioprodotti

GELOSO



MISURATORI DI FREQUENZA MOD. 1778 E MOD. 1779

CAMPO DI FREQUENZA DA $30 \div 430$ MHz
 $10 \div 0,7$ metri

SENSIBILITA': TENSIONI DI $0,1 \div 0,5$ V SONO SUFFICIENTI PER LE MISURE
 CAPACITA' DI ENTRATA: CIRCA 3 pF

IMPRECISIONE DI MISURA: $\left\{ \begin{array}{l} \text{minore di } 1\% \text{ col mod. } 1778 \\ \text{minore di } 0,1\% \text{ col mod. } 1779 \end{array} \right.$

ALLOCCCHIO
 C. SEMPIONE 93



BACCHINI & C.
 TELEF. 981151-2-3-4-5

MILANO

NOTE DI

ELETTRONICA

REDAZIONE

RADDRIZZATORI A SECCO. Nell'articolo su tale argomento comparso nel numero 2 di «Elettronica» è stato trattato del funzionamento fisico di questi raddrizzatori a strato d'arresto. Nel presente fascicolo viene pubblicato un lavoro del dottore Renato Manfrino complementare al precedente. In esso, oltre a riferire sui nuovi tipi di raddrizzatori al silicio e al germanio studiati recentemente negli Stati Uniti d'America, si richiamano anche le proprietà dei raddrizzatori già noti, mettendo a raffronto i diversi tipi. I nuovi raddrizzatori presentano caratteristiche particolarmente favorevoli nella tecnica delle correnti deboli, anche alle frequenze radiotelegrafiche più elevate, per le quali essi hanno caratteristiche più convenienti degli stessi diodi appositamente studiati per tali frequenze. A questi vantaggi se ne devono aggiungere altri di carattere pratico quali: il piccolo ingombro e peso, l'assenza dell'accensione, la piccola capacità di ambedue gli elettrodi verso massa. Inoltre la tensione inversa è assai più grande di quella dei vecchi tipi e generalmente tale da non richiedere l'uso di più elementi in serie, ed infine la stabilità sembra del tutto soddisfacente. È quindi facile prevedere per essi un sempre più largo impiego tanto più che, superato il periodo iniziale, è da ritenere che il loro costo sia limitato. Purtroppo tali raddrizzatori non sono ancora disponibili sul mercato italiano ma pensiamo che non tarderanno molto a comparire. Perciò si ritiene che l'articolo del dottore Manfrino riuscirà di notevole interesse per i lettori di «Elettronica».

Speriamo di poter presto pubblicare un terzo articolo che tratti diffusamente di tutte le applicazioni dei raddrizzatori a secco.

LE TABELLE DEL MANUALE ELETTRONICO. Il numero di valvole che oggi si trova sul mercato è grandissimo. Spesso capita di disporre di tubi di cui non si conoscono le caratteristiche. È perciò sentita la necessità di una serie di tabelle riassuntive che consentano di rintracciare le caratteristiche di ogni valvola prodotta negli Stati Uniti d'America (giacché la maggior parte delle valvole di cui si dispone senza conoscerne le caratteristiche, provengono di là). Iniziamo da questo numero la pubblicazione di tali tabelle, che faranno parte del «Manuale Elettronico», cominciando da quella relativa alla connessione degli zoccoli. Le valvole si succederanno tutte per ordine di numero o alfabeticamente cosicché sarà facile ritrovarle in base alla loro sigla distintiva. Per facilitare la ricerca inversa, cioè per trovare la sigla del tipo di valvola adatta in base alle sue caratteristiche saranno date due apposite tabelle.

Nel presente numero, oltre alla tabella fuori testo sopraddetta, ve n'è un'altra nel testo, relativa ad una proposta di distribuzione delle lunghezze d'onda.

Ricordiamo che, come è già stato detto nelle note di redazione del numero 4 di «Elettronica» (pag. 127), le tavole del manuale elettronico sono vendute anche separatamente. Ognuno ha così la possibilità di formarsi via via il manuale senza dover staccare i fogli dal fascicolo di «Elettronica» nel quale compaiono. Ciò va detto particolarmente per la tavola che in questo fascicolo compare nel testo.

E poiché abbiamo accennato a quanto s'è detto nelle note di redazione del numero 4 di «Elettronica» avvertiamo che non ci siamo dimenticati della promessa fatta di pubblicare la classificazione letterale secondo la quale verranno ordinate tali tabelle e, volendo, tutta la materia. Tale classificazione è stata oggetto di lungo esame da parte di una Commissione che ha già dedicato ben venti sedute per svolgere tale lavoro. Esso è quasi ultimato e sarà ben presto oggetto di pubblicazione.

G. D.

Banda di Concorso indetto da **ELETTRONICA** Rivista mensile di Radiotecnica Corso Matteotti, 46 - Torino

Scopo. La Rivista ELETTRONICA bandisce fra i suoi abbonati un concorso che ha per scopo di premiare i migliori dilettanti e tecnici italiani che si occupano dei problemi di maggiore attualità nel campo della radio, e nel contempo di aumentare ulteriormente l'interesse per ELETTRONICA.

Premi. Il concorso è dotato di premi in denaro per oltre L. 100.000 (centomila), di cui L. 50.000 messe a disposizione dall'Amministrazione di ELETTRONICA e L. 50.000 offerte dall'Ing. Geloso, e di numerosi altri premi in materiale radio. Vi è probabilità che tali premi siano ancora aumentati.

Tema. Allo scopo di estendere la partecipazione al maggior numero di radioamatori e radiotecnici il tema non è strettamente definito. Possono quindi essere presentate tutte quelle apparecchiature o attuazioni attinenti al campo della tecnica elettronica, che siano di attualità, oppure che presentino qualche originalità nel progetto o nella attuazione, od infine che risolvano un problema tecnico-costruttivo in maniera più semplice, più economica, o più razionale; per esempio, trasmettitori o stazioni di ascolto per radiodilettanti, ricevitori a modulazione di frequenza, strumenti da laboratorio (oscillatori modulati, «tester», voltmetri a valvola, e così via), od anche semplici parti staccate.

Partecipazione. Per la partecipazione al concorso, riservato agli abbonati individuali di ELETTRONICA residenti in Italia, esclusi gli Enti e le Ditte, occorre che il concorrente invii una descrizione, concisa ma particolareggiata, completa di schemi, disegni, diagrammi, fotografie, adatta per la pubblicazione sulla rivista, unitamente a una domanda in carta libera di partecipazione al concorso.

Primo esame e premio relativo. Un primo esame delle descrizioni presentate sarà effettuato dalla Redazione di ELETTRONICA non appena esse perverranno. Ogni descrizione ritenuta idonea verrà subito premiata, senza attendere la scadenza del concorso, con L. 3000. Il concorrente sarà avvertito della riconosciuta idoneità della sua apparecchiatura a partecipare alla seconda parte del concorso; così egli avrà il tempo di effettuare eventuali modifiche e perfezionamenti.

Di tutte le apparecchiature che avranno superato questo primo esame e ricevuto il relativo premio, verrà pubblicata sulla rivista, secondo l'opportunità, o l'intera descrizione ovvero un suo riassunto. Nel primo caso la pubblicazione verrà compensata come gli altri contributi.

Secondo esame. Tutte le apparecchiature premiate al primo esame possono partecipare alla seconda parte del concorso. A tale scopo il concorrente deve inviare un esemplare dell'apparecchio eseguito (esso sarà restituito a concorso ultimato). È opportuno che l'apparecchio sia accompagnato da una descrizione più particolareggiata, comprendente dati costruttivi, di collaudo e, possibilmente, i disegni di costruzione e montaggio. La Commissione si riserva di chiedere ogni ulteriore chiarimento.

Commissione giudicatrice. La composizione della Commissione giudicatrice sarà resa nota in seguito. I membri saranno per lo più estranei alla Redazione della Rivista. Le decisioni della Commissione saranno inappellabili.

Suddivisione dei premi. 1° premio L. 40.000 (quarantamila); 2° premio L. 20.000 (ventimila); 3° premio L. 10.000 (diecimila); premi da L. 3000 ciascuno da assegnare in primo esame.

I premi in materiale radio saranno fissati successivamente. Nell'assegnazione si farà il possibile per distribuire i premi fra apparecchiature di natura diversa (per esempio, un premio a un trasmettitore, uno a un ricevitore a modulazione di frequenza, uno ad uno strumento da laboratorio).

Scadenza del concorso. Le descrizioni per il primo esame devono pervenire alla Redazione di ELETTRONICA entro il 31 marzo 1947; l'esemplare dell'apparecchio per la seconda parte del concorso entro il 15 giugno 1947. L'assegnazione dei premi sarà fatta entro il 31 luglio 1947.

RADDRIZZATORI A SECCO (*) NUOVI TIPI ED ORIENTAMENTI

dott. ing. RENATO MANFRINO

SOMMARIO. Dopo una rapida rassegna dei principali tipi di raddrizzatori a secco già conosciuti, si descrivono i nuovi raddrizzatori al silicio e al germanio, apparsi ultimamente in America, con riguardo alla loro struttura chimico-fisica, alle loro caratteristiche elettriche e alle loro possibilità di applicazione. Sotto questo aspetto tali raddrizzatori si possono suddividere genericamente in tre gruppi: cristalli mescolatori per alte frequenze; cristalli ad alta tensione inversa; cristalli raddrizzatori a bassa frequenza. Viene poi sviluppato un controllo critico tra le caratteristiche dei nuovi raddrizzatori e quelle dei raddrizzatori già conosciuti, accennando ai conseguenti riflessi sulle varie possibilità applicative.

1. I principali tipi di raddrizzatori a secco già conosciuti.

Benchè solo negli ultimi vent'anni i raddrizzatori a secco siano usciti dalla fase sperimentale per entrare con successo nella pratica, la loro nascita tuttavia è abbastanza remota nel tempo. Già nel 1874 F. Braun documentava con ricchezza di particolari il manifestarsi di conducibilità unidirezionale nel solfuro di rame in certe particolari condizioni. Ma solo nel 1904 il viennese Pawlowki prendeva il primo brevetto sul raddrizzatore a solfuro di rame, che in realtà egli chiamò «cellula raddrizzatrice con elettrolito solido». Si partiva da un lamierino di rame dello spessore di 1 mm; che veniva portato al rosso in un crogiuolo di grafite, in assenza d'aria e sottoposto all'azione

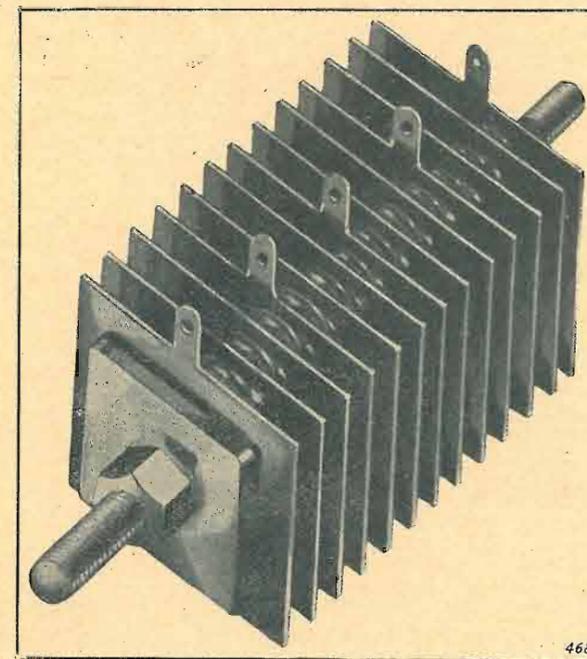


Fig. 1. - Raddrizzatore al magnesio e solfuro di rame della Mallory a grande densità di corrente, adatto specialmente per basse tensioni e forti correnti, con notevole capacità di sopportare sovraccarichi e sovratensioni.

(*) Pervenuto alla redazione il 9-X-1946.

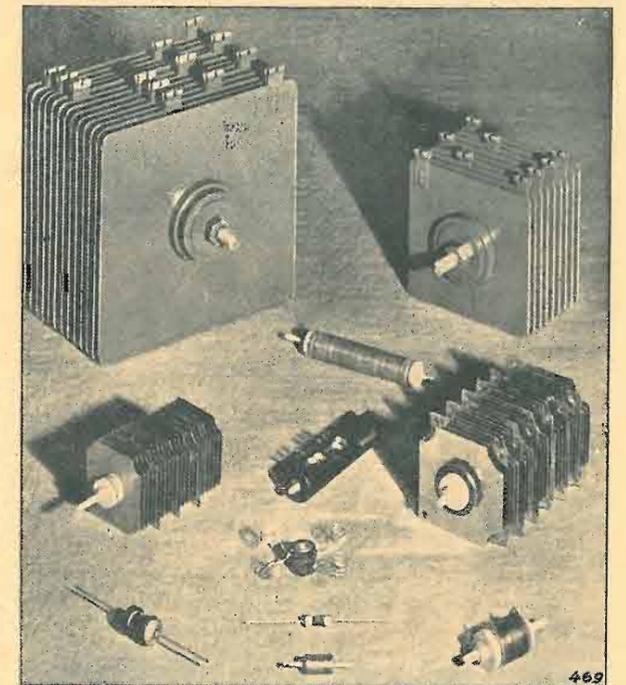


Fig. 2. - Raddrizzatori all'ossidulo di rame Westinghouse usati nelle telecomunicazioni.

di vapori di zolfo. Si otteneva così la formazione del semiconduttore di solfuro di rame. L'altro elettrodo era di alluminio; il contro elettrodo era formato da un metallo qualsivoglia. Venne postulata in tale occasione, conformemente alle conoscenze fisiche di quell'epoca, una conduzione elettrolitica, ma non si mancò di sottolineare che non si osservava separazione elettrolitica di rame.

I gravi inconvenienti presentati da questo raddrizzatore ne fecero abbandonare l'uso quasi totalmente. Avveniva infatti, tra l'altro, che il cosiddetto «strato di sbarramento», la cui presenza è essenziale per il funzionamento di questa categoria di raddrizzatori (1), ad ogni alternanza di corrente veniva a distruggersi parzialmente,

(1) Vedi anche E. SEVERINI: *I raddrizzatori a strato isolante*. «Elettronica», I, 1946, p. 49.

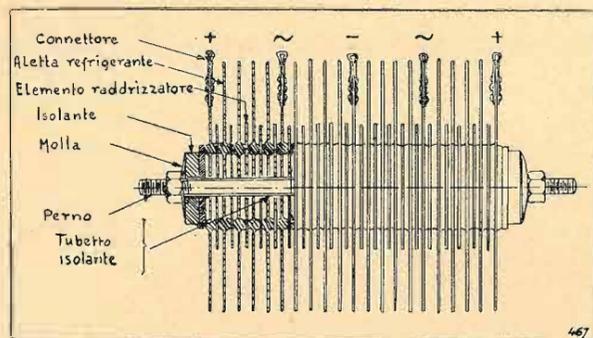


Fig. 3. - Struttura di un raddrizzatore a secco predisposto a ponte di Grütz, con cinque elementi in serie per ogni ramo (raddrizzatore al selenio Westalite della Westinghouse).

per riformarsi poi al soppravvenire della successiva inversione di corrente. Inoltre durante il funzionamento si manifestava talora un scintillio, che, perforando lo strato di sbarramento, provocava una progressiva diminuzione della «superficie attiva» dell'elemento, col pericolo di metterlo fuori servizio per effetto del sovraccarico derivante. La tecnica di costruzione di tali raddrizzatori, migliorò in seguito, tuttavia essi caddero in disuso. Ora qualche Casa americana ne ha ripreso la costruzione attraverso opportuni miglioramenti (vedi fig. 1).

Nel 1926 finalmente Grondahl annunciava l'attuazione di un raddrizzatore all'ossidulo di rame (fig. 2), e a breve distanza di tempo (1927) cominciava a farsi luce anche il raddrizzatore al selenio, le cui lontane origini si possono nuovamente far risalire al Braun (1877) e ad altri tra cui il Weigel che già nel 1905 preconizzava con lucidità e precisione il corretto uso del selenio per scopi di rettificazione.

La figura 3 mostra la struttura di un moderno raddrizzatore a secco.

2. I nuovi raddrizzatori al silicio.

Nel 1941 cominciarono a giungere dall'America interessanti notizie sulla buona prova che alcuni materiali, e in modo particolare il silicio, avevano dato nella costruzione di nuovi raddrizzatori a secco. Le già notevoli possibilità offerte dai raddrizzatori a secco venivano così arricchite dall'apporto di quelle dei nuovi tipi e si poteva constatare che le caratteristiche elettriche dei nuovi raddrizzatori integravano utilmente quelle degli antichi, ricorrendo con una certa continuità a una porzione notevole delle gamme di tensioni e correnti normalmente usate.

Infatti l'avvenire dei raddrizzatori (e in particolare di quelli a secco) non si deve immaginare essenzialmente circoscritto all'ambito, in verità già assai vasto e quantitativamente preponderante, della rettificazione delle correnti alternate, ma può anche identificarsi coll'avvenire sempre più promettente di quei circuiti «anomali» dei quali i raddrizzatori a secco forniscono forse uno degli elementi più semplici, più noti e meno costosi.

A base di silicio sarebbe oggi, secondo un lavoro dello Stephens⁽²⁾, dal quale si riportano qui di seguito molti

(2) W. E. STEPHENS: *Crystal rectifiers*. «Electronics», XIX, n. 7, luglio 1946, p. 112.

interessanti dati, una gran parte dei nuovi raddrizzatori oggi usati in America. Tuttavia il loro costo di produzione forse sarà ancora troppo alto per qualche tempo, perchè se ne possa generalizzare l'uso. Il costituente essenziale di questo recen'e tipo di raddrizzatore, si ottiene per cristallizzazione ad alta temperatura del tetracloruro di silicio. Il prodotto aghiforme ottenuto viene fuso in un crogiuolo di quarzo con un vuoto dell'ordine di 10^{-5} mm di Hg, a circa 1500° , unitamente con tracce di sostanze varie, a seconda degli scopi a cui si vuole destinare l'elemento raddrizzatore.

Segue un lento raffreddamento, quindi il materiale fuso viene segato in lastre dello spessore di circa 1 mm. Le due superfici di ogni lastra si presentano ruvide, ma una di esse viene lucidata a specchio con carborundum fine e con carta smerigliata a piccola grana. Un successivo riscaldamento delle lastre in aria alla temperatura di 1050° per una durata di parecchie ore provoca la formazione superficiale di un sottile strato di ossido, rivelato da una colorazione bluastrea. Invece, sull'altra faccia della lastra, rimasta ruvida, viene depositato elettroliticamente uno strato di nichel. Non rimane che segare la lastra in quadratini di circa 2 mm di lato i quali possono venire fissati su un supporto di ottone. Questi cristalli costituiscono il semiconduttore già in assetto di funzionamento, non appena venga eliminato l'ossido dalla superficie a specchio, mediante acido fluoridrico. L'altro

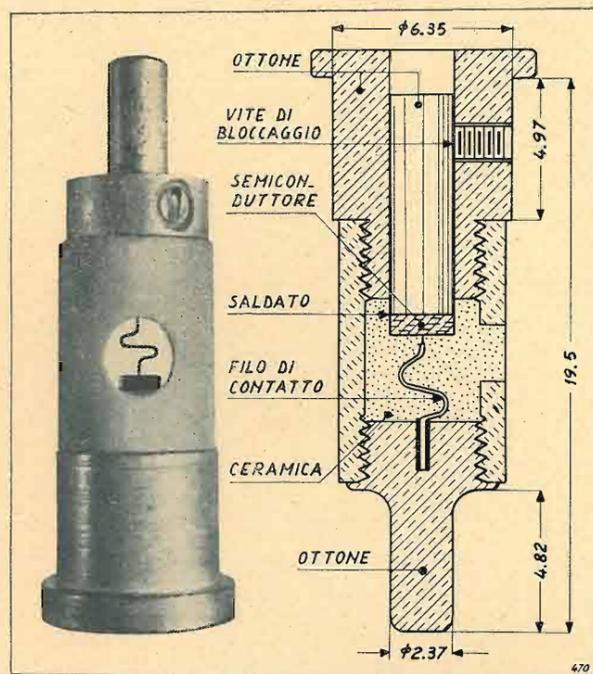


Fig. 4. - Sezione e vista esterna parzialmente sezionata di raddrizzatori al silicio.

elettrodo è costituito da un filo di tungsteno (fig. 4). Una vite consente la regolazione della pressione al contatto.

Il rilevamento oscillografico continuo della caratteristica «tensione-corrente» del raddrizzatore in fase di montaggio consente la regolazione più opportuna e più precisa. Dopo alcune operazioni di finitura di carattere tecno-

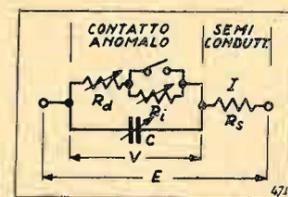


Fig. 5. - Circuito equivalente di un raddrizzatore: R_d = resistenza diretta del contatto (interruttore fittizio chiuso); R_i = resistenza inversa del contatto (interruttore fittizio aperto); C = capacità del contatto; R_s = resistenza del semiconduttore.

logico il raddrizzatore viene racchiuso in una custodia metallica schermante.

Le sostanze aggiunte in tracce sono il più sovente alluminio e boro, separatamente oppure insieme.

Notevole importanza, anche ai fini che in seguito saranno specificati, ha l'espressione analitica della caratteristica V, I del raddrizzatore. Per un tipo al silicio, del genere descritto, lo Stephens dà l'equazione:

$$[1] \quad I = I_0 (e^{aV} - 1),$$

essendo I la corrente istantanea, $e = 2,718...$ la base dei logaritmi neperiani, I_0 ed a due costanti; V rappresenta la tensione applicata istantanea diminuita della caduta di tensione al contatto come risulta dal circuito equivalente approssimato indicato in figura 5; in essa R_B e C sono rispettivamente la resistenza e la capacità del contatto, mentre R_s è la resistenza offerta dal semiconduttore. Con riferimento ai simboli segnati in figura si ha quindi:

$$[2] \quad V = E - R_s I.$$

Per i raddrizzatori ordinari a , che ha le dimensioni dell'inversa di una tensione, varierebbe tra 2 e $20 V^{-1}$,

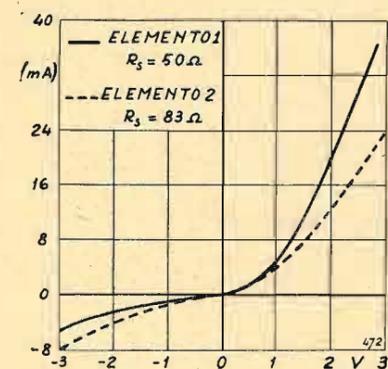


Fig. 6. - Caratteristica V, I , limitata alla zona prossima all'origine, di due raddrizzatori al silicio, aventi due valori diversi della resistenza R_s del semiconduttore (vedi schema equivalente di fig. 5).

mentre I_0 sarebbe dell'ordine di qualche milliampere; ambedue le costanti variano da un raddrizzatore all'altro, anche se dello stesso tipo. La figura 6 mostra la caratteristica V, I di due elementi raddrizzatori al silicio di tipo normale.

3. I nuovi raddrizzatori al germanio.

Ma la vera novità nel campo dei raddrizzatori a secco non è rappresentata dagli elementi al silicio, di cui come già dicemmo si ebbe la notizia sin dal 1941, bensì dai raddrizzatori al germanio, la cui esistenza solo da pochissimi mesi è stata resa nota in sede internazionale, venendo meno, col cessare della guerra, quei motivi di riservatezza, che in vista della loro applicazione a usi militari, ne avevano scongiurato la divulgazione.

Un lavoro dovuto al Cornelius⁽³⁾ fornisce su tali nuovi elementi abbondanti notizie di natura teorica e sperimentale, delle quali citiamo quelle che possono maggiormente interessare il lettore.

L'elemento costitutivo essenziale del raddrizzatore citato è il «germanio» elemento chimico che, già previsto con geniale intuizione dal Mendelejeff, in seguito alla sua classificazione degli elementi, fu poi scoperto nel 1886 dal Winkler. Esso in natura si trova generalmente allo stato di ossido rispondente alla formula chimica GeO_2 . Il metallo amorfo si può ottenere allo stato puro per riduzione di tale composto in ambiente di idrogeno. Ma in seguito a fusione e riscaldamento del materiale amorfo si ottiene una forma cristallina simile a quella del diamante. È interessante notare sin da ora che alla normale temperatura ambiente la resistività elettrica del materiale a struttura cristallina così ottenuto è notevolmente alta e dà una misura del suo grado di purezza. Nel processo di fusione viene aggiunta alla sostanza una modesta quantità di stagno, e ciò permette di ottenere un semiconduttore del tipo a «reticolo cristallino imperfetto». Una parte dello stagno va a cementare i grani e provoca un abbassamento della resistenza elettrica del semiconduttore.

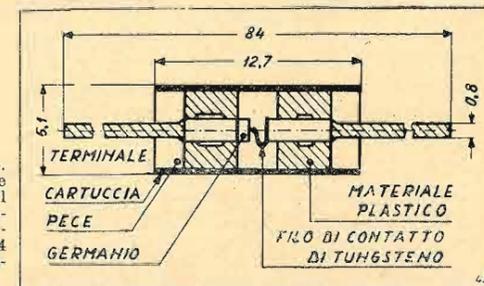
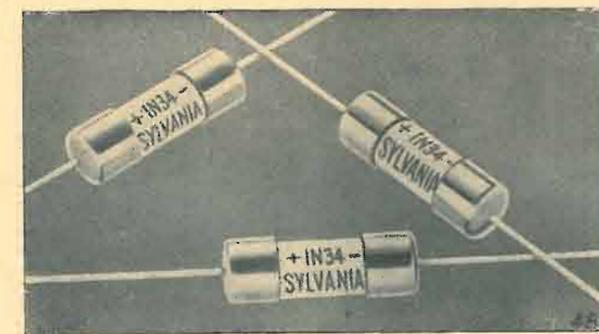


Fig. 7a e b. Sezione e vista del raddrizzatore al germanio 1N34 della Sylvania.



Il «catodo» è di germanio, mentre l'«anodo» è costituito da un filo metallico di forma opportuna, che poggiando sulla piastrina di germanio, effettua il contatto. Anche qui per ragioni di carattere meccanico ed elettrico il filo è di tungsteno, che viene impiegato in fili cilindrici del diametro di 75 micron. L'ingombro del raddrizzatore è molto piccolo: nel caso dell'elemento 1N34 della «Sylvania» trattasi di un cilindretto di 7 mm circa di diametro e di lunghezza doppia (v. fig. 7).

Questi nuovi raddrizzatori possono considerarsi, sotto

(3) E. C. CORNELIUS: *Germanium Crystal Diodes*. «Electronics», XIX, 1946, n. 2, p. 118.

TABELLA I. — Composizione dei raddrizzatori a cristallo (W. E. STEPHENS).

USI	COSTITUENTI PRINCIPALI			
	SILICIO	GERMANIO	GALENA	PIRITE DI FERRO
Elementi rivelatori per alte frequenze	Alluminio, Boro.	Antimonio. Anche: Fosforo, Ferro.	Sconosciuto.	Sconosciuto.
Elementi ad alta tensione inversa	Germanio. Anche: Nichelio, Stagno, Bismuto, Calcio.	Stagno. Anche: Calcio, Nichelio, Stronzio, Bismuto.	Nessuno conosciuto.	Nessuno conosciuto.
Elementi per basse frequenze	Alluminio, Boro, Germanio Anche: Molibdeno, Zirconio, Tungsteno, Berillio, Tantalio, Cobalto, Renio, Ferro.	Antimonio, Stagno.	Sconosciuto.	Sconosciuto.

un certo aspetto, come il risultato logico dei notevoli progressi recentemente avvenuti nello studio della struttura atomica della materia. Per non uscire dai limiti imposti ci si limita a notare che gli studi e i risultati ottenuti col nuovo tipo di raddrizzatore al germanio vanno inquadrati in una serie di ricerche sistematiche che ha investito un gran numero di elementi chimici. Lo studio fisico dei fenomeni di «raddrizzamento» con elementi anomali di circuito ha reso possibile un'interessante classificazione delle nuove serie di raddrizzatori in grandi categorie, conformemente agli usi cui gli elementi possono essere destinati e cioè:

- cristalli mescolatori per alte frequenze;
- cristalli ad alta tensione inversa;
- cristalli raddrizzatori a bassa frequenza.

Tale classificazione è riportata nella tabella I data dallo Stephens; essa dà un'idea della vastità delle indagini compiute.

Per quanto riguarda l'espressione analitica della caratteristica, si trova qui la forma esponenziale:

$$[1] \quad I = I_0 (e^{aV} - 1),$$

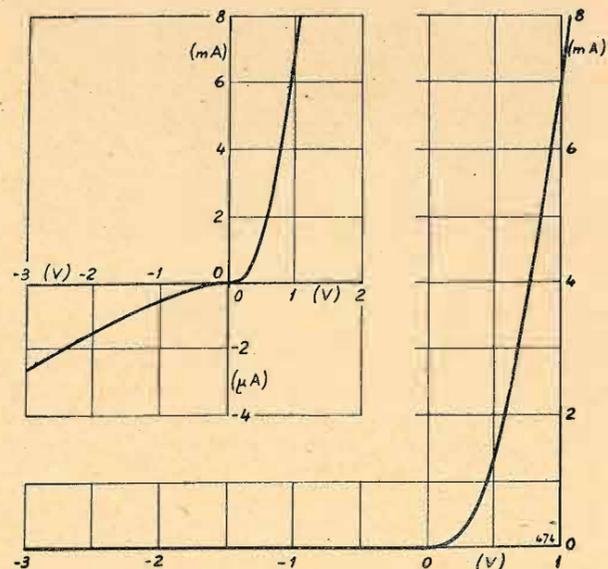


Fig. 8. - Caratteristica V, I , del raddrizzatore al germanio 1N34, limitata alla zona prossima all'origine.

dove I e V hanno ancora lo stesso significato che nella precedente equazione.

Le costanti I_0 ed a non hanno più logicamente gli stessi valori medi riscontrati nei raddrizzatori al silicio: I_0 è dell'ordine di $1 \mu A$ ed a è dell'ordine di $0,05 V^{-1}$.

La figura 8 mostra la caratteristica di un elemento raddrizzatore al germanio, limitata alla zona più vicina all'origine.

4. Analogie e differenze tra le caratteristiche dei vecchi raddrizzatori e quelle dei nuovi.

La figura 9 mostra le caratteristiche complete di due raddrizzatori, rispettivamente al germanio e al silicio.

Balza subito agli occhi una proprietà singolare: le ten-

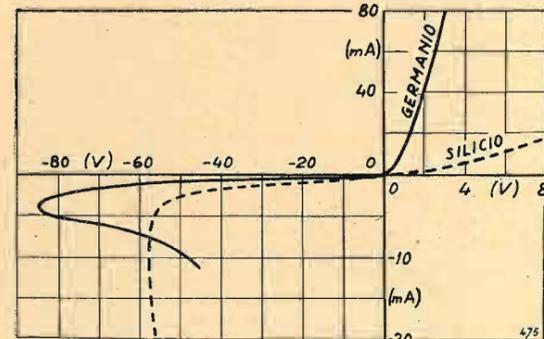


Fig. 9. - Caratteristiche V, I complete di due raddrizzatori ad alta tensione inversa al germanio (linea continua) e al silicio (linea a tratti).

sioni inverse a cui si possono praticamente assoggettare tali elementi sono dell'ordine di una cinquantina di volt e più.

Tale circostanza appare notevole quando si rifletta che, nella rettificazione delle correnti alternate, è la massima tensione inversa, sopportabile dell'elemento raddrizzatore, che decide del numero di elementi da porre in serie per ottenere il risultato desiderato. Tale tensione inversa massima ammissibile è dell'ordine dei $6 \div 10$ V per i raddrizzatori all'ossidulo di rame, di $12 \div 20$ V per quelli al selenio, e giunge fino a 50 V per quelli al silicio, e a circa 80 V per quelli al germanio.

Per quanto riguarda la bontà di un raddrizzatore a secco, c'è da osservare che i criteri usati al fine di poterla

valutare e confrontare con quella di un altro raddrizzatore, eventualmente anche di tipo diverso, hanno subito nel tempo un'evoluzione. Dapprima si giudicava della bontà di un raddrizzatore in base al rapporto tra le correnti diretta ed inversa osservate nell'elemento quando questo veniva sottoposto ad una certa tensione diretta e rispettivamente alla medesima tensione ma in senso inverso. Il rapporto anzidetto, che veniva chiamato «rapporto di bontà» poteva raggiungere valori assai elevati: esso dipendeva ovviamente dalla tensione di riferimento e, per esempio, per una tensione di 0,5 V poteva raggiungere anche il valore di alcune migliaia di unità negli elementi all'ossidulo di rame e di alcune centinaia di unità in quelli al selenio. Alla tensione di 1 V anche gli elementi al selenio raggiungevano rapporti di bontà dell'ordine delle migliaia di unità.

Ora è chiaro che il rapporto di bontà, come sopra definito, fornisce un criterio quanto mai illusorio per giudicare della effettiva bontà di un raddrizzatore: infatti nell'uso pratico le tensioni rispettivamente diretta e inversa cui viene sottoposto un elemento raddrizzatore sono assai diverse di valore, come ad esempio si osserva nel classico schema a ponte di Grätz.

Appare quindi più rispondente alla realtà, come osserva tra l'altro il Maier, introdurre per lo scopo suaccennato, un «rapporto di raddrizzamento» definito da I_{a0}/I_{i0} , essendo I_{a0} il valore medio, calcolato nel semiperiodo, della corrente diretta e I_{i0} il corrispondente valore della corrente inversa nella zona di normale funzionamento. Il rapporto di raddrizzamento è generalmente assai inferiore al rapporto di bontà, e anch'esso dipende ovviamente dalle tensioni di riferimento.

Lo Stephens, nei riguardi degli elementi al silicio si riferisce al rapporto tra la resistenza inversa presentata dai raddrizzatori sotto la tensione di 1 V e la resistenza diretta sotto la tensione di 0,3 V. Un raddrizzatore viene considerato buono se tale rapporto supera 10.

Per un opportuno confronto si osservi che, con le tensioni di riferimento suaccennate, il rapporto tra la resistenza inversa e quella diretta risulta per gli elementi al Cu_2O di parecchie centinaia di unità; per gli elementi al selenio sembra risulti minore; per gli elementi al germanio, in base alle caratteristiche di tipo orientativo rese note finora dalla stampa tecnica, il rapporto anzidetto risulterebbe dello stesso ordine di grandezza di quello degli elementi al Cu_2O .

È da osservare però che, essendo ben diverse le tensioni massime ammissibili, dirette ed inverse, nei vari elementi considerati, non appare del tutto corretto usare le medesime tensioni di riferimento per tutti i tipi di raddrizzatori.

5. Equazioni caratteristiche.

È generalmente noto, almeno per quanto riguarda i tipi già conosciuti, che la caratteristica tensione-corrente di un raddrizzatore a secco si può mettere in equazione con discreta approssimazione ed è di tipo esponenziale.

Il Maier ha già indicato da tempo che, più precisamente, la tensione V si può esprimere in funzione della corrente mediante una relazione contenente al secondo membro due addendi l'uno di tipo esponenziale e l'altro di tipo lineare

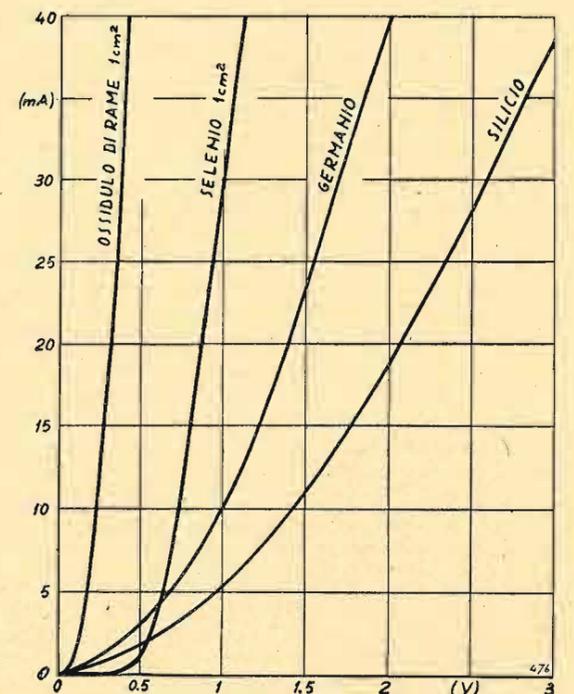


Fig. 10. - Caratteristiche dirette dei principali tipi di raddrizzatori a strato di sbarramento oggi conosciuti.

rispetto alla corrente:

$$[3] \quad V = a I^b + IR,$$

con speciale riferimento ai raddrizzatori al selenio.

Anche per i raddrizzatori al Cu_2O l'equazione caratteristica si può mettere sotto la forma esponenziale:

$$[4] \quad I = I_0 e^{aV}$$

o sotto la «reciproca» forma logaritmica, che si ottiene quando invece di esprimere I mediante V , si esprime V mediante I . Segue infatti dalla [4]:

$$aV = \log_e \frac{I}{I_0}; \quad V = \frac{1}{a} \log_e \frac{I}{I_0} = \frac{2,3}{a} \log_{10} I - \frac{2,3}{a} \log_{10} I_0;$$

$$\text{e ponendo: } \frac{2,3}{a} = a, \quad -\frac{2,3}{a} \log_{10} I_0 = b,$$

si ritrova l'equazione:

$$[5] \quad V = a \log_{10} I + b \quad (I \text{ in mA, } V \text{ in mV})$$

da me data in un precedente lavoro (4), con riferimento a microraddrizzatori Westinghouse al Cu_2O . Le costanti hanno mediamente i valori: $|a| = 80$, $b = 220$ mV.

Per i nuovi elementi al silicio e al germanio lo Stephens e il Cornelius danno parimenti, come si è visto, un'equazione caratteristica esponenziale del tipo della [4].

In figura 10 sono state riunite a scopo comparativo le

(4) R. MANFRINO: Caratteristiche logaritmiche di raddrizzatori a secco e loro applicazione a strumenti di misura. «Alta Frequenza», IX, 1940 p. 494.

caratteristiche dirette dei vari raddrizzatori considerati, scelti tra gli elementi più diffusi nella pra'ca.

6. Coefficienti di temperatura.

È noto che i raddrizzatori a secco presentano un sensibile coefficiente di temperatura negativo nei riguardi della resistenza. Limitandoci a considerare solamente le resistenze nel senso diretto si può osservare che per i raddrizzatori al selenio del diametro di circa 45 mm il Maier (5) ha riscontrato un coefficiente di temperatura sensibilmente variabile col carico e mediamente dell'ordine del $4 \div 5 \text{ } \frac{0}{100}$ per ogni grado, per temperature comprese tra 20 e 80°C e per carichi fino a 0,2 A circa; il quoziente $\Delta V/\Delta t$, tra l'incremento della caduta di tensione e il corrispondente incremento di temperatura, si mantiene costante, quando sia costante la corrente erogata dal raddrizzatore, nello stesso campo di temperatura sopra citato.

Per quanto riguarda elementi all'ossidulo di rame di 20 mm di diametro si è osservato un coefficiente di temperatura alquanto superiore e variabile, al solito, col carico; tra 20 e 60°C e per carichi fino a 0,2 A si può ammettere che esso sia mediamente (6) dell'8 $\frac{0}{100}$. Per correnti modeste, quali si hanno nel caso di microraddrizzatori per strumenti di misura, la caduta di tensione varia linearmente con la temperatura con buona approssimazione, cosicché l'influenza della temperatura sulla forma della caratteristica si può mettere agevolmente in equazione, come ho mostrato nel precitato lavoro (4) dal quale stralcio il grafico di figura 11, che rappresenta una famiglia di caratteristiche di un raddrizzatore al Cu_2O , avente come parametro la temperatura centigrada; l'equazione corrispondente alla caratteristica di tale elemento, risponde, come

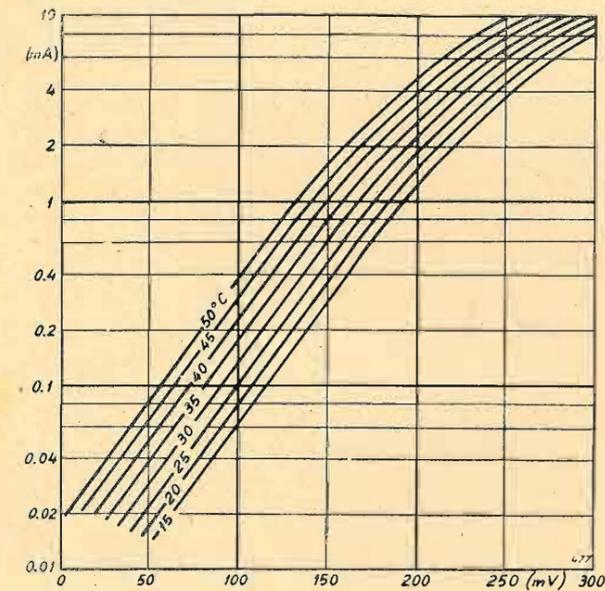


FIG. 11. - Famiglia di caratteristiche di un raddrizzatore ad ossidulo di rame al variare della temperatura.

(5) K. MAIER: *Trockengleichrichter*. R. Oldenbourg, Berlin u. München, 1938, p. 187.

(6) K. MAIER: Loc. cit. nota (5), p. 187.

è facile constatare, all'equazione:

$$V = 71,5 \log_{10} I + 5,51 - 1,77t + 214 \quad (I \text{ in mA}, V \text{ in mV}).$$

Anche nei nuovi tipi di raddrizzatori, la resistenza varia colla temperatura, in accordo col fatto che la loro costituzione fisica è simile a quella degli antichi. Per gli elementi al silicio, nella parte della caratteristica più vicina all'origine, la costante I_0 dell'equazione [1], e quindi la resistenza diretta, variano esponenzialmente, secondo la legge:

$$I_0 = i_0 e^{-\Phi/KT}$$

essendo $\Phi = 0,1 \div 0,4$ elettroni-volt, $K = 8,6 \cdot 10^{-5}$ elettroni-volt per grado Kelvin la nota costante di Boltzmann, e T la temperatura assoluta a cui il raddrizzatore lavora.

Con semplici calcoli risulta che nella zona inferiore della caratteristica, il coefficiente di temperatura è sensibilmente superiore, in valore assoluto a quelli già visti, potendo superare il 10 $\frac{0}{100}$ nelle gamme di temperatura normalmente considerate.

Per ovviare agli inconvenienti relativi alla forte variabilità della resistenza elettrica in dipendenza dello stato termico, sembra che non si possa far altro che regolare opportunamente la temperatura di funzionamento del raddrizzatore. Si potrebbe cercare di ridurre il valore di Φ per limitare tali variazioni, ma ne conseguirebbe una diminuzione della sensibilità dell'elemento come rivelatore. Allontanandosi dall'origine l'influenza della temperatura diventa meno sensibile per cui si può osservare una «variazione media» dell'8 $\frac{0}{100}$ da 20 a 70°C.

Negli elementi al germanio si manifesta parimenti una forte dipendenza dalla temperatura. Poiché la zona di contatto presenta necessariamente una certa resistenza elettrica, che resta confinata in un volume ristretto, non appena la corrente raggiunge valori piuttosto sensibili le temperature raggiunte diventano ovviamente alte.

L'aspetto geometrico del contatto fa sì che la maggior parte del calore venga convogliata dalla zona di contatto verso la piastrina di germanio. La dipendenza più spiccata dalla temperatura si manifesta nella resistenza inversa la quale raddoppia quando si diminuisce di 70°C la temperatura ambiente e si dimezza quando la temperatura ambiente venga elevata di 70°C. La resistenza diretta è invece poco influenzata dal fattore termico nella prima parte della caratteristica, e l'influenza nella seconda parte della caratteristica si manifesta maggiormente quando la temperatura diminuisca (coefficiente di temperatura medio dell'ordine del 14 $\frac{0}{100}$).

7. Cristalli ad alta tensione inversa e loro applicazioni alle basse ed alte frequenze.

Quanto al raddrizzamento in genere, si può osservare che per potenze superiori a qualche microwatt, la corrente raddrizzata diventa approssimativamente proporzionale alla radice quadrata della potenza d'entrata. Quando le correnti raddrizzate raggiungono qualche milliamper e le tensioni qualche volt, la resistenza inversa può manifestare una forte riduzione. Ne consegue che non è più conveniente spingere oltre un certo limite la potenza d'ingresso perché si manifesterebbe una specie di «saturazione» del raddrizzamento. Ad esempio nel caso degli elementi al silicio

«normali», tensioni superiori ai 3 ÷ 4 V e correnti raddrizzate superiori ai 30 mA danneggiano gli elementi più sensibili.

Ma fortunatamente si è trovato che aggiungendo tracce di determinate sostanze, sia il germanio sia il silicio acquistano l'utile proprietà di resistere a forti tensioni nella direzione inversa (fig. 9). Sotto questo aspetto il germanio dà risultati migliori, presentando un più elevato rapporto tra la tensione inversa e la tensione diretta ammissibili. Conseguentemente la maggior parte degli elementi detti «ad alta tensione inversa» per questa loro proprietà, sono attualmente al germanio; essi offrono un miglior raddrizzamento a bassa frequenza e una maggior corrente diretta; dagli elementi al silicio, per contro, si spera di ottenere cristalli ad alta tensione inversa insensibili al variare della temperatura e della frequenza. Inoltre il silicio manifesta proprietà raddrizzanti assai migliori nella gamma delle microonde.

Sembra che i cristalli ad alta tensione inversa diano in molti casi risultati migliori dei tubi elettronici come raddrizzatori. Per esempio il raddrizzatore Sylvania 1N34 al germanio, anche alla frequenza di 60 Hz, dà una corrente raddrizzata maggiore che non un tubo 6H6 colle 2 placche in parallelo. Specialmente poi per le alte frequenze esso dà buoni risultati, soddisfacendo ai requisiti oggi richiesti dalla modulazione di frequenza e dalla televisione, quali tra l'altro una piccola capacità interelettrodica (dell'ordine dei 3 pF nell'elemento considerato) e possibilità di lavorare con rendimento ragionevole con bassi carichi resistivi. Nel grafico di figura 12 viene fatto il confronto tra l'elemento 1N34 e il diodo 6H6: esso mostra chiaramente la superiorità dell'elemento a secco, soprattutto per bassi valori della resistenza di carico.

Prove apposite hanno mostrato che non si sono verificati deterioramenti nell'elemento raddrizzatore o interruzioni nel circuito dopo un funzionamento continuo di 1000 ore. L'uscita raddrizzata non varia più del 5 $\frac{0}{100}$ da elemento a elemento nel campo delle audiofrequenze, mentre per frequenze superiori a 20 MHz, le variazioni rispetto alla media non superano il 15 $\frac{0}{100}$. Come dato indicativo nei riguardi della caratteristica di frequenza si può osservare che, con un carico di 1000 Ω e 14,4 V di valore

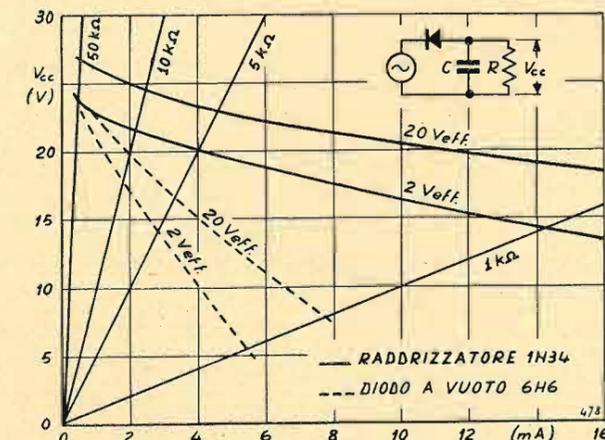


FIG. 12. - Caratteristiche del raddrizzatore Sylvania 1N34 confrontate con quelle del doppio diodo a vuoto 6H6. Se si leggono le correnti e le tensioni raddrizzate per segnali applicati sinusoidali di 2 V efficaci si devono dividere i valori delle scale per 10.

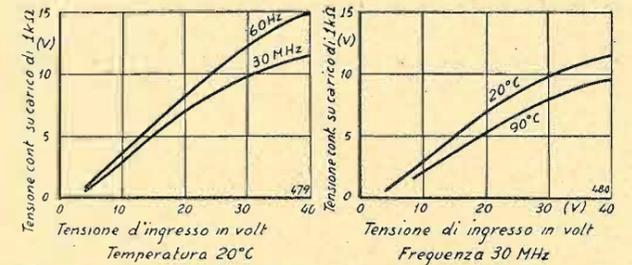


FIG. 13. - Tensione continua ottenuta da un raddrizzatore al silicio ad alta tensione inversa in funzione della tensione di ingresso: a) effetto della frequenza a temperatura costante (20°C); b) effetto della temperatura a frequenza costante (30 MHz).

efficace, alla frequenza di 30 MHz, l'uscita raddrizzata è di 10 V continui. Il raddrizzatore al germanio si può usare vantaggiosamente fino a frequenze dell'ordine di 100 MHz.

Gli elementi al silicio, si prestano maggiormente come si è detto, all'uso nella gamma delle microonde. Essi infatti presentano al contatto una capacità di circa 0,2 pF, notevolmente inferiore a quella, pur molto bassa, degli elementi al germanio; occorre quindi arrivare alla frequenza 1000 MHz perchè la reattanza offerta dalla capacità del contatto diventi inferiore a 1000 Ω e si approssimi al valore della resistenza del contatto, costituendo una via in parallelo. Nella figura 13 vediamo il comportamento di un elemento al silicio ad alta tensione inversa alle frequenze di 60 Hz e di 30 MHz nei riguardi della tensione raddrizzata, e alla frequenza di 30 MHz nei riguardi della temperatura.

È noto che anche i raddrizzatori all'ossidulo di rame presentano buone caratteristiche nei riguardi delle applicazioni a frequenze piuttosto alte. Già da lungo tempo essi sono stati usati nella telefonia per correnti vettrici ad alta frequenza (fino a 4 MHz) con ottimi risultati. Alla frequenza di 200 kHz, sotto una caduta di tensione di 0,3 V, esemplari in commercio da molti anni, presentavano una capacità di 100 pF (R. S. CARUTHERS).

Gli elementi al selenio, rapportando i valori a «superfici efficaci» dello stesso ordine di quelle considerate per gli altri elementi presentano (K. MAIER) capacità, dell'ordine dei 1000 pF, che ne rendono ancora possibile l'uso anche a frequenze abbastanza elevate.

DOMENICO VOTTERO - TORINO

Corso Vittorio Emanuele 117 / Tel. 52.148

Forniture complete per radiotecnica. Tutto l'occorrente per impianti sonori. Attezzatissimo laboratorio per qualsiasi riparazione

"DA VOLTA ALL'ENERGIA ATOMICA" di D. E. RAVALICO

Divulgazione interessante e piacevole dell'elettronica dai primordi alle più recenti applicazioni.

274 pagine - 165 illustrazioni - 300 lire

Editore U. Hoepli / Corso Matteotti, 12 - Milano (Conto corrente postale 3-32)

RAPPRESENTAZIONE DI FORMULE MEDIANTE DIAGRAMMI CON COORDINATE LOGARITMICHE (*)

Dott. NICOLA LA BARBERA

SOMMARIO. Si mostra il modo di rappresentare formule logaritmiche mediante diagrammi, iniziando dalla costruzione della scala logaritmica, per la quale si danno i dati pratici.

1. - Sono comparsi in «Elettronica» a più riprese diagrammi in scala logaritmica per il calcolo grafico di formule usate in elettrotecnica (1). Si ritiene di fare cosa non inutile mostrando il modo di costruire tali diagrammi, sì da porre il lettore in grado eventualmente di farlo da sé in caso di bisogno.

2. - Reticolo logaritmico.

Il disegno della «carta logaritmica» è cosa semplice e nota. Si sa che è sufficiente la costruzione di una decade (tratto i cui valori estremi stanno nel rapporto 1:10) perchè le altre si ripetono identicamente. All'uopo, trac-

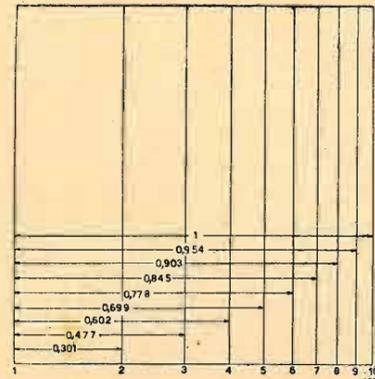


FIG. 1. - Costruzione del reticolo logaritmico.

ciato un quadrato (2) di lato opportunamente scelto secondo l'ampiezza che si vuol dare al disegno, si fissano i valori da rappresentare (per esempio 1, 2, 3, ..., 9, 10) e si riportano in ascisse (fig. 1), a partire da un estremo, segmenti proporzionali ai logaritmi in base 10 di tali valori (0, 0,301, 0,477, ..., 0,954, 1). Il coefficiente di proporzionalità è dato dalla misura l del lato del quadrato. Supposto per esempio di fare $l=10$ cm, tali logaritmi si moltiplicano per 10, cioè si riportano segmenti eguali rispettivamente a 0, 3,01, 4,77, ..., 9,54, 10 cm. Se fosse $l=15$ cm, si moltiplicherebbero per 15, e così analogamente.

Si riportano i logaritmi di una serie di valori delle

(1) «Elettronica», I, 1946, tavole fuori testo allegate ai fascicoli n. 4, 6, 7, 9, 10, aprile, giugno, luglio, settembre, ottobre.

(2) Più generalmente si può disegnare un rettangolo, adoperando cioè scale diverse per le ascisse e le ordinate. Ciò tuttavia, oltre che scomodo, è svantaggioso avendosi imprecisioni diverse sulle due scale. Il quadrato è la forma più razionale.

(*) Pervenuto alla redazione il 20-X-1946.

TABELLA I. - Valori per costruire scale logaritmiche di lato 5, 7,5, 10, 15, 20, 30 cm.

Ascissa	Logaritmo decimale	$l=5$ cm D (mm)	$l=7,5$ cm D (mm)	$l=10$ cm D (mm)	$l=15$ cm D (mm)	$l=20$ cm D (mm)	$l=30$ cm D (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0
1,1	0,0414	2,1	3,1	4,1	6,2	8,3	12,4
1,2	0,0792	4,0	5,9	7,9	11,9	15,8	23,8
1,3	0,1139	5,8	8,5	11,4	17,1	22,8	34,2
1,4	0,1461	7,3	11,0	14,6	21,9	29,2	43,8
1,5	0,1761	8,8	13,2	17,6	26,4	35,2	52,8
1,6	0,2041	10,2	15,3	20,4	30,6	40,8	61,2
1,7	0,2304	11,5	17,3	23,0	34,6	46,0	69,1
1,8	0,2553	12,8	19,1	25,5	38,3	51,0	76,6
1,9	0,2787	13,9	20,9	27,9	41,8	55,8	83,6
2	0,3010	15,1	22,6	30,1	45,2	60,2	90,3
2,1	0,3222	16,1	24,2	32,2	48,3	64,4	96,7
2,2	0,3424	17,1	25,7	34,2	51,4	68,5	102,7
2,3	0,3617	18,1	27,1	36,2	54,3	72,3	108,6
2,4	0,3802	19,0	28,5	38,0	57,0	76,0	114,0
2,5	0,3979	19,9	29,8	39,8	59,7	79,6	119,4
2,6	0,4150	20,7	31,1	41,5	62,2	83,0	124,5
2,7	0,4314	21,6	32,3	43,1	64,7	86,3	129,4
2,8	0,4472	22,4	33,5	44,7	67,1	89,4	134,2
2,9	0,4624	23,1	34,7	46,2	69,3	92,5	138,7
3	0,4771	23,9	35,8	47,7	71,6	95,4	143,1
3,2	0,5051	25,3	37,9	50,5	75,8	101,0	151,6
3,4	0,5315	26,6	39,9	53,1	79,7	106,3	159,4
3,6	0,5563	27,8	41,7	55,6	83,4	111,3	166,9
3,8	0,5798	29,0	43,5	58,0	87,0	116,0	173,9
4	0,6021	30,1	45,2	60,2	90,3	120,4	180,7
4,2	0,6232	31,2	46,7	62,3	93,5	124,7	187,0
4,4	0,6434	32,2	48,3	64,3	96,5	128,7	193,0
4,6	0,6628	33,1	49,7	66,3	99,4	132,6	198,8
4,8	0,6812	34,1	51,1	68,1	102,2	136,2	204,4
5	0,6990	34,9	52,4	69,9	104,8	139,8	209,7
5,5	0,7404	37,0	55,5	74,0	111,0	148,1	222,1
6	0,7781	38,9	58,4	77,8	116,7	155,6	233,4
6,5	0,8129	40,6	61,0	81,3	121,9	162,6	243,9
7	0,8451	42,3	63,4	84,5	126,8	169,0	253,5
7,5	0,8751	43,8	65,6	87,5	131,3	175,0	262,6
8	0,9031	45,2	67,7	90,3	135,5	180,6	270,9
8,5	0,9294	46,5	69,7	92,9	139,4	185,9	278,8
9	0,9542	47,7	71,6	95,4	143,1	190,8	286,3
9,5	0,9777	48,9	73,3	97,8	146,7	195,5	293,3
10	1	50	75	100	150	200	300

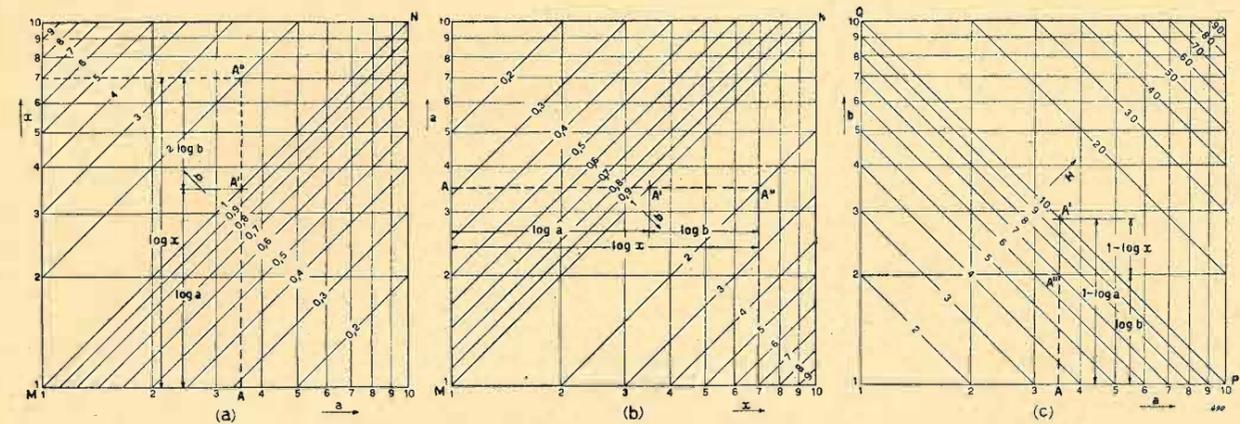


FIG. 2. - Rappresentazione della formula $x = ab$.

ascisse che assicura una distanziatura sufficientemente uniforme, e i loro prodotti per alcuni valori di l , cioè senz'altro le misure D dei segmenti che si debbono portare, a partire dall'origine, per eseguire la quadrettatura.

In corrispondenza dei punti segnati si tracciano le verticali. In modo identico si disegna la serie delle orizzontali.

Si passa ora alla rappresentazione delle formule, premettendo che le formule che si possono tradurre in diagrammi sono quelle logaritmiche, cioè quelle in cui compaiono operazioni di moltiplicazione, divisione, innalzamento a potenza, estrazione di radice. Il procedimento sarà esposto per successivi esempi.

3. - Formule riconducibili all'espressione $x = a \cdot b$.

Si supponga di voler rappresentare la formula $x = a \cdot b$; questa in termini logaritmici si scrive: $\log x = \log a + \log b$ (3). Si porti la grandezza a sull'asse delle ascisse e si tracci la diagonale MN del quadrato (fig. 2a). Evidentemente, essendo $MA = \log a$, è anche $AA' = \log a$. Si conducano ora successive parallele alla diagonale anzidetta, uscenti dai punti dell'asse delle ordinate quotati 2, 3, È chiaro che i punti di tale rette distano dai punti della diagonale MN situati sulla medesima verticale rispettivamente delle quantità $\log 2, \log 3, \dots$. Cioè se tali rette si quotano con i valori della grandezza b ponendo l'origine 1 della graduazione alla MN , è $A'A'' = \log b$. In definitiva $AA'' = \log a + \log b = \log x$, cioè le ordinate rappresentano la grandezza x .

In pratica, per trovare x , basta entrare in ascisse col valore di a , seguire la verticale fino all'incontro con la retta corrispondente quotata col valore di b , e leggere sulle ordinate il valore corrispondente di x .

La grandezza x può anche segnarsi sull'asse delle ascisse. Allora la disposizione è quella della figura 2b. Si ponga attenzione alla successione delle rette b , che questa volta, sempre partendo dalla diagonale MN , ha senso crescente diverso dal caso precedente ma sempre concorde col senso della x (4). Un esempio di una disposizione del genere si può trovare nella tavola fuori testo allegate al fasci-

(3) Qui e nel seguito col simbolo «log» si vuol sempre indicare \log_{10} .

(4) La disposizione 2b si ottiene dalla 2a ribaltando la figura attorno alla MN .

colo 10 di «Elettronica» 1946, in cui viene rappresentata, tra l'altro, la formula $V = RI$. Si trova appunto V sull'asse delle ascisse, I su quello delle ordinate e R su rette a 45° disposte come quelle di figura 3b.

Una terza disposizione possibile è quella che pone la grandezza prodotto sulle rette diagonali e quindi a e b sugli assi coordinati. Questa volta la diagonale occorrente è la PQ , inclinata da sinistra a destra. È chiaro che si ha $AA' = AP = 1 - \log a$. Essendo poi $AA'' = \log b$ si verifica la relazione:

$$A'A'' = (1 - \log a) - \log b = 1 - (\log a + \log b) = 1 - \log x.$$

Ciò vuol dire che la retta obliqua origine della scala logaritmica non è la PQ ma una sua parallela spostata indietro (verso il basso) di 1 unità. In altri termini la PQ deve essere quotata 10 e non 1.

Un esempio di tale disposizione si può trovare nella tavola fuori testo allegate al n. 10 di «Elettronica», dove appunto la formula $P = IV$ è rappresentata con I e V sugli assi coordinati e P su diagonali inclinate da sinistra a destra. La diagonale della decade quotata $1 \div 10$ in ascisse e $1 \div 10$ in ordinate (la centrale della prima fila) porta l'indicazione 10.

FORMULA $x = a/b$. — La rappresentazione di questa formula si riconduce immediatamente al caso del prodotto; basta infatti trasformarla nella seguente $xb = a$. Così nella citata tabella di «Elettronica» oltre alle formule $V = IR$ e $P = IV$ sono rappresentate evidentemente anche $I = V/R$, $R = V/I$, $I = P/V$, $V = P/I$.

4. - Quadrato e radice quadrata, $x = a^2$, $x = \sqrt{a}$.

La prima di queste formule si potrebbe a rigore ricondurre al primo caso mostrato. Ma è più semplice una costruzione come quella mostrata nella figura 3a e per la quale è sufficiente una sola diagonale. La scala relativa alla grandezza a^2 è la metà di quella relativa alla grandezza a , in modo che si attua l'eguaglianza $(1/2) \log x = \log a$, che è l'espressione logaritmica di $x = a^2$. Più semplicemente ancora le due scale possono accostarsi come in figura 3b.

L'espressione $x = \sqrt{a}$ si riconduce al caso precedente. Un esempio si ha nella tavola fuori testo allegate al n. 4 di «Elettronica» 1946 ($S_1 = \sqrt{P}$).

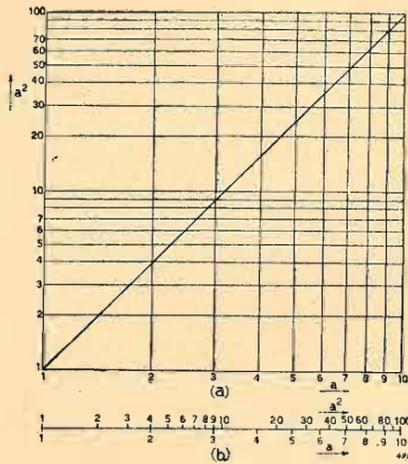


FIG. 3. - Rappresentazione della formula $x=a^2$.

5. - Fattore costante k .

Si abbia da rappresentare la formula $x=kab$ con k costante. Poichè si ha $\log x = \log k + \log a + \log b$, è sufficiente spostare opportunamente, nei grafici della figura 2, la diagonale di riferimento di una quantità eguale a $\log k$, sempre misurata parallelamente all'asse delle ascisse o a quello delle ordinate secondo i casi. Le figure 4 a, b, c , mostrano ciò nelle tre disposizioni corrispondenti alle figure 2 a, b, c ; in tutti i casi è soddisfatta la relazione $\log x = \log k + \log a + \log b$.

Praticamente per tracciare la retta a 45° di riferimento $M'N'$, per esempio nel caso a , la si fa uscire dal punto dell'asse delle ordinate quotato k , invece che da quello quotato 1. A partire da tale punto si segna poi sull'asse delle ordinate una serie di segmenti proporzionali a $\log 2, \log 3, \dots$ come indicato nel paragrafo 2, per gli estremi dei quali si conducono le parallele alla $M'N'$ da quotare rispettivamente 2, 3, In modo analogo si procede negli altri casi.

Un esempio di tale formula è rappresentato, secondo il modo di figura 4a, nella tabella della tavola fuori testo annessa al n. 7 di «Elettronica» 1946, precisamente con l'espressione $Z = \omega L = 2\pi fL$. Ivi appunto la retta a 45° di riferimento, iniziale della decade, non è la diagonale del quadrato ma una sua parallela spostata innanzi (nel senso crescente) di una quantità, misurata in senso verti-

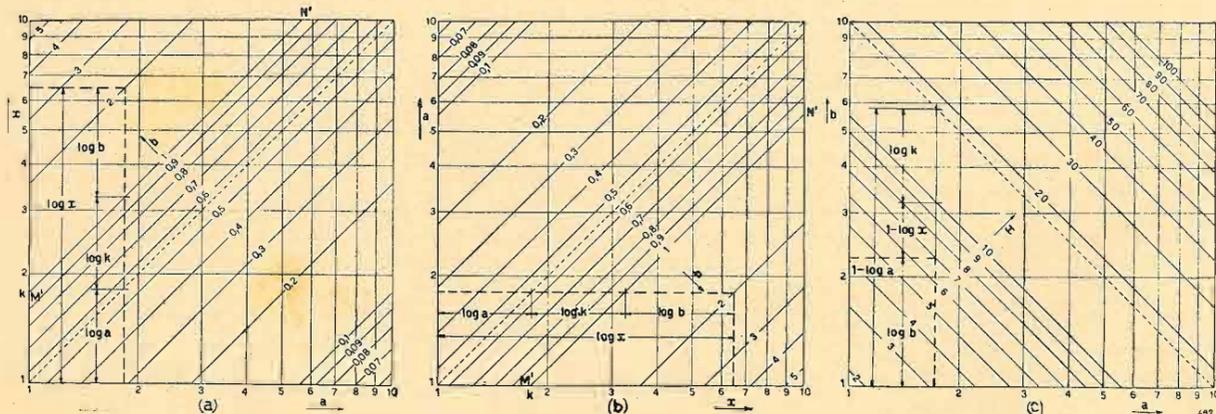


FIG. 4. - Formula $x=kab$, con k costante.

cale, eguale a $\log(2\pi)$. Infatti essa esce non dall'angolo inferiore sinistro del quadrato, quotato 1, ma dal punto dell'asse delle ordinate di sinistra quotato $2\pi=6,28$. Non ci si stupisca di trovare scritto in corrispondenza di essa $L=10$ invece di $L=1$. Evidentemente ciò non muta che l'ordine di grandezza del prodotto Z , ma di questo il costruttore della tabella non si è curato, preoccupandosi soltanto di avere numeri semplici, avendo posto accanto una tavola apposita per il calcolo dell'ordine di grandezza. In questa si trova, come dev'essere, 1 in corrispondenza dell'obliqua che esce dal punto dell'ordinata di sinistra quotato 6,28.

La formula $x=ab/k$ si riconduce al caso precedente scrivendo $x=(1/k)ab$. Si noti che spostare innanzi di una quantità eguale a $\log(1/k)$ equivale a spostare indietro della quantità $\log k$, dato che appunto $\log(1/k) = -\log k$.

Anche le formule $k=ka/b$ e $x=a/(kb)$ si riconducono immediatamente ai casi studiati.

6. - Prodotto di tre fattori variabili.

Per porre in diagramma la formula $x=abc$ si può procedere rappresentando dapprima la grandezza $y=ab$ e quindi la $x=yc$. La possibilità di effettuare, come si è visto, i prodotti in modi diversi, adoperando diagonali di tipo MN inclinate a sinistra, o di tipo PQ inclinate a destra, permette di riunire i due grafici in uno solo come mostrano le figure 5a e b di semplice interpretazione. I valori di y non interessano e non è nemmeno necessario segnarli, cioè l'asse delle ordinate (nell'esempio di figura 4a, altrimenti, in figura 4b, quello delle ascisse) è suddiviso logicamente ma può non portare indicazione di numeri. L'asse delle ascisse invece porta la doppia indicazione relativa a due delle grandezze, per esempio a, c . La diagonale PQ porta l'indicazione 10, secondo quanto si è detto a proposito della figura 2c.

Per effettuare il prodotto cercato, si entra in ascisse in A col valore di a (oppure in C col valore di c) si segue la verticale fino a incontrare la retta quotata b in A'' , quindi si segue l'orizzontale fino a incontrare in C'' l'altra verticale passante per il punto C corrispondente al valore di c ; sulla retta x passante per quel punto si legge il rispettivo valore.

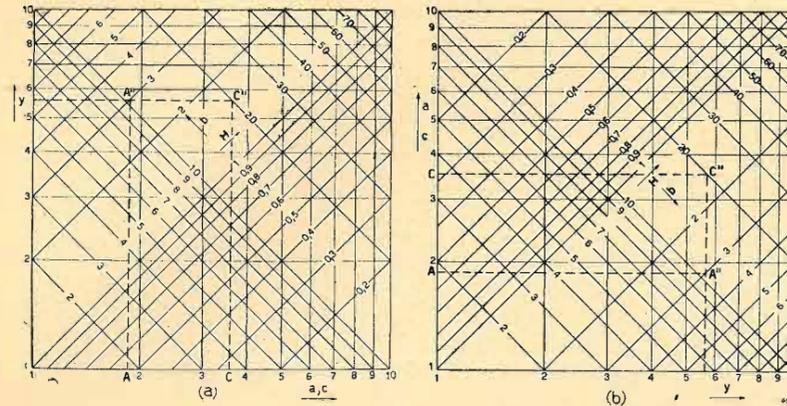


FIG. 5. - Formula $x=abc$.

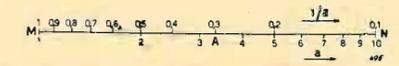


FIG. 7. - Inverso di un numero a .

Un caso particolare è offerto dalla formula $x=a^2b$; presenta la semplicità di avere un'unica grandezza sull'asse delle ascisse. Non dovendosi fare il percorso orizzontale $A''C''$ (o rispettivamente verticale per la figura 5b), può addirittura eliminarsi il tracciamento delle righe orizzontali (verticali).

Un esempio di formula di codesto tipo è mostrato nella più volte citata tabella della tavola fuori testo del numero 10 di «Elettronica» con la $P=I^2R$. Si nota appunto che dati I ed R si trova P senza far uso della rigatura verticale.

Un altro modo di rappresentare la formula $x=a^2b$ è quello di ricorrere alla scala logaritmica di grandezza diversa per rappresentare a^2 . Considerato infatti che $\log x = 2\log a + \log b$ si può usare un grafico in cui la scala relativa alla grandezza a (ascisse) sia di ampiezza doppia di quella relativa a b e x . La figura 6a mostra un tal diagramma e non necessita di spiegazioni.

Si può anche adoperare lo schema di figura 6b il quale elimina la doppia scala, ma per altro presenta lo svantaggio di una minor precisione per avere le rette oblique non inclinate a 45° (5).

7. - Inverso di un numero e di un prodotto.

Per rappresentare la formula $x=1/a$ è sufficiente una semplice retta graduata logicamente dalle due parti

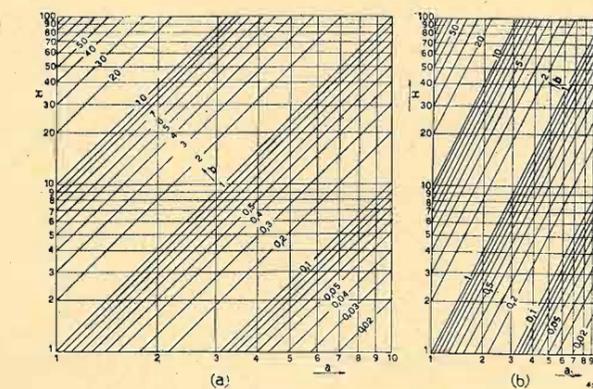


FIG. 6. - Formula $x=a^2b$.

(5) Le rette a 45° assicurano la miglior precisione.

in senso inverso come mostra la figura 7. Infatti essendo $MA = \log a$, è $NA = 1 - \log a$. Affinchè NA rappresenti il $\log(1/a)$ bisogna sottrarre 1, cioè spostare in avanti l'origine della scala logaritmica; quindi invece di quotare la parte superiore da 1 a 10, la si quota da 0,1 a 1.

La figura 8 mostra invece il diagramma che rappresenta $x=1/ab$. In essa se l'origine della scala logaritmica relativa alla grandezza b fosse la diagonale PQ (cioè se PQ fosse quotata 1) si avrebbe $A''A' = \log b$ e quindi $AA'' = 1 - \log a - \log b = 1 + \log x$. Siccome si vuole che AA'' rappresenti invece $\log x$, si sposta avanti l'origine anzidetta di 1 unità, ossia si quota la PQ con 0,1. Allora è $A''A' = \log b + 1$ e quindi $AA'' = 1 - \log a - (\log b + 1) = -\log a - \log b = \log x$.

Per tracciare le rette b si deve segnare una scala logaritmica, secondo le istruzioni del paragrafo 2, sull'asse

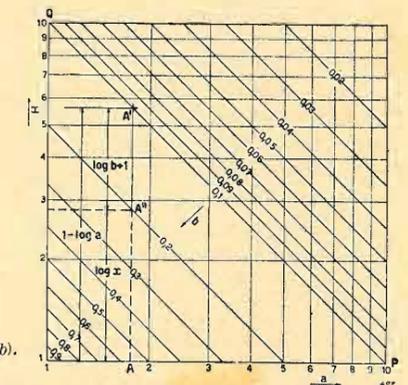


FIG. 8. - Formula $x=1/(ab)$.

delle ordinate o su una parallela, dall'alto verso il basso. Non ci si ferma su altre disposizioni equivalenti (per esempio x sull'asse delle ascisse) che possono facilmente immaginarsi.

Se è presente un fattore costante k , a numeratore $[k/(ab)]$, o a denominatore $[1/(kab)]$, si sposta la diagonale di riferimento indietro o avanti rispettivamente nei due casi, di una quantità eguale a $\log k$. Il secondo caso è importante perchè è quello della nota formula dell'impedenza di un condensatore $Z=1/(\omega C)$. Tale formula è stata riportata da «Elettronica» nel diagramma della tavola fuori testo allegata al n. 7. Ivi la diagonale di riferi-

1. Premessa.

Nei precedenti tre articoli riguardanti « la misura elettrica delle grandezze meccaniche » (vedi « Elettronica » n. 4, 5, 7, aprile, maggio, luglio 1946, pag. 130, 188, 273) sono stati passati in rapida rassegna i metodi e gli artifici, specialmente di natura elettrica, che tali misure comportano. Vogliamo ora riportare la descrizione particolareggiata di alcune tra le realizzazioni pratiche più significative dei principi prima esposti, curandone per quanto ci sarà possibile anche la descrizione dei principali particolari costruttivi. Con questi esempi è nostro intendimento indicare all'elettrotecnico, almeno nelle sue linee generali, la via seguita nell'esecuzione di ciò che i principi teorici gli possono avere indicato e dimostrare al meccanico le possibilità che l'elettrotecnica, con mezzi relativamente semplici, può offrire alle sue misure. Vorremmo così che anche da noi questi nuovi metodi potessero prendere quello sviluppo che loro compete e che da molti anni un certo numero di appassionati va sempre più diffondendo.

Le notizie che ci giungono da oltre frontiera e specialmente quelle riprodotte sulle recenti pubblicazioni nord americane ed inglesi non fanno che confermare questa nostra asserzione e dare ad essa maggior valore. In molte nostre industrie però questa mentalità tecnica è già ben fondata e da diversi anni esse dispongono di laboratori attrezzati per questo scopo i cui lavori hanno, in alcuni casi, richiamato l'attenzione anche di diversi competenti visitatori stranieri.

2. Oscillografo Zeiss per quarzi piezoelettrici.

Un esempio classico di apparecchiatura completa per la rivelazione, la misura e la registrazione di fenomeni meccanici a mezzo di rivelatori a quarzo piezoelettrico è dato da quella che costruiva la Zeiss Ikon di Dresda e che attualmente anche in Italia è in servizio presso diverse importanti Ditte industriali. Essa permette la misura tanto di grandezze variabili anche molto rapidamente col tempo (fino a frequenze superiori a 10000 Hz) quanto di fenomeni quasi statici la cui componente di minima frequenza non sia troppo vicina a quella corrispondente alla costante di tempo del sistema rivelatore (quarzo + cavo + circuito di ingresso). Tale costante può raggiungere nei casi migliori anche i 15 minuti primi.

È stata particolare cura della casa costruttrice fare in modo che un simile complesso possa essere utilizzato in molti ed anche differenti campi della tecnica, da quella motoristica, a quella delle macchine utensili, dalla balistica alla tecnica dei fluidi, ecc., come gli esempi che più avanti riporteremo faranno vedere.

L'apparecchiatura, della quale in figura 1 è rappresen-

tata un'applicazione ad un motore a scoppio, si compone generalmente di tre parti indipendenti:

- i rivelatori a quarzo;
- il tubo a raggi catodici col relativo alimentatore ed amplificatore;
- il sistema di registrazione fotografica.

a) *Il tubo a raggi catodici col relativo amplificatore alimentatore.* — Questi organi costituiscono un unico complesso racchiuso in due differenti cassette, una per il solo tubo a raggi catodici, l'altra per l'alimentatore e l'amplificatore. Una simile soluzione è stata determinata dalla necessità di poter variamente collocare il tubo in corrispondenza del sistema di registrazione fotografica.

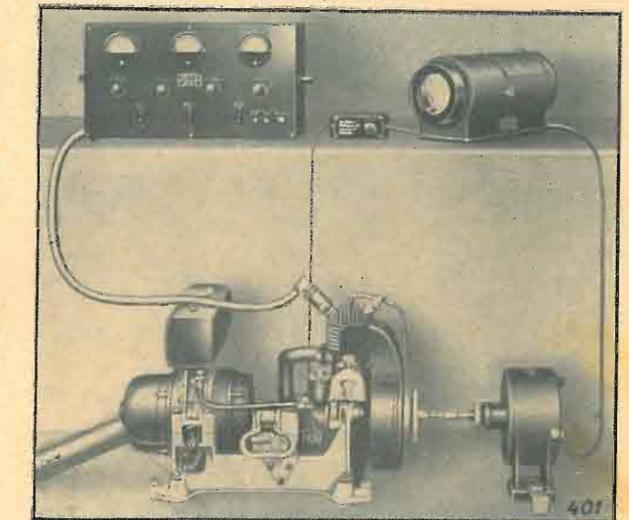


Fig. 1. - Esempio di applicazione della apparecchiatura Zeiss al rilievo del ciclo indicato di un motore a scoppio.

A tale scopo il tubo è stato scelto di tipo sufficientemente grande (130 mm di diametro dello schermo) e con punto luminoso di colore blu intenso onde più facilmente impressioni la pellicola fotografica. Una coppia di cavi permette il suo collegamento al corrispondente alimentatore-amplificatore che è molto semplice e non richiede, come vedremo, un numero eccessivo di valvole perchè il cristallo dei rivelatori fornisce già segnali molto intensi.

b) *L'alimentazione del tubo a raggi catodici.* — Viene ottenuta raddrizzando la corrente alternata opportunamente elevata di tensione da un apposito trasformatore con un diodo semplice ad alto vuoto tipo AEG 1 W. La corrente così raddrizzata viene livellata « grosso modo » da un unico condensatore da 0,25 µF con isolamento a 8000 volt di prova. Il tubo a raggi catodici è del tipo a gas con un

(*) Pervenuto alla redazione il 10-IX-1946.

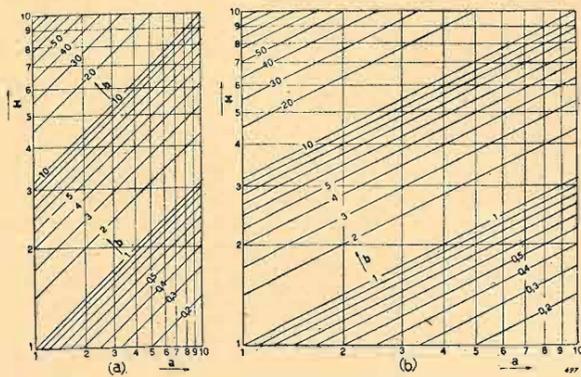


Fig. 9. - $x = \sqrt{ab}$.

mento (quotata anche questa volta 10 invece di 0,1 per comodità di lettura, ma quotata esattamente $10^5 \mu F$ cioè 0,1 F nel grafico per il calcolo dell'ordine di grandezza) è spostata in avanti (verso l'angolo inferiore sinistro) di una quantità eguale a $\log(2\pi)$.

8. - Radice quadrata di un prodotto e suo inverso.

Essendo $\log x = (\log a + \log b)/2$ l'espressione logaritmica di $x = \sqrt{ab}$, basta fare le scale delle grandezze a e b la metà di quella relativa alla grandezza x (oppure, il che è lo stesso, questa doppia di quelle). La figura 9a mostra il disegno.

Si può anche dimezzare il $\log a$ ricorrendo a rette inclinate di un angolo α tale che $\alpha = \arctg(1/2)$ invece che di 45° (fig. 9b); tali rette debbono poi essere distanziate sempre con scala metà.

Per rappresentare l'inverso dell'espressione, cioè la formula $x = 1/\sqrt{ab}$, essendo $\log x = -(1/2) \log a - (1/2) \log b$, la disposizione del diagramma è simile a quella di figura 8 relativa al caso $1/(ab)$, dimezzando poi le scale di a e b rispetto a quella di x . Tale dimezzamento, in analogia col caso precedente, si può ottenere, in due modi diversi, mostrati nelle figure 10 a e b.

Se è presente un fattore costante come in $x = 1/\sqrt{kab}$ non c'è che da spostare in avanti la diagonale di riferimento della quantità $(1/2) \log k$, ossia del $\log k$ misurato

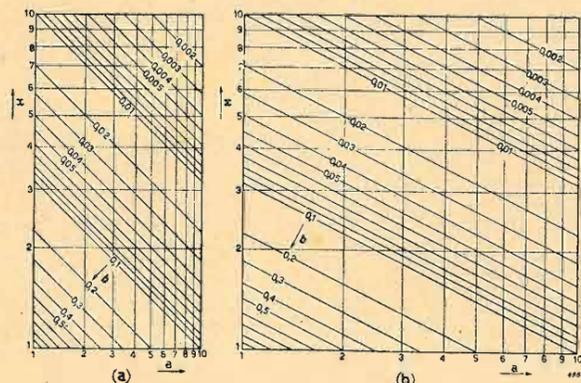


Fig. 10. - Formula $x = 1/\sqrt{ab}$.

nella scala più piccola. Esempio di tal formula, nel secondo modo di rappresentazione, si trova nella tabella della tavola fuori testo del numero 9 di « Elettronica » 1946, in cui si mostra appunto la formula $n = 1/\sqrt{2\pi f_{max} R_a C_2}$. Le due grandezze f_{max} e C_2 sono state fuse insieme nel prodotto. Riesce facile constatare che la scala logaritmica della grandezza $C_2 f_{max}$ è la metà di quella delle ascisse e delle ordinate. L'obliqua quotata 1000 è spostata indietro rispetto a quella passante per il punto 100 della scala delle ascisse della quantità $1 - \log(2\pi)$ nella scala più piccola, corrispondente a $1 - \log(2\pi)/2$ nella scala più grande; il che equivale ad averla spostata avanti di $\log(2\pi)$, a parte naturalmente l'ordine di grandezza. L'obliqua anzidetta dovrebbe essere quotata 0,001 e porta invece la cifra 1000 per tener conto delle unità di misura delle varie grandezze.

In modo analogo si procede per la formula $x = 1/k\sqrt{ab}$. Una di questo tipo è quella della frequenza di risonanza di un circuito oscillatorio: $f = 1/(2\pi\sqrt{LC})$. Questa tutta-

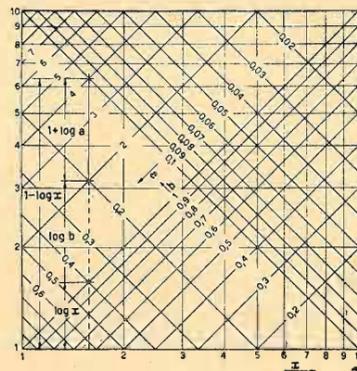


Fig. 11. - Altro modo di rappresentare la formula $x = 1/\sqrt{ab}$.

via è rappresentata nella tavola fuori testo del n. 7 di « Elettronica » non con schemi del tipo di figura 10 ma in modo diverso. Si supponga di costruire un diagramma come quello di figura 11. Dette x, a, b , le grandezze rappresentate rispettivamente sull'asse delle ascisse e sulle due famiglie di rette a 45° , si ha evidentemente:

$$1 - \log x = \log x + \log b + 1 + \log a,$$

da cui $2 \log x = -\log b - \log a$, ossia $x = 1/\sqrt{ab}$.

È appunto questa la via seguita nel diagramma citato (con in più il fattore costante 2π).

9. - Conclusione.

Con successivi esempi si è mostrato come riportare in diagramma formule logaritmiche. I casi mostrati sono i seguenti:

$x = ab$	$x = ka/b$	$x = k/(ab)$
$x = a/b$	$x = a/(kb)$	$x = 1/(kab)$
$x = a^2$	$x = abc$	$x = \sqrt{ab}$
$x = \sqrt{a}$	$x = a^2b$	$x = 1/\sqrt{ab}$
$x = kab$	$x = 1/a$	$x = 1/\sqrt{kab}$
$x = ab/k$	$x = 1/ab$	$x = 1/k\sqrt{ab}$

con a, b, c, x , variabili e k costante.

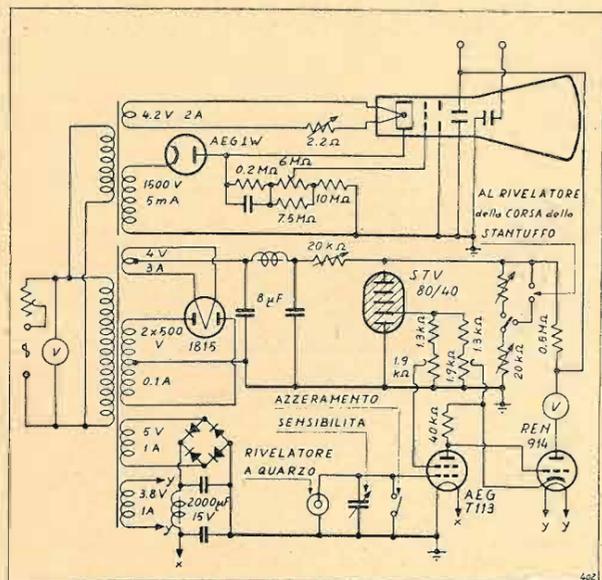


Fig. 2. - Schema elettrico generale della apparecchiatura Zeiss per il rilievo dei fenomeni meccanici.

solo elettrodo di controllo per la regolazione del sistema ottico-elettronico, esso richiede perciò una tensione intermedia regolabile fra quella dell'anodo e quella del catodo.

La tensione negativa del cilindro di Wehnelt è costante ed è ottenuta, come si vede nello schema di figura 2, per mezzo del partitore costituito dalla resistenza di $0,2 \text{ M}\Omega$ collegata in serie al potenziometro da $6 \text{ M}\Omega$ ed alla resistenza da $7,5 \text{ M}\Omega$ fra di loro in parallelo e collegati a loro volta in serie colla resistenza da $10 \text{ M}\Omega$.

La luminosità del punto sullo schermo del tubo, che è elevata così da facilitare i rilievi fotografici, è regolata variando la sua corrente di accensione per mezzo del reostato da $2,2 \Omega$.

Un simile tubo non è di costruzione molto moderna e presenta in alcuni casi qualche difficoltà di esercizio. Forse la Zeiss oggi userebbe un tubo ad alto vuoto.

c) *L'alimentatore dell'amplificatore.* — È ottenuto per mezzo di un comune raddrizzatore a doppio diodo il quale, dopo la cella di filtro, porta una valvola stabilizzatrice di tensione del tipo a scarica nel gas (Stabilovolt tipo STV 280/40). Scopo di questa valvola è di mantenere il più possibile costante la tensione di alimentazione dell'amplificatore al variare di quella della rete e di fornire, per mezzo di uno dei suoi elettrodi, una tensione molto bassa (circa 70 volt) al partitore che alimenta il tubo elettrometro.

In parallelo al tubo stabilizzatore ed all'amplificatore è posto un gruppo di resistenze che costituiscono un carico artificiale che viene collegato quando è escluso il rivelatore di corsa dello stantuffo come verrà detto più avanti.

d) *L'amplificatore vero e proprio* è molto semplice, ed una sola valvola sarebbe sufficiente per esso se i rivelatori a quarzo non richiedessero un particolare circuito di ingresso ad elevato isolamento onde aumentarne la costante di tempo. Questo speciale isolamento è ottenuto con un

«tubo elettrometro» del tipo AEG T 113 la cui corrente di griglia è inferiore a 10^{-13} A (vedi JOSEF SCHINTLMEISTER: *Die Elektronenröhre als physikalisches Messgerät*, Springer, Vienna, 1943, pag. 25 e seg.). La sua griglia di controllo è direttamente collegata al quarzo piezoelettrico, mentre la griglia schermo e l'anodo prendono tensione dal partitore prima citato per mezzo dei due potenziometri da 1900Ω . Il valore di questa tensione è intorno alla decina di volt. Il tubo elettrometro, che non amplifica affatto, pilota direttamente il triodo amplificatore REN 914 il quale fornisce la tensione deviatrice per le placche verticali del tubo a raggi catodici. Siccome tale tubo ha tanto le placche verticali quanto quelle orizzontali adatte per funzionare con tensione dissimetrica rispetto alla massa, la soluzione è quanto di più semplice si poteva fare.

L'alimentazione del filamento del tubo elettrometro è ottenuta con corrente raddrizzata a mezzo di un ponte di raddrizzatori a secco, successivamente livellata per evitare fenomeni di ronzio. Un simile circuito può amplificare anche correnti continue per cui, come abbiamo già detto, la limitazione della frequenza minima del fenomeno che si vuol registrare è dipendente solamente dalla costante di tempo del rivelatore a quarzo.

L'amplificatore ora descritto non ha alcuna regolazione della sensibilità, essa è invece disposta sul circuito del quarzo rivelatore, in parallelo al quale infatti è collegato un condensatore variabile che ne aumenta la capacità parassita. Quando esso è escluso la sensibilità è massima, invece quando è più o meno inserito il segnale di uscita sarà più o meno debole perchè più o meno grande sarà la capacità totale che le cariche elettriche generate dal quarzo devono caricare (vedi «Elettronica», n. 7, luglio 1946, pag. 278).

e) *L'asse dei tempi e il sistema fotografico* non sono contenuti nel complesso del tubo a raggi catodici e dell'alimentatore amplificatore ora descritti per cui la deviazione orizzontale del pennello luminoso (asse dei tempi) deve, a seconda dei casi, essere adattata all'esperienza che si vuol condurre.

Quando sia necessario osservare il fenomeno rivelato dal quarzo in funzione del tempo occorrerà provvedersi di un opportuno generatore di segnali a denti di sega da collegarsi alle placche orizzontali; quando invece si volesse osservare il fenomeno in funzione di un altro parametro occorrerà alimentare queste placche con tensione proporzionale a tale parametro.

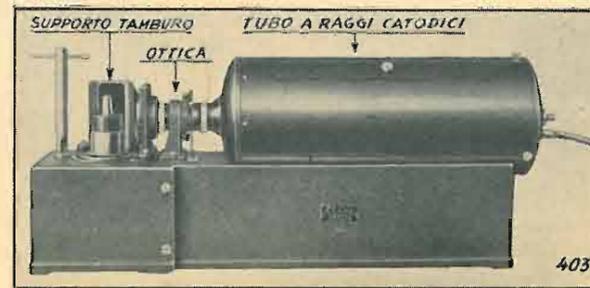


Fig. 3. - Sistema di registrazione fotografica o «Tremografo» dell'apparecchiatura Zeiss, con dispositivo a tamburo rotante.

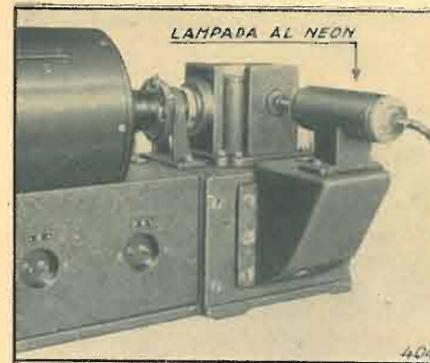


Fig. 4. - Particolare del marcatempo a lampada al neon del Tremografo di figura 3.

È questo ad esempio, il caso che si presenta molto frequentemente nella tecnica motoristica la quale richiede di rilevare ed osservare il diagramma della pressione nell'interno dei cilindri motori in funzione della corsa dello stantuffo («diagramma indicato»). A tale scopo la Zeiss ha costruito un apparecchio il quale, come risulta dalla figura 1, viene calettato direttamente sull'albero motore e da esso viene trascinato sempre «in fase» con lo stantuffo del cilindro in prova. Questo apparecchio, di tipo potenziometrico, fornisce ai morsetti di uscita una tensione proporzionale alla corsa dello stantuffo e perciò al volume da esso generato per cui sul tubo è possibile osservare il «diagramma indicato» relativo a quel dato cilindro oppure, come semplicemente si usa dire, il diagramma «pressione-volume».

Quando si volesse fotografare questo diagramma è sufficiente disporre davanti al tubo un particolare sostegno che la stessa Zeiss fornisce e che permette il montaggio di una comune macchina fotografica a lastra od a pellicola.

Quando invece si volessero registrare fenomeni in funzione del tempo col metodo della pellicola scorrente, la Zeiss fornisce un opportuno complesso fotografico denominato «Tremograph» (vedi fig. 3 e 4). Su un apposito basamento viene sistemato il tubo a raggi catodici, e davanti al suo schermo si dispone un tamburo con

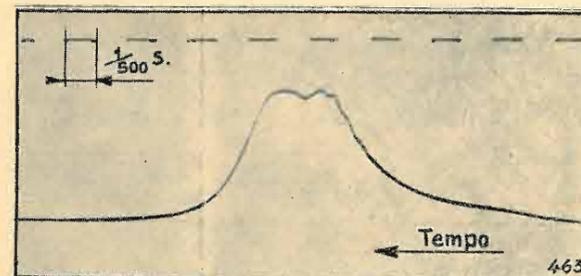


Fig. 5. - Oscillogramma rilevato con la apparecchiatura Zeiss su di un motore a iniezione, rotante alla velocità di 1730 giri al minuto. Velocità traslazione carta fotografica: 4,5 m/s.

sopra avvolta una carta fotografica sensibile. Fra il tamburo ed il tubo è sistemato un opportuno sistema ottico. Il tamburo viene fatto rotare con un motore elettrico alla velocità costante voluta e determina così l'asse dei tempi mentre sul tubo a raggi catodici la sola deviazione verticale del pennello fornisce l'ampiezza del fenomeno. In questo caso, come è ovvio, occorre venga esclusa dal

tubo a raggi catodici la deviazione orizzontale del pennello catodico.

Con un particolare sistema ottico (fig. 4) viene poi impressa sulla stessa carta sensibile la traccia di una frequenza nota onde poter riferire con esattezza il fenomeno al tempo.

In figura 5 è rappresentato un oscillogramma rilevato con questo sistema.

f) *I rivelatori a quarzo piezoelettrico* sono stati costruiti dalla stessa Zeiss per le più svariate applicazioni, già ne abbiamo pubblicato uno in una nostra precedente esposizione (vedi «Elettronica», n. 7, luglio 1946, p. 279) relativo alla misurazione degli sforzi di taglio degli utensili da lavoro, qui ne passeremo altri in rapida rassegna.

— *Per la balistica.* Occorre nella balistica poter conoscere l'andamento della pressione nell'interno delle bocche da fuoco in funzione del tempo. Un rivelatore opportunamente disposto può facilmente soddisfare alla bisogna

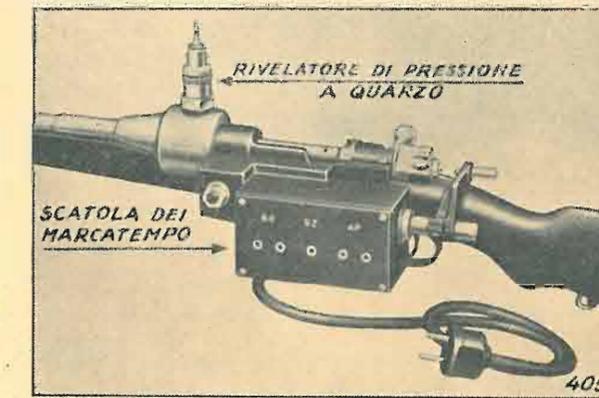


Fig. 6. - Esempio di applicazione dei rivelatori Zeiss su di un fucile per misurare la pressione dei gas nella esplosione.

e la figura 6 ne dà un esempio. Il rivelatore a quarzo è disposto nella parte superiore della camera di esplosione mentre sull'arma sono disposti altri accessori atti a sincronizzare la fotografia e a marcare su di essa opportune tracce di riferimento.

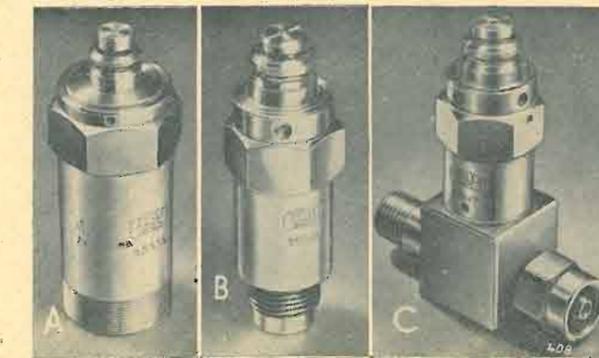


Fig. 7. - Tre rivelatori Zeiss di pressioni per misure su motori, condotte idrauliche, ecc. A) per pressioni sino a 4 kg/cm^2 ; B) sino a 150 ; C) sino a 1000 kg/cm^2 .

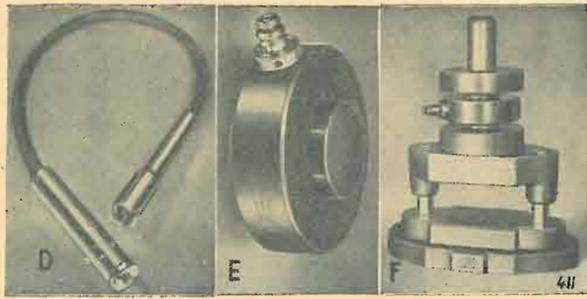


Fig. 8. - Esempi di rivelatori di forze di costruzione Zeiss. D) per forze sino a 2 kg; E) per forze sino a 300 t; F) per sforzi di taglio in macchine utensili sino a 30 t.

— Per la motoristica, l'idraulica, ecc. Sono stati costruiti i più svariati tipi di rivelatori come rappresenta la figura 7 nella quale sono riprodotti rivelatori di pressione che vanno da un minimo di 4 kg/cm² a fondo scala ad un massimo di 1000 kg/cm².

— Per la meccanica in generale. Sono stati approntati misuratori di forze i quali vanno da 2 kg max a 300 t (vedi fig. 8).

Il collegamento di questi rivelatori con l'amplificatore va fatto con un apposito cavo coassiale isolato con la massima cura per il quale le Ditte costruttrici usano i più pregiati materiali disponibili (ambra, trolitul).

3. Estensimetro statico a cellula fotoelettrica di Lehr.

Abbiamo già precedentemente esposto esempi di estensimetri elettrici di vario tipo (vedi «Elettronica», I, n. 5, pagg. 191 e 192) vogliamo qui descriverne uno costruito dalla casa tedesca Askania su disegno del prof. Lehr il quale può essere classificato sotto quel gruppo di rivelatori che in modo generale abbiamo denominato di «tipo diverso».

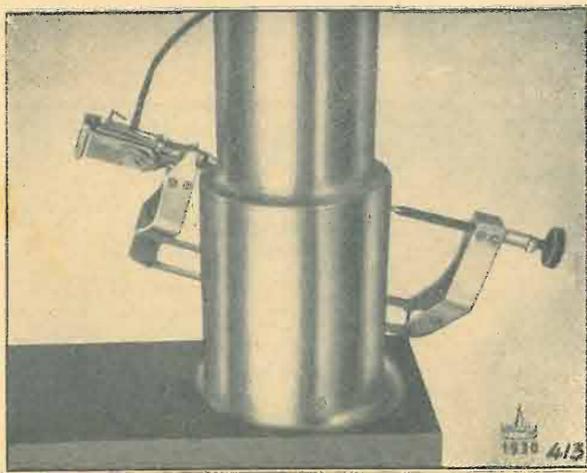


Fig. 9. - Estensimetro Lehr sistemato sul raccordo fra due tronchi di diametro differente di un albero motore.

Con la denominazione di estensimetri si intendono quegli strumenti, usati nella tecnica della prova dei materiali, i quali permettono di rilevare le variazioni superficiali di lunghezza dei pezzi meccanici sottoposti a sollecitazioni. In principio essi sono stati costruiti con metodi puramente meccanici o meccanico-ottici, in seguito richiedendosi da essi maggiori requisiti si è dovuto ricorrere ad artifici di natura elettrica od elettro-ottica come quello che descriveremo. È stata soprattutto la necessità di lavorare con basi di misura (la base cioè sulla quale viene misurata la variazione di lunghezza del pezzo in esame) molto piccole e di ridurre il più possibile le dimensioni del rivelatore che ha richiesto l'uso di nuovi metodi i quali permettessero maggiori sensibilità.

In figura 9 è rappresentato appunto uno di tali estensimetri montato sul raccordo di un albero, mentre in figura 10 ne è riprodotta la vista ed una sezione ideale

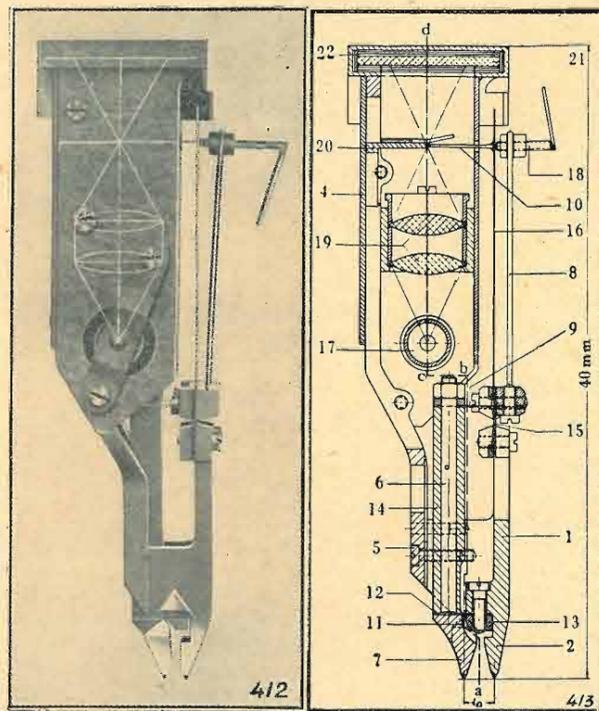


Fig. 10. - Sezione e rappresentazione schematica del percorso ottico di un estensimetro di Lehr.

sull'asse mediano. Come può essere constatato su queste figure una delle puntine di misura comanda un sistema di due levette, una in serie all'altra, il quale alla fine sposta la laminetta metallica 10 otturando più o meno la luce che esce dalla lampadina 17. La luce così regolata va a cadere su di una cellula fotoelettrica 21 a sua volta collegata ad un galvanometro molto sensibile. Le cose sono combinate in modo che le deviazioni di questo galvanometro risultano direttamente proporzionali alle variazioni di distanza fra le puntine di misura, e quindi anche all'allungamento del pezzo sul quale sono state piantate. L'apparecchiatura così descritta è molto sem-

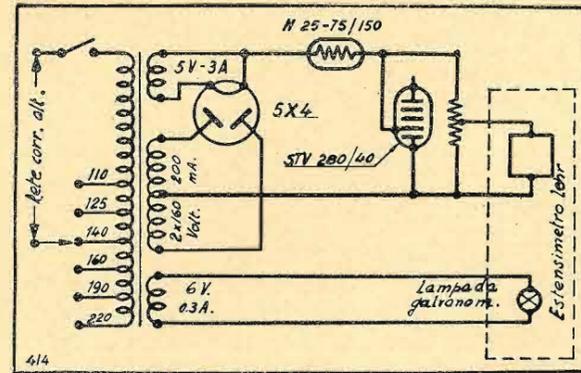


Fig. 11. - Alimentatore dalla rete a corrente alternata di un estensimetro Lehr (Esecuzione del Laboratorio Sperimentale Motori della Fiat Grandi Motori).

plice e costituisce, appunto per questo, un sistema di misura molto apprezzato dai meccanici.

L'alimentazione della lampadina 17 deve essere fatta con corrente continua a tensione assolutamente costante per evitare errori di lettura per cui lo strumento deve essere provvisto anche di una batteria di accumulatori. Ad evitare tale inconveniente può tornare utile l'adozione di un alimentatore proposto dallo scrivente (fig. 11) e già sperimentato presso il «Laboratorio Sperimentale Motori della Fiat Grandi Motori». In esso la corrente raddrizzata viene stabilizzata da una resistenza auto-regolatrice a ferro-idrogeno e da uno stabilivolt. La tensione stabilizzata minima che si può ottenere per tali tipi di tubi a luminescenza è di circa 70 volt. La lampadina richiede invece solo 6 volt per cui essa deve essere ridotta a tale valore con un opportuno partitore. Una simile soluzione — generare 70 volt per poi utilizzarne solo 6 — parrebbe un po' illogica, ma è risultata in pratica la migliore e tale da consentire una maggiore facilità di esercizio ed una più lunga conservazione della lampada oltre che l'eliminazione delle costose, deteriorabili e ingombranti batterie di accumulatori o pile.

4. Misuratore portatile di vibrazioni.

Diversi sono i tipi di misuratori e rivelatori di vibrazioni attualmente costruiti, e tanto la forma, come il principio sul quale sono basati dipendono, nella maggior parte dei casi, delle necessità tecniche e costruttive davanti alle quali si è trovato chi li ha dovuti progettare.

Un tipo molto semplice di costruzione e di progetto è quello costruito per conto del National Bureau of Standard negli Stati Uniti d'America e riportato nella pubblicazione «Journal of Research of the National Bureau of Standard», XX, 1938, pag. 707. Noi qui lo descriveremo quanto meglio potremo onde invogliare alla sua costruzione chi ne avesse bisogno; tanto più che, come si vedrà, buona parte dei particolari che lo compongono si possono ritrarre dal commercio corrente.

Esso permette la rivelazione delle sole componenti orizzontali delle vibrazioni, ma opportunamente modificato può essere reso idoneo anche per le componenti verticali.

L'esame o la registrazione del fenomeno che si rivela potrà essere fatta con comune oscilloscopio od oscillografo.

Nella nostra descrizione ci soffermeremo particolarmente sul rivelatore e sui suoi accessori, tralasciando o quasi l'amplificatore ed il tubo a raggi catodici i quali possono essere quelli comunemente usati.

a) Il rivelatore. — La vibrazione viene rivelata da un sistema meccanico a massa sismica (fig. 12) e trasformata nella grandezza elettrica corrispondente da un sistema

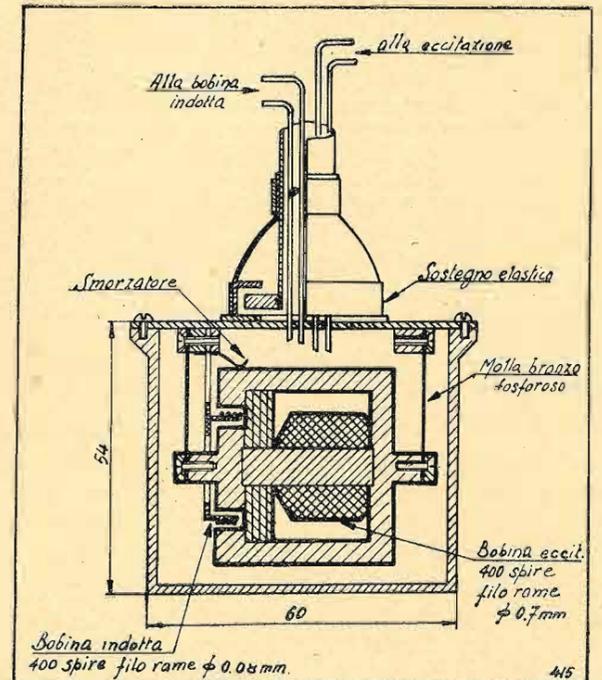


Fig. 12. - Rivelatore di vibrazioni secondo l'esecuzione del «National Bureau of Standard».

elettro-magnetico analogo a quelli già in altre sedi descritti. Un grosso elettro-magnete con nucleo di forma cilindrica del tutto uguale a quello dei comuni altoparlanti elettrodinamici, è sospeso alla scatola del rivelatore per mezzo di due piccole molle di bronzo fosforoso dello spessore di circa 0,12 mm e sostituisce la massa sismica dell'apparecchio. Sulla scatola di questo è montata rigidamente una bobina indotta di relativamente poche spire la quale è completamente immersa nel campo magnetico uniforme esistente nel traferro del sopra citato elettro-magnete. Se questo è eccitato perchè circola corrente nella sua bobina interna, ogni moto relativo fra la bobina indotta e l'elettromagnete genererà in quella una forza elettro-motrice proporzionale alla velocità di tale moto relativo. Quando si dispone il rivelatore su di un organo in vibrazione e ad esso è rigidamente collegata la sua scatola esterna, essa segue esattamente l'andamento di tali vibrazioni mentre la massa sismica interna rimane immobile nello spazio. Il moto relativo che ne nasce corrisponde esattamente alla vibrazione e la tensione ai capi della bobina indotta alla sua derivata prima. È allora necessario usare, secondo quanto già altra volta abbiamo descritto («Elettronica», I, n. 7, luglio 1946, p. 273), un circuito integratore per

conoscere l'ampiezza della vibrazione ed uno derivatore per conoscerne l'accelerazione.

Per quanto riguarda le particolarità costruttive occorre tenere presenti le stesse norme che si usano per gli altoparlanti elettrodinamici e che buona parte dei loro componenti può essere adatta al nostro caso tanto più che volendo si potrebbe vantaggiosamente sostituire l'elettromagnete con un buon magnete permanente.

Occorrerà provvedere anche alla parte meccanica del rivelatore facendo sì che la sua frequenza propria di vibrazione sia di molto inferiore a quella del fenomeno da registrare e che lo smorzamento abbia i valori opportuni (bibliografia n. 4).

Una regolazione della frequenza propria è possibile ritoccando il peso della massa sismica e le caratteristiche delle molle di sospensione — mentre lo smorzamento potrà essere variato regolando il carico della molletta disposta a tale scopo e chiaramente indicata nella figura citata. Nella costruzione del N.B.S. la frequenza propria della massa sismica era di 7 Hz, ciò permetteva di rilevare senza apprezzabile errore anche vibrazioni la cui frequenza minima poteva scendere sino a circa 50 Hz.

b) *Il circuito di integrazione e di derivazione.* — Per poter conoscere lo spostamento effettivo corrispondente alla vibrazione occorre integrare il segnale di uscita del rivelatore prima esposto. Ciò si può ottenere con un circuito simile a quello di figura 13, nel quale è pure rappresentato quello derivatore per avere l'accelerazione della vibrazione.

Questi circuiti sono stati predisposti in modo tale da poter avere i minimi errori di fase compatibilmente con le esigenze pratiche.

Nel circuito integratore sono state disposte due diffe-

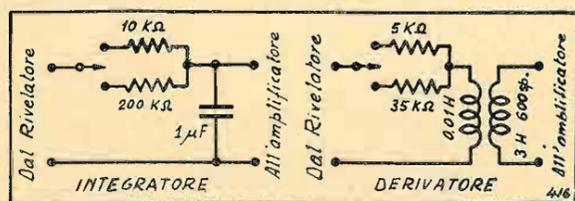


Fig. 13. - Circuito integratore e derivatore del rivelatore di vibrazioni N. B. S.

renti resistenze: una da 10.000 e l'altra da 200.000 Ω le quali collegate col condensatore da 1 μF danno una costante di tempo CR rispettivamente di 0,01 e 0,2 s. Con la resistenza da 10.000 Ω la sensibilità è circa 20 volte

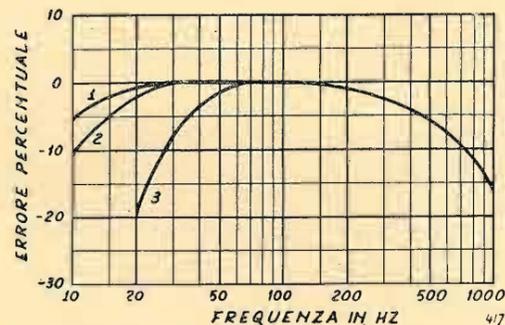


Fig. 14. - Curve di risposta dell'amplificatore con e senza il circuito integratore per il rivelatore di vibrazioni del N.B.S. 1) col solo amplificatore; 2) con amplificatore e circuito integratore con 200 kΩ; 3) con amplificatore e circuito integratore con 10 kΩ.

più elevata; con la resistenza più alta è possibile scendere a frequenze molto più basse. Ciò risulta anche dalla figura 14 nella quale è riportata la curva di risposta in funzione della frequenza della vibrazione.

c) *L'amplificatore e l'oscillografo.* — L'amplificatore di uno di questi apparecchi può essere quello stesso che comunemente è incorporato nei normali oscillografi. Occorre solo accertarsi che possa funzionare nel campo delle frequenze meccaniche le quali generalmente sono molto basse. Un amplificatore che abbia una risposta lineare fra 5 e 500 Hz può essere già sufficiente, mentre in casi speciali si può pretendere una linearità fra 1 e 1000 Hz.

Noi qui non ci addenteremo in questi particolari ma rimandiamo chi ne fosse interessato alle numerose pubblicazioni in merito e particolarmente a quella già citata che riporta anche uno schema completo di amplificatore adatto a questo scopo, il quale, pur essendo oggi un po' superato, può costituire una utile guida per il costruttore.

I risultati che si possono ottenere con un'apparecchiatura eguale a quella ora descritta sono già stati riportati nella figura 4 a pagina 275 di «Elettronica», (n. 7, luglio 1946).

(continua)

COLLEGAMENTI RADIOTELEFONICI IN ALTA MONTAGNA (*)

ELIO FRIGGI

SOMMARIO. Dopo un esame delle applicazioni finora effettuate sulle Alpi dall'Italia, dalla Svizzera e dalla Francia, si prevede un maggiore sviluppo dei ponti radio in alta montagna. Si svolgono varie considerazioni sulla scelta, sui requisiti e sui costi di impianto e di esercizio delle apparecchiature necessarie per tali collegamenti. Infine si considera la possibilità di effettuare collegamenti per diffrazione anche fra punti non visibili fra loro purchè l'ostacolo interposto non sia troppo alto.

1. Generalità.

In Italia l'allacciamento telefonico dei rifugi alpini con i rispettivi paesi di fondovalle, ha avuto limitate applicazioni. Solo poche capanne situate presso centrali elettriche o presso stazioni terminali di funivie usufruiscono di questo servizio. Nelle Alpi Orientali, dopo il 1918, rimasero, quali residui di guerra, parecchie linee telefoniche militari, alcune delle quali furono usate anche da rifugi alpini. Ignoriamo però la sorte di questi impianti durante questi ultimi anni. Fra le linee appositamente costruite ricordiamo la linea telefonica dell'Ortles-Cevedale che unisce la Valfurva a Solda attraverso i passi del Cevedale e del Lago Gelato a un'altitudine di oltre 3300 m sul livello del mare. Questa linea, che collega sul suo percorso tre rifugi e un albergo, pur assolvendo il suo compito, si è dimostrata assai dispendiosa come manutenzione, dato che non sempre le palificazioni e le campate resistono alle particolari condizioni ambientali e climatiche dell'alta montagna.

Nel quadro generale della valorizzazione delle nostre risorse turistiche alpine, questo problema va tenuto presente non dimenticando quanto è stato fatto in Svizzera ed in Francia.

Nel 1938 i principali rifugi francesi del Monte Bianco vennero dotati di apparecchiature radiotelefoniche a onde metriche, costituenti una vera e propria rete telefonica senza fili, e collegate al centro di Chamonix. Questi impianti vennero attuati a cura del servizio T.S.F. dell'amministrazione P.T.T. con soddisfacenti risultati. In Svizzera la ditta Hasler costruisce piccoli ricetrasmittitori a onde di circa un metro, i quali sui rifugi hanno dato ottima prova. Essi funzionano come normali telefoni automatici e sono collegati con la rete telefonica nazionale, la quale è appunto automatizzata.

In Italia non sono mancati iniziative e tentativi del genere. Nel 1939 venne installata una stazione radiotelefonica automatica fra la Paganella e Trento, a cura della SAFAR. Tale impianto, a carattere sperimentale, venne rimosso, e, pur funzionando ottimamente, non presentava quelle caratteristiche di economia e semplicità richieste nei rifugi alpini.

Altri rifugi, sedi di stazioni meteorologiche dell'aeronautica, erano dotati di stazioni radiotelefoniche del tipo Simplex (conversazione non contemporanea nei due sensi) privi di sistema di chiamata e inadatte ad un servizio pubblico.

(*) Pervenuto alla redazione il 7-X-1946.

A ogni modo nel nostro paese non si è ancora affrontato questo problema con unità di intenti e serietà di propositi; quel poco che si è fatto è dovuto ad iniziativa privata. L'estendersi anche da noi di questi servizi può risolvere numerosi problemi di telefonia rurale nei quali il lato più importante è quello economico.

2. Scelta del tipo d'impianto.

In molti casi non è detto che il collegamento radio sia il più conveniente. La scelta fra il sistema radio e il sistema a filo deve essere fatta obiettivamente, tenendo presente soprattutto l'aspetto economico del problema. Il tipo meno dispendioso di linea telefonica a due fili, costa, in pianura, circa 100 000 lire al km. In montagna dove le condizioni ambientali sono più critiche e il trasporto del materiale più costoso, si può affermare che possa arrivare anche a lire 150 000 al km. È ovvio che collegamenti brevi a bassa altitudine dove i caratteri ambientali sono affini a quelli di pianura, suggeriscono l'adozione di linee a filo. Dove l'impianto a filo non è molto più costoso di quello delle stazioni radio, esso è preferibile. L'eventuale maggior costo d'impianto è compensato dalla minor spesa di manutenzione.

Il sistema radio appare preferibile senza esitazioni in alta montagna, dove la necessità di attraversare ghiacciai, pareti rocciose, valloni, luoghi soggetti a valanghe o a venti impetuosi, renderebbero proibitiva l'installazione di una efficiente linea telefonica, ed ancor più la sua manutenzione. Si presume che un completo impianto radiotelefonico costituito da due terminali (un trasmettitore e un ricevitore separato per ogni terminale) venga a costare quanto 2 km di linea pura e semplice.

In alcuni casi può essere conveniente una soluzione mista, ossia un tratto del percorso realizzato via filo ed un altro tratto via radio. La linea filo ad un certo punto fa capo al terminale ricetrasmittente, il quale deve essere tale da non richiedere alcuna sorveglianza e resistere alle intemperie.

Suggerisce l'adozione di questa soluzione il comportamento ottico della propagazione delle radio-onde ultracorte. È noto che le radio-onde possono essere concentrate a fascio mediante l'uso di riflettori di dimensioni equivalenti a 2 o 3 lunghezze d'onda. È ovvio che le dimensioni di questi riflettori diventano ragionevoli solo impiegando onde di qualche metro. In queste condizioni la potenza necessaria in partenza per un determinato

G. DILDA - **Radiotecnica.** Vol. I. *Elementi propedeutici.* III Edizione. Un volume di 322 pag. con 214 figure L. 400

Radiotecnica. Vol. II. *Radiocomunicazioni e Radioapparati.* III Edizione. Un volume di 378 pagine con 247 figure L. 500

Radoricevitori. Parte prima. Un volume di 354 pagine litografate con 107 fig. in Torino L. 450

In vendita presso la Casa Editrice:

Torino . Libreria Universitaria Levrotto & Bella. Via S. Francesco da Paola 16 D . Torino e in tutte le principali librerie.



Apparecchiatura radiotelefonica per rifugi alpini; terminale a valle.

segnale in arrivo è molto più debole rispetto al caso dell'irradiazione in tutti i sensi. Inoltre si hanno maggior segretezza delle comunicazioni e minor possibilità d'interferenza con altre stazioni funzionanti sulla stessa lunghezza d'onda.

Tuttavia queste onde, appunto per il loro comportamento simile ai raggi luminosi, non sono in grado di aggirare ostacoli; i terminali devono essere installati fra due punti a portata ottica diretta o indiretta, valendosi della riflessione del fascio d'onda su pareti rocciose.

Questi punti di «visibilità» in molti casi non sono prossimi al rifugio o al posto telefonico di fondo valle. L'inserzione di una stazione ripetitrice intermedia è una soluzione che può essere accettabile per tratti molti lunghi o di percorso tortuoso, ma è sempre preferibile un tratto di linea telefonica.

Queste considerazioni insegnano che non vi può essere una soluzione unica per tutti i casi, bensì ogni circuito va studiato tenendo conto dei fattori topografici, climatici e ambientali relativi al percorso.

3. Requisiti degli impianti.

I requisiti principali cui deve rispondere un impianto radiotelefonico per rifugi alpini sono i seguenti:

- manovra uguale a quella di un telefono normale;
- funzionamento senza sorveglianza continua;
- possibilità di affidare a una persona del luogo opportunamente istruita, la manutenzione;
- consumo minimo, specie dal lato alimentato con pile;
- possibilità di inserzione sulla rete telefonica.

La lunghezza d'onda scelta dev'essere la minima a cui si possa arrivare senza ridurre molto i rendimenti degli apparati. La riduzione della lunghezza d'onda consente di utilizzare meglio le proprietà degli aerei direttivi.

4. Costi di impianto e di esercizio.

Nel calcolare le spese di manutenzione e di esercizio di un impianto radio si deve tener presente che esse dipendono dal periodo di esercizio.

Difficilmente i rifugi alpini sono aperti tutto l'anno; moltissimi sono aperti solamente d'estate, altri anche d'inverno durante la stagione sciatoria, generalmente non più di sei mesi all'anno. Il costo della manutenzione di una linea telefonica è praticamente indipendente dal periodo di esercizio.

Vediamo il costo di esercizio di un impianto radiotelefonico tipo, costituito da un terminale a valle alimentato dalla rete a c. a. e un terminale a monte alimentato a pile, per un esercizio di 6 mesi all'anno e per la durata di un anno.

Considerando un funzionamento di 10 ore al giorno ed un consumo di 60 W, in un anno sono 110 kWh. Al prezzo di L. 1,50 al kilowattora si ha un totale di L. 165.

Il terminale a monte avrà un consumo limitatissimo; valvole ad accensione diretta a basso consumo, trasmettitore acceso solo durante le conversazioni e ricevitore acceso, oltre che durante le conversazioni, mezzo minuto ogni quarto d'ora per 10 ore al giorno per eventuali chiamate. Considerando una media di tre ore al giorno di conversazioni ed un consumo totale di 5 W, si ha in un anno 2,77 kWh. Per la chiamata il ricevitore si accende mezzo minuto ogni quarto d'ora e consuma 2,4 W: si ha in un anno 0,36 kWh.

Complessivamente si ha per le pile un consumo totale di 2,77+0,36=3,13 kWh annuali. Il costo attuale delle pile è di circa 2000 lire il kilowattora. La spesa in un anno sarà di L. 6260.

Il terminale a valle possiede 5 valvole, quello a monte 4: totale 9 valvole. Cambiandole in media ogni 3 anni, considerando un costo unitario di L. 800 la spesa sarebbe di L. 7200, annualmente di L. 2400. Aggiungendo L. 2000 per spese varie di manutenzione si ottiene:

energia industriale	L.	165
sostituzione pile	»	6260
sostituzione valvole	»	2400
varie	»	2000
costo di esercizio	L.	10825

Nel caso in cui anche il terminale a monte disponesse di energia elettrica il costo di manutenzione scenderebbe al di sotto di L. 5000 annue.

Il costo approssimato dell'impianto tra apparecchiature (L. 150 000) e antenne (L. 100 000) è di L. 250 000.

5. Collegamenti per diffrazione.

Non sono frequenti i casi in cui sia possibile attuare collegamenti a portata ottica diretta. Il superamento di ostacoli non è a priori impossibile, tuttavia implica un notevole aumento della potenza emessa.

Le formule qui presentate permettono di calcolare la potenza necessaria in trasmissione quando siano presenti ostacoli.

Il campo elettrico ϵ_0 nello spazio libero dovuto a un dipolo semplice alla distanza d è espresso nella nota formula:

$$[1] \quad \epsilon_0 = 7000 \sqrt{P/d}$$

nella quale P è la potenza in Watt, d la distanza in chilometri ed ϵ_0 il campo in microvolt per metro.

Il calcolo dell'attenuazione prodotta da un ostacolo interposto sul percorso può presentare notevoli difficoltà.

Un articolo di J. Loeb (v. bibl. 1) offre alcuni dati dai quali si ricavano gli elementi per ottenere una notevole semplificazione del calcolo. L'ostacolo si può equiparare a una striscia piana verticale, opaca per le radioonde, in cui il trasmettitore è situato da una parte all'altezza dell'orlo superiore ed il ricevitore dalla parte opposta in basso o viceversa. Indichiamo con A il trasmettitore, con B il ricevitore, con Z la profondità del ricevitore rispetto l'orlo, con R la distanza fra l'orlo e il ricevitore e con X la distanza fra il semipiano e il ricevitore (fig. 1a).

Nel caso molto frequente in cui $(R-X)/\lambda > 0,25$, si ottiene che il campo ϵ che si ha in B in funzione del campo ϵ_0 prodotto in A è compreso fra le due quantità:

$$\epsilon' = \frac{\epsilon_0}{2\pi \sqrt{(R-X)/\lambda}}, \quad \epsilon'' = \frac{\epsilon'}{\sqrt{2}}$$

e quindi, con un'approssimazione del $\pm 20\%$, si può scrivere:

$$[2] \quad \epsilon = \frac{\epsilon_0}{2\pi 1,2 \sqrt{(R-X)/\lambda}} = \frac{\epsilon_0}{7,53 \sqrt{(R-X)/\lambda}}$$

L'attenuazione dovuta all'ostacolo sarà:

$$[3] \quad A = 20 \log_{10} \frac{\epsilon_0}{\epsilon} = 20 \log_{10} 7,53 \sqrt{\frac{R-X}{\lambda}} = 20 \log_{10} 7,53 + 10 \log_{10} \frac{R-X}{\lambda} = 17,5 + 10 \log_{10} \frac{R-X}{\lambda} \text{ dB}$$

La potenza assorbita da un dipolo ricevente con resistenza da 75Ω è espressa dalla formula:

$$[4] \quad P_{\text{ric.}} = 30,4 \epsilon_0^2 \cdot 10^{-12} / f^2 \text{ W}$$

dove f è la frequenza in megahertz.

Combinando la [1] con la [4] si ottiene:

$$[5] \quad P_{\text{ric.}} = 1,49 \cdot 10^{-3} \cdot P / (df)^2 \text{ W}$$

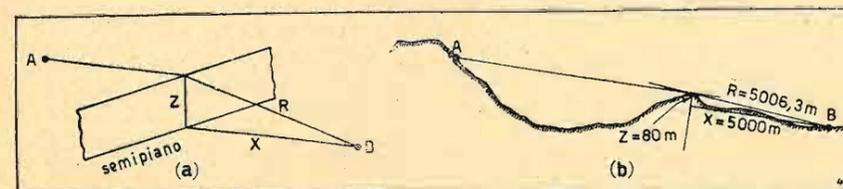


Fig. 1. - Collegamenti per diffrazione: rappresentazione schematica (a) e reale (b) dell'ostacolo.

dove d è la distanza in chilometri fra l'antenna ricevente e quella trasmittente.

L'attenuazione fra trasmettitore e ricevitore sarà espressa da:

$$[6] \quad A = 10 \log_{10} \frac{P}{P_{\text{ric.}}} = 10 \log_{10} \frac{d^2 f^2}{1,49 \cdot 10^{-3}} = 20 \log_{10} df + 10 \log_{10} 673 = 20 \log_{10} df + 28,27 \text{ dB}$$

A questa attenuazione va tolto il guadagno dovuto alla direttività degli aerei e aggiunta l'attenuazione dovuta agli ostacoli interposti (v. bibl. 2).

6. Scelta della lunghezza d'onda.

È noto che a pari potenza emessa e a pari superficie dell'antenna trasmittente il campo irradiato nello spazio è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda, perciò:

$$\epsilon_0 = k_1 / \lambda$$

Analogamente la tensione ai capi del ricevitore, a pari superficie dell'antenna ricevente e a pari campo, è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda:

$$e_{\text{ric.}} = k_2 / \lambda.$$

L'equazione [2] mostra che la tensione del campo ricevuto dietro un ostacolo è proporzionale alla radice quadrata della lunghezza d'onda:

$$\epsilon = k_3 \sqrt{\lambda};$$

combinando le tre equivalenze si ha:

$$e_{\text{ric.}} = k \sqrt{\lambda} \cdot (1/\lambda) \cdot (1/\lambda) = k/\lambda^{1,5};$$

ossia la tensione ai capi del ricevitore è proporzionale al reciproco della lunghezza d'onda elevata alla potenza 1,5. Questo risultato che sembra contrastare con le espressioni precedenti [4] e [5] è dovuto al fatto che si è tenuto conto delle possibilità offerte dalle antenne direttive.

Si tenga presente però che con lunghezze d'onda troppo corte i rendimenti dei circuiti e delle valvole calano rapidamente. La scelta della lunghezza d'onda attorno al metro appare la più opportuna per le seguenti ragioni:

- le valvole a ghianda 955 Fivre o 4671 Philips, le sole facilmente reperibili sul mercato italiano, arrivano a oscillare fino a 1 m con rendimento uniforme, al di sotto calano rapidamente;
- il trasmettitore è di costruzione semplicissima e non richiede sintonizzazione di catodo;

c) il ricevitore è di funzionamento stabile e sicuro, la superreazione è ottenuta automaticamente senza necessità di una valvola separata.

7. Ricevitore.

L'uso del ricevitore a superreazione s'impone per la sua grande semplicità, la sua elevata sensibilità, la sua scarsa selettività che permette di non curare eccessivamente la stabilità di frequenza. Presenta inoltre un elevato effetto di regolazione automatica di sensibilità per cui l'uscita B.F. è quasi indipendente dalle più grandi variazioni di campo.

8. Esempio di calcolo.

Poniamo che la minima tensione necessaria ai capi della linea di alimentazione del ricevitore per un funzionamento sicuro sia di $100 \mu\text{V}$. La potenza corrispondente sul dipolo semplice da 75Ω , in base alla formula $P = E^2/R$, è

$$P_{\text{ric.}} = \frac{10000 \cdot 10^{-12}}{75} = 133 \cdot 10^{-12} \text{ W.}$$

La potenza emessa dal trasmettitore con l'uso di una valvola 955 alimentata a 150 V è di 0,3 W. L'attenuazione massima ammissibile sarà:

$$A = 10 \log_{10} \frac{0,3}{133 \cdot 10^{-12}} = 10 \log_{10} 2,25 \cdot 10^9 = 93,5 \text{ dB.}$$

Un riflettore di ragionevoli dimensioni composto di 8 dipoli irradianti più 8 dipoli riflettenti, consente un guadagno di 15 dB. Poiché tale guadagno si ottiene sia in trasmissione sia in ricezione il guadagno complessivo sarà di $15 \cdot 2 = 30 \text{ dB}$.

Tenendo conto di questo guadagno la massima attenuazione ammissibile fra trasmettitore e ricevitore sarà di $93,5 + 30 = 123,5 \text{ dB}$.

Supponendo di collegare due punti distanti 10 km, l'attenuazione fra trasmettitore e ricevitore dovuta al solo libero spazio in base alla [6] risulta:

$$A = 28,27 + 20 \log_{10} (300 \cdot 10) = 28,27 + 69,6 = 97,87 \text{ dB.}$$

Perciò il margine di attenuazione consentito da un ostacolo interposto sarà di $123,5 - 97,87 = 25,63 \text{ dB}$.

Considerando un ostacolo interposto come in figura 1b, calcoliamo:

$$R = \sqrt{X^2 + Z^2} = 5006,3$$

e quindi:

$$\frac{R-X}{\lambda} = 9 \text{ cioè maggiore di } 0,25.$$

L'attenuazione dovuta all'ostacolo è:

$$10 \log_{10} \frac{R-X}{\lambda} + 17,5 \text{ dB} = 10 \log_{10} \frac{5006,3 - 5000}{1} + 17,5 = 8 + 17,5 = 25,5 \text{ dB.}$$

Nell'applicazione della formula [1] non si è tenuto conto del fatto che l'onda riflessa rotando la fase di 180° , arriva al ricevitore con un angolo tale per cui i campi risultanti si sommano se la differenza fra i percorsi è uguale ad un numero pari di mezza lunghezze d'onda e si sottraggono se il numero di mezza lunghezze d'onda è dispari. Questo effetto, che può comportare un notevole aumento dell'attenuazione, in montagna è di difficile determinazione data la varia e irregolare natura del terreno. Il fenomeno è tanto meno sentito quanto maggiore è la direttività della trasmissione e la distanza dei punti riflettenti dal fascio d'onda.

L'esempio sopra riportato mostra che è possibile un collegamento su una distanza di 10 km con un ostacolo posto a metà percorso il cui orlo sia 80 m più alto rispetto la linea ideale congiungente il punto ricevente al semipiano. Potenza in trasmissione 0,3 W, $\lambda = 1 \text{ m}$, superficie di ogni radiatore $1,6 \text{ m}^2$.

BIBLIOGRAFIA

(1) J. LOEB: *Liaisons radiotéléphoniques en haute montagne par ondes métriques*. « Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones », XXVIII, 1939, p. 65.

(2) H. O. PETERSON: *Ultra-High Frequency Propagation Formulas*. « R.C.A. Review », IV, 1939, p. 162.

(3) L. SACCO: *Ricerche sulla propagazione terrestre delle onde metriche*. « Bollettino Tecnico dell'Istituto Militare delle Trasmissioni », XIX, 1940, p. 162.



DISCHI StealVox
PER FONOINCISIONE

- Prodotto di alta classe indispensabile per la fonoincisione professionale, artistica, privata
- Caratteristiche tecniche superiori: fruscio minimo; truciolo continuo; assenza di eco e di pre-eco; riproduzioni numerose; invecchiamento insensibile
- I dischi STEA-VOX sono fabbricati nei diametri: 30-25-20 cm. su anima d'alluminio 15-10 cm. su anima di cartone

SCONTO SPECIALE AI RIVENDITORI

S.T.E.A. - Corso G. Ferraris, 137 - Telef. 34720 - TORINO

NOTIZIE BREVI

ESPERIENZE SULL'INTERAZIONE CON RISONANZA FRA RADIOONDE NELLA IONOSFERA

In una « Lettera al Direttore » comparsa sul fascicolo di « Alta Frequenza » del giugno 1946, M. Cutolo, M. Gherghi e M. Carlevaro danno notizia di alcune interessanti esperienze effettuate allo scopo di dimostrare il fenomeno della risonanza dell'effetto Lussemburgo.

L'effetto Tellegen o Lussemburgo, scoperto nel 1933 dal Tellegen in Olanda, consiste nell'ascoltare con un radiorecettore selettivo, accordato su una data stazione (ricercata) il programma emesso da un'altra stazione (perturbatrice) di frequenza completamente diversa dalla prima. Secondo l'idea più diffusa, il fenomeno è dovuto all'interazione delle due radioonde propagantesi nella stessa regione della ionosfera. Studi teorici di V. A. Bailey apparsi nel 1937 ed esperienze compiute nello stesso anno mostrarono che il fenomeno si esalta, diventando di intensità da 4 a 10 volte maggiore, quando la frequenza dell'onda perturbatrice è prossima alla frequenza giromagnetica locale. Questa è la frequenza con la quale gli elettroni liberi nella ionosfera ruotano su orbite circolari per effetto del campo magnetico terrestre ed è legata appunto al campo magnetico terrestre da una semplice relazione.

Le esperienze di cui si dà notizia consistono nel far variare la frequenza di un trasmettitore attorno al valore presunto della frequenza giromagnetica locale; constatando su un ricevitore il fenomeno di risonanza dell'effetto Lussemburgo, si ha una misura sufficientemente approssimata della frequenza giromagnetica locale anzidetta e quindi del campo magnetico terrestre nella ionosfera.

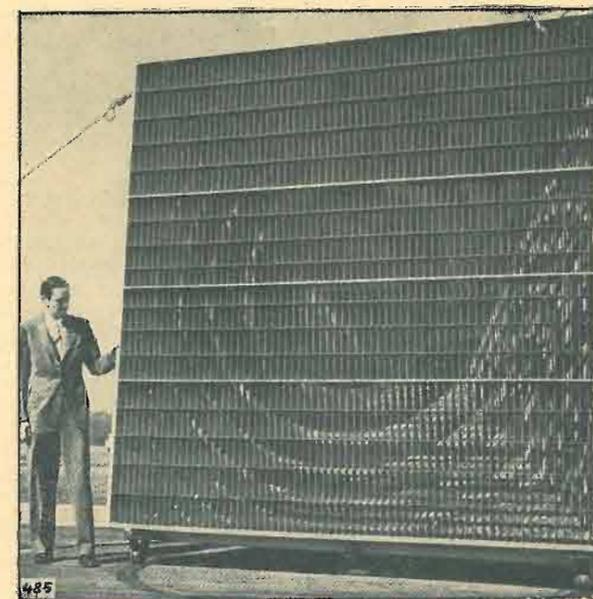
Le esperienze hanno avuto luogo nelle notti dal 12 marzo al 9 aprile 1946. Stazioni ricercate erano quelle della Marina di Taranto e di Napoli e il carro R.T. 800 di Crotona; ha agito da perturbatrice la Radio Vaticana. L'apparecchio ricevente era posto a Torino nella sede dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris. I risultati sperimentali sono stati rispondenti alle previsioni teoriche ed hanno provato l'esistenza del fenomeno di risonanza dell'effetto Lussemburgo.

N. L. B.

NUOVISSIME LENTI PER ONDE RADIO

L'orientamento della tecnica americana verso le frequenze sempre più elevate ha determinato un notevole sviluppo di iniziative e di studi portando ad attuazioni quali ad esempio il radar ed i sistemi di modulazione ad impulsi. Di conseguenza anche i sistemi di irradiazione e captazione si sono modificati in rapporto all'accorciamento delle lunghezze d'onda. Superati i vari sistemi di allineamento a cortine di dipoli, si sono attuati dispositivi di vario genere. Fra i più recenti, particolarmente notevoli i sistemi radianti che, per la concentrazione del fascio d'onda, usano metodi molto simili a quelli dell'acustica e dell'ottica (1).

(1) Si veda ad esempio: *Antenne per onde decimetriche*. « Elettrotecnica », I, 1946, p. 316.



L'ultimo fra questi, è un dispositivo della « Bell System », il cui comportamento è analogo a quello di una lente. È noto il principio di funzionamento di una lente convessa; in essa l'effetto del vetro è quello di modificare la direzione del fronte d'onda di una quantità che è funzione dello spessore variabile del vetro. In tal modo i raggi vengono deviati verso il fuoco. È noto da tempo che lenti per radioonde potrebbero essere costruite su questo principio. Però solo l'avvento delle microonde ha permesso di superare il grave ostacolo delle notevoli dimensioni che avrebbero dovuto assumere tali lenti.

Già da alcuni anni i laboratori della « Bell System » avevano studiato la possibilità di creare lenti solide di materiale plastico o altri dielettrici. Studiando questi problemi il dott. Kock della « Bell System » si accorse che la direzione del fronte d'onda di una emissione radio può essere variata facendo passare le microonde attraverso un tubo o tra placche metalliche opportunamente orientate. La direzione del fronte d'onda può così fissarsi variando la lunghezza ed il contorno delle placche e la distanza fra di esse. In tal modo si venne a realizzare un sistema di placchette metalliche che effettua una vera e propria messa a fuoco dell'emissione radio.

Le lenti radio vengono diggià costruite per usi civili. Il tipo attuato per il costruendo ponte radio New York - Boston ha una superficie di circa un metro quadrato. L'energia è convogliata sulla lente a mezzo di una linea tubolare o guida d'onda, da cui si sprigiona attraverso un radiatore a tromba. La lente compie il processo di messa a fuoco, concentrando l'emissione in un sottile raggio. Una combinazione identica viene attuata dalla parte ricevente in modo che il fenomeno si ripeta a rovescio.

Alcuni tipi hanno possibilità direttive tali che il raggio emesso assume un'ampiezza minore di un grado; ciò significa che alla distanza di circa 30 km ha una larghezza di circa 500 m. Il guadagno rispetto a una irradiazione circolare

è di 80 decibel. Uno dei principali pregi di queste lenti consiste nella facilità di messa a punto. Anche la costruzione non è critica e ammette tolleranze assai maggiori che i sistemi di riflessione a paraboloidi.

Da «Telephony», CXXX, n. 19, 11 maggio 1946, p. 27.
E. F.

UN TRAGUARDO DELLA RADIO ITALIANA

Dal 3 novembre scorso, come ormai tutti i radioascoltatori sanno, le trasmissioni della RAI hanno luogo con un nuovo schema di collegamento. La «rete azzurra» comprende attualmente le stazioni di Genova I, Torino I, Milano I, Bologna, Verona Bolzano, Padova, Venezia, Roma II, Napoli II, Bari II. La «rete rossa» comprende San Remo, Genova II, Torino II, Milano II, Firenze, Roma I, Napoli I, Bari I, Catania, Palermo. Altre stazioni saranno attivate entro l'anno (Venezia I da 20 kW, Firenze I da 100 kW per la rete azzurra; Bologna I da 100 kW, Messina da 5 kW, Ancona da 0,25 kW per la rete rossa).

Le due reti sono di egual «peso», nel senso che la somma delle potenze dei trasmettitori di una eguaglia quella dei trasmettitori dell'altra. I programmi saranno di uguale importanza artistica, naturalmente complementari: musica e prosa, musica sinfonica e musica leggera, opera e varietà, con lo scopo di meglio contentare i milioni di ascoltatori.

L'attuazione delle due «reti» costituisce una tappa notevole nel cammino della ricostruzione della radio italiana.

Dalle unite tabelle, tolte dal «Radio corriere», si rilevano i trasmettitori perduti a causa della guerra (tabella A), la situazione attuale (tabella B) e lo stato previsto a ricostruzione ultimata (tabella C).

TABELLA A. — Trasmettitori ad onda media asportati o distrutti:

kW		kW	
Ancona	1	Padova	0,25
Aquila	1	Roma I	200
Bologna I	50	Roma II	200
Bologna II	0,25	S. Remo	5
Catania	5	Torino I	30
Cervia	25	Torino II	5
Firenze I	100	Torino III	5
Firenze II	20	Trieste II	1
Firenze III	1	Tripoli	50
Napoli I	10	Verona	1
Napoli II	1	Zara	10

Totale 22 trasmettitori per 721,50 kW.

TABELLA B. — Trasmettitori ad onda media funzionanti alla fine dell'anno 1946:

kW		kW	
Ancona (prov.)	0,25	Milano I	50
Bari I	20	Milano II	10
Bari II	1	Napoli	5
Bologna I	50	Padova	0,25
Bologna II	1	Palermo	10
Bolzano	20	Roma I	100
Cagliari	5	Roma II	5
Catania	5	S. Remo	5
Firenze I	100	Torino I	80
Firenze II	5	Torino II	20
Genova I	10	Trieste	10
Genova II	5	Venezia	20
Messina	5	Verona	1

Totale 26 trasmettitori per 543,50 kW.

TABELLA C. — Situazione della rete ad onda media alla fine della ricostruzione:

kW		kW	
Ancona	25	Napoli I	80
Bari I	20	Napoli II	5
Bari II	1	Padova	0,25
Bologna I	50	Palermo	10
Bologna II	1	Roma I	100
Bolzano	20	Roma II	5
Cagliari	10	S. Remo	5
Catania	5	Torino I	80
Firenze I	100	Torino II	20
Firenze II	5	Trieste	10
Genova I	10	Venezia I	25
Genova II	5	Venezia II	5
Messina	5	Verona	1
Milano I	100	Centro Adriatico	25
Milano II	10	Centro Sicilia	25

Totale 30 trasmettitori per 763,25 kW.

N. L. B.

Il RADIO CLUB PIEMONTE sta occupandosi dell'organizzazione degli OM

Fatevi Soci!

Sede: TORINO. VIA MARIA VITTORIA 4. Tel. 553155

Ricordatevi

che sta per scadere il termine entro il quale è ancora possibile abbonarsi o rinnovare l'abbonamento a

ELETTRONICA

al prezzo ridotto di

LIRE 700

e ricevendo ancora in dono il fascicolo di dicembre.

Dopo il 31 dicembre 1946 dovrete pagare

LIRE 900

LABORATORI ARTIGIANI RIUNITI INDUSTRIE RADIOELETTRICHE

hanno assunto per l'Italia la rappresentanza esclusiva delle seguenti

Case americane.



JAMES MILLEN MFG. CO., INC.
MALDEN, MASSACHUSETTS, U.S.A.



BROWNING LABORATORIES, INC. WINCHESTER, MASS.

BURGESS BATTERY COMPANY
FREEPORT, ILLINOIS

JACKSON

Radio Testing Equipment
THE JACKSON ELECTRICAL INSTRUMENT CO., DAYTON, OHIO



Hoyt Electrical Instruments
Burton Rogers Co. - Boston Mass

LECTROHM · INC. CICERO ILLINOIS



Electronic Measurements Corporation
New York N. Y.

INDUSTRIAL CONDENSER CO. New York N. Y.



MILANO - PIAZZA 5 GIORNATE, 1 - TELEFONO 55.671

RADIOTECNICA DURANDO & C.

TORINO. Piazza Statuto 12. Tel. 41.490

*Uno dei più apprezzati laboratori in Italia per la costruzione
dei trasformatori per radio ed elettrotecnica*

RIAVVOLGIMENTI E MODIFICHE SOLLECITE
SPECIALIZZAZIONE IN COSTRUZIONI ELETTRO-ACUSTICHE

*Per la clientela della Provincia di Torino, la Ditta dispo-
ne di mezzi propri per la presa e consegna a domicilio*

RADIOTECNICA DURANDO & C.

Serietà e competenza

energo

Concessionaria
per l'Italia

G. GELOSO

File di stagno preparato
per saldatura inossidante
a flusso rapido

PRODOTTO ITALIANO



TIPI PER RADIO:

- RESINE INOSSIDANTI CON BASSE PERDITE
- ELIMINA LE SALDATURE FREDE
- SCORREVOLEZZA SORPRENDENTE

TIPI PER LAMPADINE ELETTRICHE, VALVOLE
RADIOELETTRICHE

MILANO . VIALE BRENTA 29 . TELEF. 54.183/4/5

ELETTRONICA

RASSEGNA DELLA STAMPA RADIO-ELETTRONICA

H. BURRIS-MEYER: *Applicazioni teatrali della voce artificiale, degli infrasuoni e della regolazione artificiale della riverberazione.* (Theatrical Uses of the Remade Voice, Subsonics and Reverberation Control). «The Journal of the Acoustical Society of America», XIII, luglio 1941, p. 16-19.

Il regista di uno spettacolo teatrale, mentre è di solito in grado di dominare a suo talento, e con mezzi relativamente semplici, la parte visuale della scena, non ha generalmente un dominio altrettanto esteso sulla parte acustica. Un attore può venir truccato nei modi più vari, ma la sua voce resta quella che è, e non si pensa di solito a modificarla. Le scene possono creare sul palcoscenico l'illusione di ambienti svariati, ma le caratteristiche acustiche restano le stesse e non si può imitare, ad esempio, la forte riverberazione di una chiesa. Proiettori o lampade colorate permettono di creare effetti ottici diversissimi, ma la creazione di effetti acustici particolari è di solito limitata all'imitazione, spesso scadente, di qualche suono o rumore.

Nuovi orizzonti vengono aperti al regista teatrale dallo sviluppo dell'elettroacustica, ed alcuni esempi, l'uso di voce artificiale, di infrasuoni e di riverberazione artificiale, sono descritti nella nota citata.

Un primo tentativo di modificare la voce umana è stato fatto semplicemente registrandola con un apparato avente una caratteristica di frequenza particolare, che permetta di accentuare alcune gamme di frequenza, eliminandone altre. Risultati più completi si sono tuttavia ottenuti con dispositivi che permettono di modulare, con la voce dell'attore, un qualunque altro suono. È in tal modo possibile, pur conservando la comprensibilità della parola, dare all'attore, per così dire, la voce di un animale, quella della tempesta e così via.

L'uso di infrasuoni in teatro presenta molte incertezze, soprattutto a causa delle scarse nozioni che si hanno sui loro effetti fisiologici. Le esperienze, condotte in un caso particolarissimo, non sembra diano indicazioni sicure riguardo alla possibilità di usi più generali. Si sono dovute superare difficoltà non indifferenti per ottenere da altoparlanti una potenza sufficiente a frequenze bassissime.

La regolazione della riverberazione viene eseguita normalmente e da tempo nelle riprese cinematografiche o nelle trasmissioni radio. Nelle esecuzioni teatrali, tuttavia, le difficoltà presentate da una tale operazione sono ovviamente assai maggiori. Negli esperimenti descritti, tali difficoltà sono state parzialmente ridotte, in quanto i brani di musica venivano registrati su dischi, e poi riprodotti. È evidente tuttavia che un tale procedimento non è suscettibile di applicazione generale. Il dispositivo usato per ottenere la riverberazione artificiale durante l'incisione dei dischi viene descritto brevemente da S. K. Wolf ⁽¹⁾ e consiste nell'inci-

⁽¹⁾ S. K. WOLF: *Production and Control of Acoustic Characteristics.* «The Journal of the Acoustical Society of America», XIII, 1941, p. 81-82.

dere magneticamente il suono originario su un nastro d'acciaio continuo, rilevandolo successivamente con una serie di testine opportunamente spaziate, le cui uscite vengono attenuate a volontà e quindi sovrapposte. Si ottiene così un effetto simile a quello della riverberazione, con caratteristiche dipendenti dalla spaziatura delle testine rilevatrici e dall'entità dell'attenuazione introdotta nel circuito di ciascuna di esse. È stato sperimentato l'effetto nella riproduzione di diverse scene, e l'autore si dichiara pienamente soddisfatto del risultato ottenuto.

In generale, non si può affermare che l'articolo citato descriva o fissi una nuova tecnica teatrale. Gli artifici usati sembrano infatti adatti soltanto ai particolari casi sperimentati, ed è probabile che in altri casi dovrebbero essere profondamente modificati, per adattarsi alla natura degli effetti cercati. Tuttavia l'indirizzo sembra assai interessante e meritevole di attenzione per gli orizzonti che può aprire ad un intelligente regista teatrale.

G. B. M.

Proposta per la destinazione delle frequenze al di sopra di 25 MHz. (U. S. Frequency Proposals, American and International Allocations Above 25Mc/s). «Q.S.T.», XXIX, marzo, 3, 1945, pag. 14-16; «Wireless World», LI, maggio 1945, 5, pag. 142-143.

La «U. S. Federal Communications Commission» dopo lunghe discussioni con i rappresentanti del governo americano dell'industria e dei radioamatori ha proposto un piano per la distribuzione dei canali di frequenza al di sopra di 25 MHz. Questo piano è costituito da due parti: una di carattere internazionale che destina ai diversi servizi le gamme di frequenza più adatte in base alle più recenti ricerche scientifiche ed alle esperienze dedotte dalle diverse applicazioni delle radiofrequenze negli ultimi anni, ed una di carattere nazionale che fissa con maggiori particolari le gamme di frequenza per i diversi servizi statali e non statali degli Stati Uniti d'America. Queste proposte sono schematizzate nella tabella allegata.

I radioamatori sono stati particolarmente soddisfatti in quanto sono state in gran parte accettate le proposte fatte dall'American Radio Relay League. Dieci gamme sono state destinate ai radioamatori. Delle gamme precedentemente assegnate in questa parte dello spettro di frequenze è stata conservata soltanto quella da 28 a 30 MHz. Al posto delle quattro bande 56-60, 112-116, 224-230 e 400-410 MHz sono state previste le seguenti bande: 50-54, 144-148, 220-225 e 420-450 MHz. A queste sono state aggiunte cinque nuove gamme al di sopra di 1000 MHz: 1125-1225, 2500-2700, 5200-5750, 10000-10500 e 21000-22000 MHz.

Per la modulazione di frequenza è stata assegnata la banda da 84 a 102 MHz, al posto di quella ora in vigore da 42 a 52 MHz, per 90 canali, riservando le frequenze fra 84 ed 88 MHz alle stazioni per scopi educativi. La posizione di questa banda è stata aspramente criticata specialmente dai

MANUALE ELETTRONICO

Allegato a:
"ELETTRONICA",
I, N. 11, Novembre 1946

PROPOSTA PER LA DESTINAZIONE DELLE FREQUENZE AL DI SOPRA DI 25 MHz

B/1

3

GAMME DI FREQUENZA (MHz)	DESTINAZIONE INTERNAZIONALE	DESTINAZIONE PER GLI S. U.
25,015-27,305	Stazioni fisse e mobili escluse quelle per l'aviazione e la marina (massima potenza di 500 W).	Stazioni governative e non governative, fisse e mobili.
27,305-27,335	Apparecchiature scientifiche industriali e medicali.	Apparecchiature scientifiche industriali e medicali.
27,335-28	Stazioni fisse e mobili escluse quelle per l'aviazione e la marina (massima potenza di 500 W). Radiodilettanti.	Stazioni governative e non governative, fisse e mobili. Radiodilettanti.
28-30		
30-30,5	Stazioni fisse e mobili escluse quelle per l'aviazione.	Stazioni governative.
30,5-32	id. id. id.	Stazioni non governative fisse e mobili.
32-33	id. id. id.	Stazioni governative.
33-34	id. id. id.	Stazioni non governative fisse e mobili.
34-35	id. id. id.	Stazioni governative.
35-36	id. id. id.	Stazioni non governative fisse e mobili.
36-37	id. id. id.	Stazioni governative.
37-38	id. id. id.	Stazioni non governative fisse e mobili.
38-39	id. id. id.	Stazioni governative.
39-40	id. id. id.	Stazioni non governative fisse e mobili.
40-40,96	id. id. id.	Stazioni governative.
40,96-41	Apparecchiature scientifiche, industriali e medicali.	Apparecchiature scientifiche, industriali e medicali.
41-42	Stazioni fisse e mobili escluse quelle per l'aviazione e la marina.	Stazioni governative.
42-44	id. id. id.	Stazioni non governative, fisse e mobili.
44-50	Stazioni fisse e mobili per radiodiffusione. Radiodilettanti.	Televisione. Radiodilettanti.
50-54		
54-60	Stazioni fisse e mobili per radiodiffusione.	Televisione, stazioni fisse e mobili.
60-66	id. id. id.	id. id. id.
66-72	id. id. id.	id. id. id.
72-78	id. id. id.	id. id. id.
78-84	id. id. id.	Televisione.
84-88	Radiodiffusione.	Stazioni a modulazione di frequenza per scopi educativi.
88-102	Radiodiffusione.	Stazioni a modulazione di frequenza per scopi commerciali.
102-108	Stazioni fisse e mobili per radiodiffusione.	(Destinata ulteriormente alla modulazione di frequenza, servizi non governativi, di emergenza, facsimile o televisione).
108-112	Navigazione aerea (localizzatori).	Stazioni governative.
112-118	Navigazione aerea.	id. id. id.
118-122	Stazioni mobili per l'aviazione.	Stazioni per il controllo negli aeroporti.
122-132	id. id. id.	Stazioni mobili per l'aviazione.
132-144	Stazioni fisse e mobili per l'aviazione.	Stazioni governative.
144-148	Radiodilettanti.	Radiodilettanti.
148-152	Stazioni fisse e mobili per l'aviazione.	Stazioni governative.
152-156	Stazioni fisse e mobili, escluse quelle per l'aviazione.	Polizia.
156-162	id. id. id.	Stazioni non governative, fisse e mobili.
162-170	Stazioni fisse e mobili.	Stazioni governative.
170-180	Assistenza alla navigazione.	Assistenza alla navigazione.

**PROPOSTA PER LA DESTINAZIONE
DELLE FREQUENZE AL DI SOPRA
DI 25 MHz**

**MANUALE
ELETTRONICO**

Allegato a:
"ELETTRONICA",
I, N. 11, Novembre 1946

GAMME DI FREQUENZA (MHz)	DESTINAZIONE INTERNAZIONALE	DESTINAZIONE PER GLI S. U.
180-186	Stazioni fisse e mobili per radiodiffusione.	Televisione e stazioni governative.
186-192	id. id. id.	id. id. id.
192-198	id. id. id.	Stazioni di televisione fisse e mobili.
198-204	id. id. id.	id. id. id.
204-210	id. id. id.	id. id. id.
210-216	id. id. id.	id. id. id.
216-220	Stazioni fisse e mobili.	Stazioni governative.
220-225	Radiodilettanti.	Radiodilettanti.
225-400	Stazioni fisse e mobili.	Stazioni governative, 75 canali per stazioni non governative per l'aviazione.
400-420	id. id. id.	Stazioni governative.
420-450	Navigazione aerea e radiodilettanti.	Navigazione aerea e radiodilettanti.
450-460	Navigazione aerea.	Stazioni governative fisse e mobili.
460-470	Stazioni fisse e mobili.	id. id. id.
470-480	Radiodiffusione.	Facsimile.
480-508	Radiodiffusione.	Televisione.
508-524	Assistenza alla navigazione aerea.	Televisione.
524-920	Radiodiffusione.	Televisione.
920-940	Radiodiffusione.	Servizi sperimentali di radiodiffusione.
940-960	Stazioni fisse e radiodiffusione.	Stazioni fisse e radiodiffusione sperimentale.
960-1125	Assistenza alla navigazione.	Assistenza alla navigazione.
1125-1225	Radiodilettanti.	Radiodilettanti.
1225-1325	Stazioni fisse e mobili escluse quelle per l'aviazione.	Collegamenti per televisione.
1325-1450	Stazioni fisse e mobili.	Stazioni governative.
1450-1500	Assistenza alla navigazione.	Assistenza alla navigazione.
1500-1550	Stazioni meteorologiche.	Stazioni meteorologiche.
1550-1650	Stazioni mobili per l'aviazione.	Stazioni mobili per l'aviazione
1650-1900	Stazioni fisse e mobili.	Stazioni governative.
1900-2300	Stazioni fisse e mobili escluse quelle per l'aviazione.	Stazioni fisse e mobili non governative.
2300-2500	Navigazione aerea.	Navigazione aerea.
2500-2700	Radiodilettanti.	Radiodilettanti.
2700-2800	Servizi meteorologici.	Servizi meteorologici.
2800-3900	Assistenza alla navigazione.	Assistenza alla navigazione.
3900-4550	Stazioni fisse e mobili escluse quelle per l'aviazione.	Stazioni fisse e mobili non governative.
4550-5200	Stazioni fisse e mobili.	Stazioni governative.
5200-5750	Radiodilettanti.	Radiodilettanti
5750-7050	Stazioni fisse e mobili escluse quelle per l'aviazione.	Stazioni fisse e mobili non governative.
7050-10000	Stazioni fisse e mobili.	Stazioni governative.
10000-10500	Radiodilettanti.	Radiodilettanti.
10500-13000	Stazioni fisse e mobili escluse quelle per l'aviazione.	Stazioni fisse e mobili non governative.
13000-16000	Stazioni fisse e mobili.	Stazioni governative.
16000-18000	Stazioni fisse e mobili escluse quelle per l'aviazione.	Stazioni fisse e mobili non governative.
18000-21000	Stazioni fisse e mobili.	Stazioni governative.
21000-22000	Radiodilettanti.	Radiodilettanti.
22000-26000	Stazioni fisse e mobili.	Stazioni governative.
26000-30000	Stazioni fisse e mobili escluse quelle per l'aviazione.	Stazioni fisse e mobili non governative.
Superiori a 30000	Stazioni sperimentali.	Stazioni sperimentali.

costruttori, i quali avevano proposto la gamma da 40 a 50 MHz. Non trascurabile era il fatto che negli Stati Uniti erano stati già venduti 500.000 radioricevitori destinati alle frequenze precedentemente assegnate. La F.C.C. ha giustificato il suo operato affermando sulla base dell'esperienza che le variazioni nella strato ionizzato F_2 , provocate dalle macchie solari, davano origine ad interferenze fra le stazioni nella gamma fra 40 e 50 MHz distanti anche 2000 miglia. In quanto ai 500.000 ricevitori a modulazione di frequenza attualmente in funzione affermava che la maggior parte di essi era di costruzione ormai superata dalla tecnica moderna.

Per la televisione è stato assicurato il medesimo numero di canali precedentemente occupati, ma in posizioni diverse. La proposta permette sei canali in ciascuna delle due bande da 44 a 84 e da 180 a 216 MHz. Inoltre la banda da 480 a 920 MHz è stata destinata alla televisione con elevato numero di linee ed alla televisione a colori, e la gamma da 1225 a 1325 MHz ai collegamenti televisivi.

I servizi di radiodiffusione internazionale sono stati esclusi dalle frequenze al di sopra di 25 MHz.

Particolarmente notevole è l'assegnazione della gamma da 460 a 470 MHz per le applicazioni private della radio (Citizens Radiocommunications Service).

G. G.

F. VECCHIACCHI: Collegamenti radiotelefonici con onde ultracorte. «Alta Frequenza», XV, n. 1, marzo 1946, p. 3-14, con 5 figure.

In questo lavoro viene esaminato il problema delle comunicazioni telefoniche a lunga distanza per mezzo di onde ultracorte, con speciale riferimento all'Italia. Nel nostro paese infatti, la questione dei «ponti radio» è oggi quanto mai attuale, date le menomazioni che la rete nazionale in cavo ha subito per causa della guerra, e data la necessità di tornare al più presto e con la minima spesa a un servizio veramente efficiente.

Vari elementi debbono essere presi in considerazione quando si voglia studiare un radiocollegamento con onde ultracorte.

a) *Scelta dell'onda.* — In generale la tecnica odierna si orienta verso le onde più corte che rendono disponibile una più ampia banda di frequenza, consentono elevati gradi di direttività (con riduzione dei disturbi e delle interferenze, maggiore segretezza, risparmio di potenza), abbisognano di impianti meno ingombranti e quindi più economici. In America si adoperano onde dell'ordine del metro e persino del decimetro.

b) *Scelta dell'intervallo tra le stazioni relè.* — È noto che tra le stazioni corrispondenti con onde ultracorte deve essere assicurata la visibilità ottica, quindi il percorso da coprire dev'essere suddiviso in tratte mediante stazioni relè. La distanza ottima tra queste è frutto di un compromesso tra opposte esigenze; per terreno piano, ove l'altezza delle torri di sostegno delle antenne influisce molto sul costo dell'impianto, si ritiene aggirarsi sui 50 km. In terreno montagnoso si può superare notevolmente questa distanza.

c) *Scelta del sistema di modulazione dell'onda radio.* — Nel campo delle onde più corte si è affermato negli ultimi

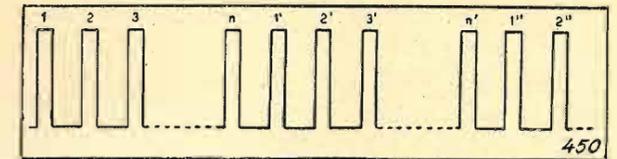


FIG. 1. - Segnali telefonici nel sistema di telefonia multiplex a dislocazione nel tempo.

anni il sistema a modulazione di frequenza, di cui sono noti i vantaggi nei confronti di quello a modulazione di ampiezza.

d) *Scelta del sistema di «ripetizione».* — In una stazione relè, il segnale ricevuto deve essere amplificato e ritrasmissione. Si può adoperare per la trasmissione la medesima frequenza portante, oppure si può cambiare onda. In questo secondo caso si può effettuare una semplice conversione di frequenza oppure si può rivelare il segnale e con esso rimodulare la nuova onda.

e) *Scelta del sistema multiplex.* — Accanto al solito sistema di telefonia multiplex in cui i singoli segnali vengono mantenuti separabili alla ricezione mediante una loro dislocazione nel campo delle frequenze coperte dalla banda trasmessa, si è sviluppato di recente un procedimento di dislocazione nel tempo, con una modulazione multipla sincrona, paragonabile a quella effettuata nella telegrafia Baudot.

Si illustra brevemente questo secondo procedimento (1). Se n sono i canali da trasmettere, il segnale complessivo con cui si modula l'onda radio è, in assenza dei segnali telefonici, del tipo mostrato in figura 1. Si ha cioè una successione di guizzi rettangolari di durata modesta rispetto all'intervallo che li separa. Mediante un sincronismo attuato tra la trasmissione e la ricezione, al segnale 1 si fa corrispondere la serie di guizzi 1, 1', 1'', ...; al segnale 2 la serie di guizzi 2, 2', 2'', ...; e così via. I gruppi di guizzi si susseguono con una frequenza sufficientemente alta per non cadere nella banda acustica trasmessa, per esempio 8000 Hz, in modo da non dare disturbo.

I segnali telefonici modulano i guizzi secondo tre diversi modi. *In larghezza:* i guizzi conservano tutti la stessa altezza e hanno invece larghezza proporzionale alla tensione (variabile) del corrispondente segnale modulatore. *In altezza:* i guizzi sono tutti larghi lo stesso ed è invece l'altezza proporzionale al segnale telefonico. *In fase:* i guizzi sono tutti uguali e vengono più o meno spostati lungo l'asse dei tempi, nell'intorno di una posizione di riferimento.

I circuiti adoperati per la produzione dei guizzi, la loro modulazione, mescolazione, separazione e via dicendo, sono ispirati all'ordinaria tecnica televisiva.

Il sistema multiplex a dislocazione nel tempo ha il pregio di rendere le distorsioni prive di effetto sulla diafonia, purché la larghezza di banda trasmessa sia sufficientemente

(1) Si veda: E. F. ROBERTS e J. C. SIMMONDS: *Sistema di comunicazione a molti canali.* «Wireless Engineer», XII, 1945, p. 538 e 576. *Trasmissione telefonica multipla mediante impulsi modulati in fase.* «Electronic Industries», IV, n. 11, novembre 1945. G. DILDA: *Tubi a deflessione.* «Elettronica», I, n. 7, luglio 1946, p. 257. *Progressi e sviluppi delle telecomunicazioni nel 1945.* «J. des Telecommunications», XIII, gennaio 1946, p. 1; recensito in «Elettronica», I, n. 5, maggio 1946, p. 205.



Fig. 2. - Collegamento Milano-Roma e sue estensioni.

grande perchè il segnale finale non si scosti troppo dalla forma rettangolare iniziale e non accada che la coda presentata da ciascun guizzo per effetto delle costanti di tempo dei circuiti (tanto maggiori quanto più stretta è la banda) vada ad invadere il campo del guizzo successivo. Risulta la necessità di una grande larghezza di banda trasmessa; almeno quadrupla rispetto alla normale modulazione in ampiezza. Tale inconveniente è tanto meno sentito quanto più l'onda usata è corta.

Illustrate le questioni fondamentali sopradette, si passa ad esaminare la situazione italiana. Le montagne permettono percorsi anche notevolmente lunghi: distanze dell'ordine di 100 ÷ 150 km sembrano, allo stato attuale della tecnica, le più atte a condurre alle migliori condizioni di compromesso. Il collegamento Roma-Milano, studiato ed sperimentato dalla Fabbrica Italiana Magneti Marelli già nel 1941-42, si può effettuare con due sole stazioni intermedie,

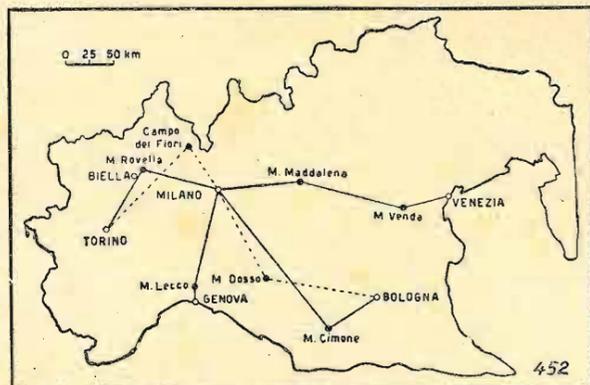


Fig. 3. - Collegamento di Milano con centri dell'Italia settentrionale.

l'una sul Monte Terminillucio presso Rieti, l'altra sul Monte Cimone presso Modena (fig. 2). Altri radiocollegamenti tecnicamente razionali ed economici possono essere attuati verso Nord e verso Sud (fig. 2); meno felice sarebbe il collegamento con la Sardegna, che dovrebbe effettuarsi con una sola stazione intermedia nell'isola di Montecristo (o nell'isola d'Elba), per la lunghezza della distanza tra tale isola e il Monte Limbara in Sardegna (190 km).

La figura 3 mostra possibili collegamenti di Milano con centri dell'Italia settentrionale.

L'autore porta quindi alcuni esempi di profili di tracciati, i quali servono bene per rendersi conto della condizione di visibilità tra due punti e dei margini con cui essa sussiste.

N. L. B.

Le Tabelle del **MANUALE ELETTRONICO**

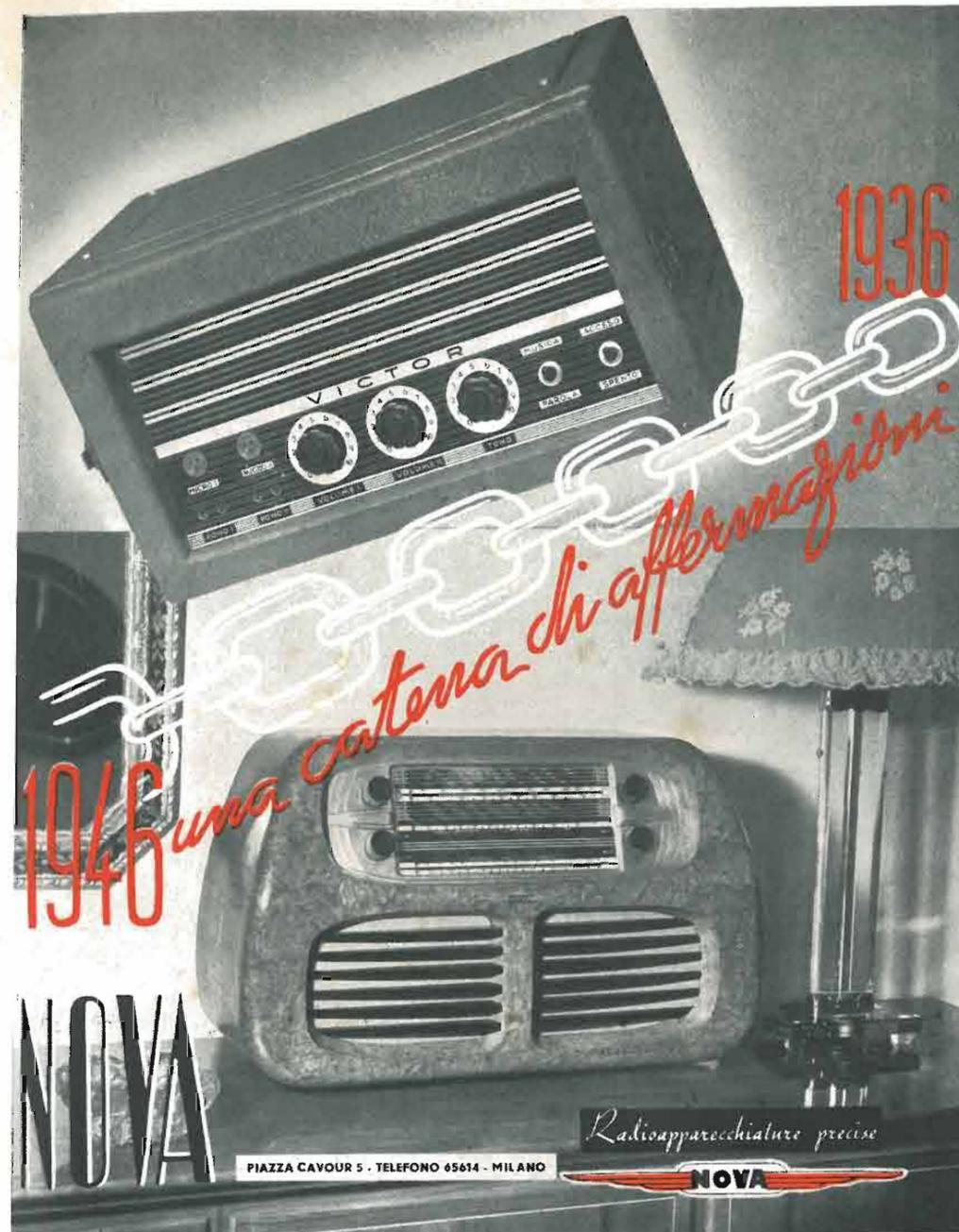
vengono vendute anche separatamente al
prezzo di Lire 15 (quindici) ognuna

Richiedendole per posta aggiungere L. 4 per spese postali

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

- Radio News. XXXVI, n. 3, settembre 1946.
- R.C.A. Receiving Tubes.
- New R.C.A. Miniature Tubes.
- R.C.A. Quick Reference Miniature Tubes.
- R.C.A. Phototubes.
- R.C.A. Power and Special Tubes.
- E. C. CORNELIUS: *The Germanium Crystal Diode* (monografia della Sylvania Electric).
- H. HEINS: *Hydrogen Thyratrons* (monografia della Sylvania Electric).
- Sylvania Electric. Cataloghi e fogli pubblicitari sui diodi a cristallo di germanio.
- Sylvania Electric. Cataloghi sui tiratron ad idrogeno.
- Sylvania Electric. Recording Dilatometer Type 135.
- Sylvania Electric. Flash Tube Type R 4330.
- Federal Telephone and Radio Corporation: FM Broadcasting Transmitters.
- D. E. RAVALICO: *Da Volta all'energia atomica*. U. Hoepli, Milano, 1946. Un volume di 274 pagine con 165 figure, prezzo L. 300.
- Il Radio Giornale. XXIV, n. 5, settembre-ottobre 1946.
- Ricerca Scientifica e Ricostruzione. XVI, n. 8, agosto 1946.
- Rivista Marittima. LXXIX, n. 7-8 e 9, luglio-agosto e settembre 1946.
- U. TIBERIO: *Congetture sulla radio-spoletta*. Estratto da: Rivista Marittima, LXXVIII, n. 12, dicembre 1945.
- U. TIBERIO: *La radio-spoletta americana «V.T.»*. Estratto da: Rivista Marittima, LXXIX, n. 6, giugno 1946.
- NOVA. *Apparecchiature precise*.

TIPOGRAFIA L. RATTERO. VIA MODENA 40 / TORINO



RAPPRESENTANTI

- | | |
|-----------------|------------------------------------------------------------|
| CATANIA | AGENZIA RADIO SICULA. Via G. De Felice 36, tel. 14708 |
| NAPOLI | BARULLI ANTONIO. Via Scipione Rovito 35 |
| ROMA | FONTANESI GOFFREDO. Via Clitumno 19, tel. 81235 |
| FORLÌ | RADIO ELETTRO FRIGOR. Corso A. Diaz 10b, tel. 6693 |
| TORINO | BOSIO LUIGI. Corso Galileo Ferraris 37, tel. 40927 |
| CREMONA | GHISOLFI QUINTO. Via Cadore 17 |
| FIRENZE | NANNUCCI ALFREDO. Via Rondinelli 2, tel. 25932 |
| MANTOVA | COOPERATIVA ELETTRICISTI. Via Giuseppe Verdi 35, tel. 1351 |
| PIACENZA | LA CLINICA DELLA RADIO. Via S. Donnino 10, tel. 2086 |

PHONOLA

è un gioiello



La RADIO

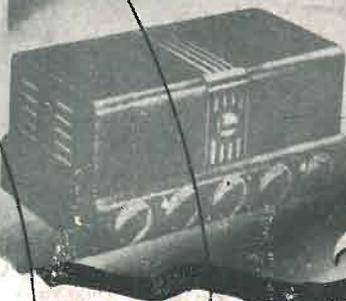
SOAVE

Bonetto

RADIO

Perfetta

RESIST
RADIO



ELETTRONICA



mod. **580**
5 Valvole
4 Lunghezze d'onda