

ELETRONICA

*Radio CGE 355
modello di lusso
con occhio magico*

IN QUESTO NUMERO

- TUBI A DEFLESSIONE
- APPUNTI DI OTTICA ELETTRONICA
- MODULAZIONE DI FREQUENZA
- MISURA ELETTRICA DI GRANDEZZE MECCANICHE
- VOLTMETRO ELETTRONICO
- AMPLIFICATORE DI CLASSE C - COMMUTATORE "TRASMETTITORE-RICEVITORE" TUBO TRASMETTITORE EIMAC 4-125 A

oltre a numerosi

- NOTIZIARI DEL R.C.P. COMMERCIALI, ECC.



COMPAGNIA GENERALE DI ELETTICITÀ - MILANO

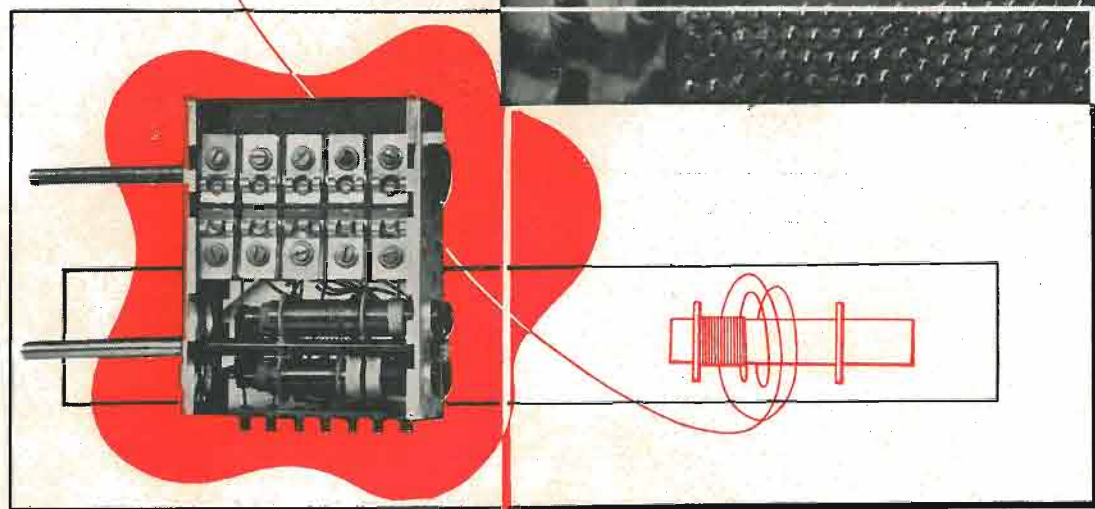
il **P1** in costruzione

4. Nel gruppo P gli avvolgimenti ed altri particolari elettrici vengono sottoposti anche ad un collaudo meccanico.

In fondo molte caratteristiche elettriche dipendono da caratteristiche fisiche misurabili meccanicamente.

Le bobine del gruppo P devono essere accuratamente misurate nei loro parametri meccanici prima ancora che in quelli elettrici, poiché adempiono ad una funzione dinamica partecipano cioè alla variazione della sintonia.

Appositi calibri, di bakelite per non deteriorare i delicati congegni, manovrati da mani intelligenti di operai allenati, consentono quell'accurato controllo, dal quale dipendono poi eccellenti doti di prestazione del gruppo P.



ORESTE PELLEGRINI '75

OFFICINA A NOVATE MILANESE

UFFICIO VENDITE: MILANO - PIAZZA CAVOUR 5 - TEL. 65.614

RAPPRESENTANZE IN TUTTA ITALIA

NOVA
Radio apparecchiature precise

ANNO I
NUM. 7

ELETTRONICA

LUGLIO
1946

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. Egidio, 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. Venturelli, Ing. G. Vercellini, Ing. G. Villa, Ing. G. Zanarini.

Direttore Responsabile: P. G. PORTINO

SOMMARIO

Notiziario del "Radio Club Piemonte"	250
Notiziario commerciale	252
Note di Redazione	255
G. DILDA: Tubi a deflessione	257
G. GRAMAGLIA: Appunti di ottica elettronica	263
C. EGIDI- G. GREGORETTI: Modulazione di frequenza	269
G. VILLA: La misura elettrica delle grandezze meccaniche	273
R. ZAMBRANO: Alla ricerca di un laboratorio: Voltmetro elettronico	281
Amplificatore di classe C - Commutatore "trasmettitore-ricevitore" d'antenna - Il nuovo tubo trasmettitore Eimac	285
Critiche e commenti	288

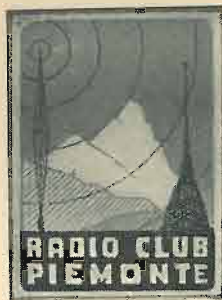
REDAZIONE E AMMINISTRAZIONE . TORINO . Corso Oporto 46 . Telefono 42.514 (Sede provvisoria)

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

Un numero in Italia L. 75 (arretrato L. 125); all'Estero L. 150 (arretrato L. 250)

ABBONAMENTI: Annuo in Italia L. 800; all'Estero L. 1600; Semestre in Italia L. 425; all'Estero L. 850

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



NOTIZIARIO DEL RADIO CLUB PIEMONTE

INTERMODULAZIONE FRA LE DUE STAZIONI DI TORINO

Alla Direzione del Radio Club Piemonte sono pervenute lamentele circa il mediocre funzionamento ed i disturbi cui erano e sono soggette le stazioni radio di Torino. La Direzione del Radio Club si è rivolta alla R.A.I. per trasmettere tali lamentele e per avere spiegazioni in merito. Pubblichiamo volentieri la risposta che ci è stata inviata per mezzo degli ingegneri Edoardo Cristofaro e Sergio Bertolotti.

Egregio Direttore,

Volentieri aderendo alla Sua richiesta cercheremo di spiegare ai Suoi lettori quando, e per quali ragioni, può verificarsi il caso che due trasmettitori locali interferiscano reciprocamente in ricezione. Il fenomeno interessa particolarmente gli ascoltatori torinesi poichè esso si è, in una certa misura, verificato dopo l'inaugurazione del nuovo trasmettitore da 80 kW, ma ci affrettiamo ad aggiungere che esso è già ora ridotto a proporzioni minime e sta per essere totalmente eliminato.

Questa forma di intermodulazioni si manifesta quando due trasmettitori lavorano su due sistemi radianti assai vicini e con frequenza assai prossima. Tale è appunto il caso dei trasmettitori di Torino I e Torino II funzionanti su due antenne poste a meno di 50 metri di distanza e sulle frequenze rispettivamente di 1357 kHz e 1258 kHz con una differenza di soli 99 kW.

È facile intuire come due antenne, vicine e parallele, accordate su frequenze così prossime, siano reciprocamente in grado di captare, ciascuna, una considerevole quantità di energia irradiata dall'altra. Questa energia attraverso i circuiti di accoppiamento o alla linea di trasmissione viene, sotto forma di elevate tensioni a radio frequenza, applicata agli anodi degli stadi finali ove agisce come tensione di modulazione, per cui l'onda prodotta da un trasmettitore viene modulata dalla radio frequenza dell'altro. Si generano così, oltre al fenomeno di intermodulazione a bassa frequenza tutta una serie di onde di combinazione ad intervalli di frequenza, rispetto alle portanti dei singoli trasmettitori, pari alla differenza di frequenza delle fondamentali, nel nostro caso le onde di combinazione compariranno ad intervalli di 99 kHz e saranno modulate in varia misura dai due programmi irradiati.

Inutile aggiungere che tanto per la intermodulazione quanto per le onde di combinazione il fenomeno è perfettamente reciproco ma ha una ampiezza che è, per ciascun trasmettitore, tanto maggiore quanto minore è la sua potenza rispetto a quella del disturbatore.

Messe così le cose, parrebbe che l'inconveniente non possa essere eliminato altrimenti che allontanando le antenne o differenziando maggiormente le frequenze di lavoro. Tanto la prima quanto la seconda soluzione sono almeno per ora, inattuabili, e soprattutto la seconda perchè le frequenze dei trasmettitori non sono scelte a nostro piacimento, ma sono assegnate da accordi internazionali. Esiste tuttavia una terza possibilità ed è quella offerta dall'inserzione fra l'antenna e lo stadio finale di ciascun trasmettitore, di speciali circuiti reiettori che bloccano per così dire, il passaggio alle correnti indotte da una delle antenne sull'altra, non si oppongono invece a quello della corrente che dal trasmettitore va all'antenna.

Si tratta di circuiti che, quando le potenze in gioco sono notevoli, presentano particolari difficoltà di attuazione a causa delle cospicue tensioni a radio frequenza cui vengono sottoposti. Inoltre tali circuiti debbono essere regolati e messi a punto durante il servizio, per controllarne l'efficacia: ma, proprio perchè si tratta di lavorare su trasmettitori di servizio, occorre limitarsi ad agire durante le pause che, nel normale orario dei trasmettitori, sono assai brevi.

Ecco perchè all'atto dell'entrata in funzione della nuova stazione di Torino I il fenomeno è stato particolarmente notato dagli ascoltatori di Torino II. A ciò deve aggiungersi che, durante il primo mese di servizio del nuovo trasmettitore di 80 kW, per comprensibili ragioni di prudenza, si è preferito non irradiare subito il programma B sulla stazione da 20 kW, prima addetta al programma A, ma si è seguito ad irradiarlo con la vecchia stazione provvisoria da 7 kW, tenendo quella da 20 kW come riserva in caso di avaria di quella da 80.

In queste condizioni lo scarto di potenza fra la nuova stazione da 80 kW e quella da 7 era così notevole che il fenomeno della intermodulazione comparve subito vistosissimo e fu, coi circuiti reiettori, gradualmente attenuato, ma non del tutto soppresso. In seguito all'esito favorevole del primo mese di esercizio della nuova stazione, si poté procedere giorni or sono alla messa in onda del programma B sulla stazione da 20 kW. Con questo cambiamento si è grandemente ridotto lo scarto di potenza (da 80 a 20 anzichè da 80 a 7) ma è stato tuttavia necessario procedere ad una nuova messa a punto dei circuiti reiettori e l'operazione è tutt'ora in corso. Possiamo pertanto assicurare che entro

pochi giorni il fenomeno sarà totalmente scomparso. Ciò nonostante può essere che qualche ricevitore per difetto di selettività ed a causa del notevole aumento del campo prodotto dai trasmettitori locali, senta oggi, più di prima, i due programmi sovrapposti. A questo, purtroppo, non si può ovviare, se non agendo sul ricevitore stesso, sia aumentando la selettività, sia riducendo od escludendo l'antenna per la ricezione della locale. La cosa rientra nel novero degli inconvenienti che spesso nascono in questioni di dettaglio quando in un determinato settore si è introdotto un miglioramento sostanziale. E tale è certamente l'aumento della potenza dei due trasmettitori di Torino in quanto tale aumento allarga sensibilmente la zona da essi servita.

Poichè tuttavia qualche dubbio potrebbe rimanere nell'animo dei Suoi lettori, circa la causa da attribuire ad eventuali interferenze, sarà bene precisare che, quando la modulazione incrociata nasce nei trasmettitori, essa è inequivocabilmente accertata dalla presenza di forti onde parassite di combinazione, nonchè dalla sovrapposizione delle modulazioni con qualsiasi ricevitore. Quando invece le onde di combinazione mancano o sono assai deboli e con un ricevitore selettivo la intermodulazione non è presente, ogni fenomeno del genere, avvertito con altri apparecchi, deve essere attribuito dalla insufficiente selettività del ricevitore.

E per finire, poichè 99 kHz di differenza, per due potenti stazioni locali, sono realmente troppo pochi per la selettività media degli apparecchi normali, teniamo a precisare che la Direzione Tecnica della R.A.I., conscia che l'inconve-

niente, anche se eliminato in partenza, può manifestarsi ugualmente nei ricevitori di molti utenti, sta da tempo facendo pressioni presso il Ministero delle Poste affinché questo ottenga a sua volta dalla Commissione Alleata l'autorizzazione di ridare a Torino I la vecchia frequenza di 1140 kHz ed a Torino II quella 1375. Poichè la frequenza di 1140 kHz è attualmente assegnata a Trieste occorre spostare quella stazione e per tale spostamento è soltanto competente la Commissione Alleata. Confidiamo tuttavia, che in vista di una migliore e razionale ripartizione delle nostre onde, anche questo ostacolo verrà presto superato e che di intermodulazione, anche se l'argomento è tecnicamente interessante, non sarà più il caso di parlare.

Gradisca caro Direttore i nostri ringraziamenti e l'espressione della nostra alta considerazione.

EDOARDO CRISTOFARO
SERGIO BERTELOTTI

TELEGRAMMA

La presidenza del Radio Club Piemonte ha inviato all'Onorevole Alcide De Gasperi il seguente telegramma:

«Associazione Radio Elettrica Piemonte interpretando vivo risentimento suoi aderenti esprime sdegno per mutilazione ingiusta perpetrata nostro danno ai sacri confini occidentali della Patria stop - Presidente Portino».

CONDENSATORI ELETTRICI
FACO

ALTISSIMA QUALITÀ • MINIME DIMENSIONI
Recentissima fabbricazione dei tipi più correnti per
tutte le applicazioni Radio-Elettromeccaniche

RADIOCOSTRUTTORI / RIPARATORI / DILETTANTI
impiegandoli nei vostri circuiti, perfezionerete il livellamento
e ne prolungherete la durata
RADIORIVENDITORI
Diffondeteli

AGENZIA ESCLUSIVA PER IL PIEMONTE
Dott. Ing. UGO BRUSAFERRO - TORINO. Via Mazzini 39, Tel. 81689

L'ING. E. CARRARA RISPONDE ALL'ING. A. PALLAVICINI

L'ing. Enrico CARRARA Direttore Generale della R.A.I. ha inviato in risposta alla lettera aperta del signor Arrigo Pallavicini apparsa sul n. 6 di «Elettronica» la seguente che pubblichiamo, auspicando che le belle e buone intenzioni in essa contenute non restino solo sulla carta ma si tramutino ben presto in fatti concreti, sì che anche il settore radio italiano possa riprendere il proprio cammino.

Egregio sig. Pallavicini,

in primo luogo desidero ringraziarLa per le cortesie parole che Lei ha voluto rivolgermi nella lettera aperta pubblicata sul n. 6 di «Elettronica».

In proposito posso confermarLe, di essere perfettamente a conoscenza del contenuto dell'ordine del giorno votato nel Congresso Nazionale dei Commercianti radio tenuto a Genova l'11 e il 12 maggio. Tale ordine del giorno ha un notevole valore costruttivo nella parte in cui i commercianti promettono di dare la loro collaborazione per lo studio di un sistema atto a difendere gli interessi della R.A.I.

L'interesse della Società concessionaria, degli industriali e dei commercianti coincidono infatti nella comune esigenza di aumentare la diffusione della radio.

Se si tiene presente questo scopo comune, ritengo che non debba essere difficile giungere ad una composizione delle particolari esigenze dell'industria e del commercio con quelle della R.A.I. Tuttavia, in pratica, come risulta dal diffuso memoriale da Lei compilato, che è stato pure da me esaminato; non poche sono le difficoltà da superare per creare un sistema efficace e nello stesso tempo gradito a tutti gli interessati.

La Commissione romana ha appunto il compito di vagliare questo problema e i rappresentanti della R.A.I., che di essa fanno parte, hanno ricevuto disposizioni di prendere in esame e studiare in maniera più approfondita e con spirito di vera collaborazione qualsiasi proposta venga in tale sede portata dagli esponenti del commercio e dell'industria.

È da tenere però presente che al di sopra delle esigenze della R.A.I. ci sono quelle del Governo, perchè non bisogna dimenticare che l'esercizio delle radiodiffusioni è per legge un monopolio statale di cui alla R.A.I. è stato affidato l'esercizio in virtù di una convenzione.

La R.A.I. si trova pertanto nelle condizioni di gestire degli interessi che trascendono i propri appartenendo alla nazione intera.

Questa è la luce sotto la quale bisogna vedere i rapporti tra la R.A.I. e lo Stato, fra la R.A.I. gli industriali e i commercianti e fra questi ultimi e lo Stato.

In particolare, come tutti coloro che si occupano di radio un po' da vicino sanno, lo Stato è cointeresato sui proventi di abbonamento nella misura del 20%.

Mi permetto inoltre di rilevare che spesso vengono chiamate fasciste delle leggi e delle disposizioni che non hanno

alcuna connessione con le dottrine di quell'infausto regime e che hanno soltanto il difetto, se così si può chiamare, di essere state emanate in periodo fascista.

Ciò non implica affatto il disconoscimento della necessità di perfezionare le leggi radiofoniche emanate in passato e di aggiornarle alle nuove esigenze. D'altronde, come universalmente noto, una legge non può venire abrogata se non da un'altra legge.

Questo però è un discorso che riguarda più gli organi di Governo che non la R.A.I., tuttavia ho ritenuto opportuno accennarvi perchè mi sembra che queste considerazioni non siano da tutti tenute presenti nella loro giusta portata.

Sarò lieto di tenermi a contatto con i rappresentanti dell'Associazione Nazionale Commercianti Radio, non soltanto per la nota questione della disciplina del commercio, ma per l'esame di tutti quei desideri e di tutte quelle proposte che i commercianti nella loro quotidiana esperienza attraverso i contatti con il pubblico, ritenessero opportuno fare nel comune interesse dello sviluppo della radio.

Tra la schiera di amici di cui Lei auspica si possa circondare la radio conto infatti di poter annoverare in primo luogo i commercianti con i quali è mio vivissimo desiderio di intrattenere in ogni circostanza rapporti improntati alla massima cordialità.

Un'idea della consulta radiofonica mi trova particolarmente favorevole e sarei personalmente molto lieto di portare direttamente a conoscenza degli interessati i problemi che riguardano la radio per discutere con i medesimi le possibili soluzioni ed avere il confronto della loro esperienza.

Sono persuaso che in tale maniera molte opinioni errate sul conto della radio oggi diffuse nel pubblico verrebbero dissipate. Tuttavia tutto ciò che riguarda l'organizzazione giuridica della radio non può essere oggetto di disposizione unilaterale da parte nostra, poichè non sappiamo in questo periodo di generale rinnovamento del paese se ed in quale maniera la Costituente vorrà affrontare il problema della radio.

Mi creda sempre a Sua disposizione e gradisca i miei più cordiali saluti.

Suo

Ing. ENRICO CARRARA

COSTRUZIONE, RIPARAZIONE E VENDITA DEI MATERIALI RADIOELETTICI

Nell'intento di far cosa gradita ai nostri lettori pubblichiamo il Decreto-Legge apparso sulla «Gazzetta Ufficiale» n. 129 del 5 giugno 1946 concernente le nuove disposizioni relative alla costruzione riparazione e vendita dei materiali radioelettrici e alla emissione delle relative licenze.

ART. 1. - Sono abrogati: Il R. Decreto-Legge 3 dicembre 1934, n. 1988, convertito nella legge 4 aprile 1935, n. 912, il R. Decreto-Legge 9 dicembre 1935 n. 2173, convertito nella legge 26 marzo 1936, n. 780, e la legge 3 ottobre 1940 n. 1493.

ART. 2. - Devono munirsi della licenza annuale di fabbricazione e montaggio, i fabbricanti di apparecchi radioelettrici e le loro parti, sia per uso di radiocomunicazione, sia per altro impiego, nonchè coloro che eseguono il montaggio di parti staccate o di complessi di parti staccate anche se non costituiscono apparecchi radioelettrici completi, sia di produzione nazionale sia importate.

La concessione della licenza di cui al presente articolo è subordinata alla osservanza delle norme della legge 12 gennaio 1933, n. 141, e del R. Decreto 15 maggio 1933, n. 590, nonchè al pagamento preventivo delle tasse di licenza stabilito dalla legge tributaria sulle concessioni governative, (tabella A), da versarsi all'Ufficio del Registro.

Il Ministero delle poste e delle telecomunicazioni che a norma dell'articolo 253 del Codice postale e delle telecomunicazioni rilascia la licenza, stabilisce quali apparecchi e materiali radioelettrici la ditta costruttrice è autorizzata a costruire, e ne fa menzione sulla licenza stessa.

La licenza di fabbricazione conferisce anche il diritto di riparazione dei materiali radioelettrici, e di vendita al pubblico.

ART. 3. - Coloro che intendono provvedere alla riparazione o alla vendita degli apparecchi e materiali radioelettrici di cui all'articolo precedente o ad ambedue le attività, devono munirsi di unica licenza annuale di «riparazione e vendita di apparecchi e materiali radioelettrici» che a norma del citato articolo 253 del Codice postale e delle telecomunicazioni viene rilasciata dal Ministero delle poste e delle telecomunicazioni, previo pagamento della tassa di concessione governativa di L. 680, che riassume quelle stabilite ai numeri 98 e 99 della tabella allegata al R. Decreto-Legge 21 giugno 1942, n. 696; i quali si intendono in conseguenza modificati.

ART. 4. - Qualora le attività ai cui precedenti articoli vengano esercitate anche nei locali e negozi diversi da quello indicato nella relativa licenza di costruzione e di riparazione e vendita, l'obbligo della licenza ricorre per ciascuno dei locali o negozi stessi.

ART. 5. - L'obbligo della licenza di «riparazione e vendita» ricorre anche per i rappresentanti di commercio, viaggiatori ed agenti di vendita in genere.

Sono esclusi da tale obbligo coloro che limitano la loro attività alla semplice mediazione tra le ditte munite della licenza di cui agli articoli precedenti, e i probabili acquirenti di apparecchi o materiali radioelettrici.

ART. 6. - L'emissione delle licenze contemplate negli articoli 2 e 3, viene effettuato in seguito alla produzione della istanza in carta legale diretta al Ministero delle poste e delle telecomunicazioni, per tramite degli uffici tecnici delle imposte di fabbricazione competenti per territorio, corredata dalla ricevuta della tassa e del certificato di iscrizione alla competente Camera di Commercio.

Qualora trattasi di nuovi stabilimenti industriali o di ampliamento di stabilimenti già esistenti, destinati alla produzione di materiale radioelettrico, dovrà anche essere esibita l'autorizzazione rilasciata dal Ministero dell'industria e del commercio, ai sensi della legge 13 gennaio 1933 n. 141, e del R. Decreto 15 maggio 1933 n. 50, nonchè la quietanza dell'eseguito pagamento della relativa tassa di concessione governativa.

Alla domanda dovrà essere allegata anche la licenza comunale che autorizza il commercio in articoli radio per il locale in cui si esercita tale attività, e la ricevuta dell'abbonamento annuale alle radioaudizioni circolari. Ove tale autorizzazione non venisse accordata da parte del Comune, sarà sufficiente il nulla osta del Comune stesso dell'esercizio della sola riparazione. In tal caso spetterà al Comune la sorveglianza su tale limitazione.

In luogo della licenza comunale, i rappresentanti, viaggiatori e agenti di vendita, produrranno una dichiarazione della ditta, da cui risulti il conferimento della rappresentanza o incarico di vendere apparecchi radio-elettrici per conto suo.

ART. 7. - Per le fabbriche, laboratori, negozi di vendita, che si aprono dopo il 1° luglio, le tasse per la concessione delle rispettive licenze, relative al periodo intercedente dalla data della concessione al 31 dicembre dello stesso anno sono ridotte alla metà.

ART. 8. - Coloro che intendono ottenere la rinnovazione delle licenze di cui all'art. 2; devono fare istanza in carta legale al Ministero delle poste e telecomunicazioni, per tramite degli uffici tecnici imposte fabbricazione entro il 31 dicembre, corredata delle bollette di pagamento sia della tassa per concessione governativa sia dell'abbonamento delle radioaudizioni e corredata altresì della licenza scaduta.

Per le rinnovazioni annuali delle licenze di cui all'art. 3 occorre rivolgere la domanda unitamente agli adempimenti di cui al comma precedente all'ufficio tecnico imposte fabbricazione il quale vi provvede direttamente, ovvero, nel caso di cui gli spazi di rinnovo riportato a tergo della licenza fossero esauriti, rimette gli atti al Ministero delle poste e telecomunicazioni per la sostituzione dello stampato.

ART. 9. - Il Ministero delle poste e telecomunicazioni trasmette le licenze emesse al Ministero delle Finanze il quale ne cura il recapito agli interessati a mezzo degli Uffici tecnici imposte di fabbricazione.

ART. 10. - Le tasse pagate sia per l'emissione sia per la rinnovazione delle licenze vengono, a cura del Ministero delle Finanze, ripartite in misura eguale fra il detto Ministero e il Ministero delle poste e telecomunicazioni.

ART. 11. - I costruttori, i riparatori, e commercianti di materiali radio elettrici, che non intendono rinnovare la licenza di cui agli articoli precedenti, hanno l'obbligo di dichiararlo mediante lettera raccomandata con avviso di ricevimento non oltre il 31 dicembre al Ministero delle poste e delle telecomunicazioni per le licenze di costruzione, o all'Ufficio imposte di fabbricazione per quelle di riparazione e vendita.

In mancanza di tale dichiarazione i titolari delle licenze sono obbligati al pagamento della tassa per l'intero anno e sono soggetti alla pena di cui al 2° comma dell'art. 269 del codice postale delle telecomunicazioni.

Gli Uffici tecnici imposte di fabbricazione devono mensilmente rimettere al Ministero delle poste e telecomunicazioni un elenco delle cessazioni avvenute nel mese, corredata delle licenze cessate.

ART. 12. - I rivenditori che intendono cedere temporaneamente in prova apparecchi radiorecettori a persone od enti non ancora muniti di licenza di abbonamento alle radioaudizioni, debbono richiedere all'ente concessionario del

servizio delle radioaudizioni la licenza speciale per apparecchi in prova.

Per la disciplina di tale licenza valgono le norme contenute negli articoli 15 e 16 del R. Decreto-Legge 21 febbraio 1938, n. 246, convertito nella legge 4 giugno 1938 n. 880.

ART. 13. - Per il mancato pagamento delle tasse di concessione governativa si applicano le sanzioni previste dall'art. 9 della legge tributaria sulle concessioni governative approvata con R. Decreto 30 dicembre 1933, n. 3279 modificato dall'art. 1 del R. Decreto del 26 marzo 1936 n. 1418, senza pregiudizio delle sanzioni penali previste dal codice postale e delle telecomunicazioni.

ART. 14. - Le Amministrazioni civili dello Stato che, a norma dell'articolo 246 del Codice Postale e delle telecomunicazioni, hanno ottenuto dall'amministrazione delle poste e delle telecomunicazioni, su parere favorevole del Comitato per le telecomunicazioni, l'autorizzazione ad esercitare servizi di radiocomunicazioni, possono provvedere direttamente alla riparazione ed eventualmente alla costruzione degli apparecchi radioelettrici e delle loro parti destinate esclusivamente ai propri servizi, senza l'obbligo di munirsi delle licenze di cui agli articoli precedenti.

ART. 15. - Le disposizioni del presente decreto entrano in vigore dalla data della sua pubblicazione nella « Gazzetta Ufficiale » del Regno.

Le licenze di vendita già emesse sin dalla detta data dovranno essere convertite in quella di riparazione e vendita, con effetto dal 1° del mese successivo all'entrata in vigore del presente decreto. Gli interessati corrisponderanno la differenza di tassa di concessione governativa tra la cessata licenza di vendita e quella di riparazione e vendita per il periodo corrispondente all'anno 1946.

ORDINAZIONE DI PUBBLICAZIONI AMERICANE

Con riferimento al comunicato apparso sul n. 6 circa la pubblicazione di « Radio Craft. » rendiamo noto che tutti coloro che desiderassero abbonarsi alla sopra citata rivista possono rivolgersi alla nostra Direzione, l'abbonamento è di dollari 3,25 comprese le spese postali.

Rendiamo pure noto che possiamo fornire le seguenti pubblicazioni:

- Home - Made Radio Test Instrument,
- Modern Battery Radio Sets.
- Modern Radio Servicing Technique.
- All About Frequency Modulation.
- How to Build Four Doerle Short Wave Sets.
- How to Make the Most Popular Short Wave Sets.
- Alternating Current for Beginners.
- All About Aerials.
- Beginner's Radio Dictionary.
- How to Have Fun wit Radio.
- How to Read Radio Diagrams
- Radio for Beginners.
- Simple Electrical Experiments.
- " Television ".

Per informazioni più precise rivolgersi alla Direzione di « Elettronica » unendo francobolli per la risposta.

COMUNICATO DELLA DIREZIONE

Stante le numerose lettere che ci pervengono, preghiamo i lettori che si rivolgono a noi per qualsiasi informazione, di voler unire l'importo per rimborso spese postali.

UN PRETORE INTELLIGENTE

Riferendoci a quanto pubblicato sul n. 5 di « Elettronica » la Direzione della R.A.I. ci comunica che a seguito informazioni assunte tale notizia risulta priva di fondamento, e inventata.

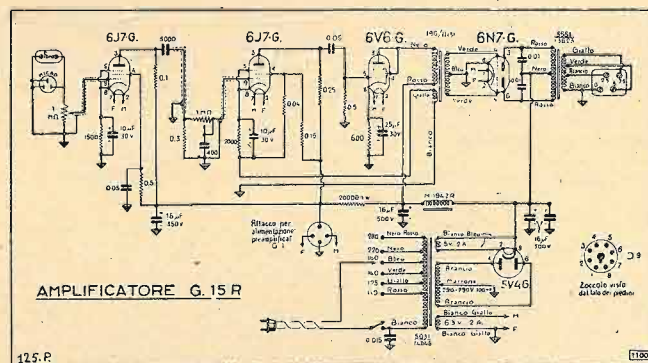
Diamo atto di quanto sopra per buona nota dei Radio abbonati.

COMMISSIONE DI VIGILANZA SULLE RADIODIFFUSIONI

È stata nominata la Commissione di Vigilanza sulle Radiodiffusioni nelle seguenti persone: cav. uff. CRISANTI Antonio, vice Ispettore Azienda di Stato per i Servizi Telefonici, *Presidente*; - cav. PATRIA Enrico, capo dell'Ufficio Interurbano dell'Azienda di Stato per i Servizi Telefonici, *Segretario*; - Maestro Rocca Lodovico, Direttore del Conservatorio Musicale « G. Verdi » di Torino; dott. ing. prof. DILDA Giuseppe, Ordinario di Radiotecnica dell'Istituto Tecnico Industriale di Torino.

Ci riserviamo di dare ulteriori notizie sui compiti e sui lavori di tale Commissione nei prossimi numeri di « Elettronica ».

IL BOLLETTINO TECNICO GELOSO



Schema elettrico dell'amplificatore G. 15 R descritto sul n. 36 del Bollettino tecnico Geloso.

LA DIREZIONE DEL RADIO CLUB PIEMONTE comunica d'aver a disposizione le dispense della « Gazzetta Ufficiale » che saranno messe a disposizione dei Soci per eventuali consultazioni.

LEGGI E DECRETI.

- G. U. N° 145, 2/7/46, D.M. 14/4/46. Norme concernenti i pagamenti tra l'Italia e la Zona monetaria Belga.
- G. U. N° 146, 3/7/46, D. L. L. 26/4/46 N° 543. Abrogazione della legge 23/12/40 N° 2042 art. 1 lettera U del R. D. 9/9/1937 concernente l'uso di parole straniere nelle intestazioni delle Ditte industriali e commerciali.
- D.L. 30/5/46 N° 552. Disposizioni per i lavoratori dell'Alta Italia.
- G. U. 147 del 4/7/46, D.M. 14/6/46. Emissione di nuove carte valori postali e cessazione di altre.

NOTE DI

ELETTRONICA

REDAZIONE

TUBI ELETTRONICI. Abbiamo avuto qualche scambio di idee con i dirigenti della FIVRE. Siamo così venuti a sapere che numerosi nuovi tipi di valvole sono in allestimento e saranno presto messi in commercio. Quello però che più interesserà i nostri lettori ed in particolare i dilettanti in trasmissione è che la FIVRE, oltre alla sua produzione di serie, si propone di esaminare con attenzione le proposte, da qualunque parte esse provengano, per la produzione di nuovi tipi di valvole adatte ai dilettanti, ai laboratori specializzati, o ad usi speciali. Noi quindi, specie attraverso il R. C. P. e le altre radio-organizzazioni, ci proponiamo di raccogliere e trasmettere tali proposte.

Sotto questo aspetto ci sembra che i **tubi a deflessione** aprano una strada nuova ed originale allo sviluppo della tecnica elettronica. Vedremmo con molto compiacimento le ditte nazionali costruttrici di valvole, porsi in grado di produrre, studiare e sviluppare questi nuovi tubi elettronici. È un campo quasi vergine che si apre alla geniale inventiva dei tecnici e poichè, almeno dal punto di vista dell'impostazione, si tratta di problemi concettualmente semplici, molte idee interessanti possono scaturire anche nella mente non solo di chi, non occupandosi direttamente della produzione dei tubi elettronici, non ha i mezzi per metterle in atto ma anche del dilettante o del tecnico. Noi ci raccomandiamo, nell'interesse oltre che degli ideatori anche del prestigio nazionale e di quel contributo che, come per il passato, l'Italia continuerà a dare allo sviluppo della scienza e della tecnica, di non tenere tali idee nel chiuso dei cervelli ove sono nate, come succede talora in seguito a preoccupazioni di vario carattere, dalla modestia o mancanza di fiducia nelle proprie idee, alla ricerca di uno sfruttamento economico, forse impossibile, almeno inizialmente.

Invitiamo quindi tutti i nostri lettori che abbiano qualche idea al riguardo a scriverci o, se credono meglio, a scrivere direttamente alle Case interessate, e chissà che non si riesca a raggiungere qualche interessante sviluppo.

G. D.

I MIGLIORI APPARECCHI
DAI MIGLIORI RIVENDITORI

Abbonatevi a

ELETTRONICA

che ha ormai raggiunto la maggiore diffusione ed è destinata ad uno sviluppo ancora crescente.

Essa sarà la Rivista che vi metterà al corrente sugli sviluppi della tecnica elettronica in Italia e all'Estero



Sostituendo le valvole esaurite, il vecchio apparecchio riderà audizioni perfette

FABBRICA ITALIANA
VALVOLE RADIO ELETTRICHE



TUBI A DEFLESSIONE (*)

CICLODO - CICLOFONO - FASITRON

prof. ing. GIUSEPPE DILDA

SOMMARIO. Sono stati recentemente sviluppati tubi in cui l'azione di controllo del flusso elettronico (invece di essere dovuta ad una o più griglie che con il loro potenziale regolano, nel modo noto, la corrente che attraversa il tubo) è affidata alla deviazione del fascio elettronico convenientemente focalizzato. Il fascio così deviato, magneticamente od elettricamente, da «bobine deflettrici» nel primo caso e da «elettrici deflettori» nel secondo (sistemi che sostituiscono le griglie di controllo) colpisce in maggiore o minore misura gli elettrodi collettori variando in tal modo la corrente da essi raccolta. Ciò può essere facilitato od ottenuto interponendo lungo il cammino del fascio elettronico convenienti piastre «otturatrici». Sono descritti i tubi basati su tale principio di cui si è avuto finora notizia ed è discusso il loro funzionamento e qualche possibile perfezionamento o sviluppo.

1. Generalità.

In queste colonne è già apparso un articolo⁽¹⁾ di inquadramento sui nuovi indirizzi e sugli sviluppi della tecnica dei tubi elettronici.

Tale argomento sarà oggetto di più vasto sviluppo in articoli che tratteranno particolareggiatamente le varie categorie di tubi. In questa nota desideriamo invece accennare ad un'altra categoria di tubi che sembra suscettibile di applicazioni particolarmente interessanti come è dimostrato dalla descrizione, fatta in questo scritto, di alcuni tubi di nuova concezione adatti ad adempiere particolari e ben definite funzioni. Si tratta di tubi in cui gli elettroni vengono focalizzati lungo ben definite traiettorie mediante la tecnica dell'ottica elettronica⁽²⁾ in modo da raccogliervi in uno o più sottili pennelli o sotto altra forma (per esempio a disco come sul «fasitron»).

La corrente utile è ricavata raccogliendo, direttamente o indirettamente, gli elettroni che compongono tali fasci focalizzati e la sua modulazione è ottenuta deflettendo, mediante campi elettrici o magnetici, il fascio degli elettroni cosicchè questi abbiano a cadere oppure no su determinati elettrodi di raccolta. L'effetto di modulazione può essere assicurato anche da opportuni schermi forati che intercettano il fascio degli elettroni.

Per le ragioni sopra dette tali tubi possono essere chiamati: «tubi a deflessione». Essi traggono origine dai tubi oscillografici a raggi catodici con la differenza che qui il fascio non è utilizzato per rendere luminescente uno schermo bensì viene raccolto e utilizzato sotto forma di corrente elettronica.

2. Convertitori a deflessione della modulazione di velocità degli elettroni.

Nei tubi normali il flusso elettronico che fluisce dal catodo verso l'anodo è modulato in intensità cioè si compone di un numero di elettroni variabile col ritmo della

tensione di controllo che è applicata alla griglia. E' noto che nell'impiego di tali tubi si incontrano inconvenienti che crescono man mano che la frequenza cresce fino a impedirne del tutto il funzionamento. Non è compito di questo scritto analizzare le cause di questo fenomeno. Un quadro chiaro e completo su tale argomento è esposto in un articolo di L. Piatti⁽³⁾ al quale rimandiamo il lettore. Ricordiamo solamente che fra le cause che intervengono a determinare il fenomeno una delle più importanti risiede nel fatto che il tempo che gli elettroni impiegano ad attraversare lo spazio interposto fra gli elettrodi diviene, per le frequenze più elevate, dello stesso ordine di grandezza del periodo.

Fra i diversi metodi seguiti per ridurre od eliminare questo inconveniente uno di quelli che è stato più fecondo di risultati è stato quello di usare un altro tipo di modulazione del flusso elettronico: la modulazione di velocità. A questo scopo un fascio di elettroni fortemente ed uniformemente accelerati entra nello spazio compreso fra due griglie fra le quali è applicata la tensione di controllo di frequenza radiotelegrafica molto elevata. Gli elettroni, che attraversano la prima griglia con velocità uguale per tutti, escono dalla seconda con velocità alternativamente maggiore e minore. Si ha così un flusso di elettroni modulato in velocità con la frequenza radiotelegrafica applicata fra le due griglie.

Per raccogliere ed utilizzare gli effetti di questa modulazione in velocità del fascio elettronico si possono impiegare metodi diversi di cui quello più usato è il metodo ad accumulazione che ha dato origine ai tubi chiamati *clitron*. Questi tubi potranno essere oggetto di un prossimo articolo. Ora desideriamo invece indicare come la modulazione in velocità possa essere utilizzata con un metodo a deflessione.

In figura 1 il tubo elettronico che utilizza il principio sopra accennato si compone di un catodo K che proietta un fascetto di elettroni, eventualmente focalizzati mediante un conveniente sistema elettro-magneto-ottico⁽⁴⁾, attraverso il sistema formato dalla coppia di griglie G_1 e G_2 . Il catodo è portato ad un potenziale molto negativo (fornito dalla

(1) L. SACCO: *L'industria dei tubi elettronici in Italia*. «Elettronica», I, n. 3 e 4, marzo e aprile 1946, p. 92 e 136.

(2) G. GRAMAGLIA: *Appunti di ottica elettronica*. «Elettronica», I, n. 6 e 7, giugno e luglio 1946, p. 217 e 263.

(*) Pervenuto alla redazione il 18-VI-1946.

(3) L. PIATTI: *Comportamento di tubi riceventi alle altissime frequenze e problemi tecnici relativi*. «Alta Frequenza», XIII, n. 2, giugno 1944, p. 67.

(4) Vedi nota (2).

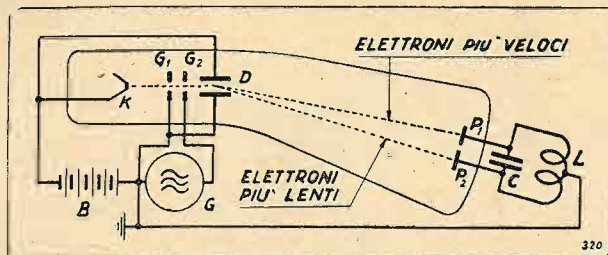


FIG. 1. - «Tubo a deflessione» per la conversione della «modulazione in velocità» degli elettroni in «modulazione di intensità» cioè in variazioni di corrente.

batteria B) rispetto alla massa a cui è connessa la prima griglia G_1 . In tal maniera gli elettroni attraversano a grande velocità lo spazio che intercorre fra le due griglie.

Fra di esse la velocità degli elettroni è alternativamente aumentata e diminuita con il ritmo radiotelegrafico del generatore G.

Gli elettroni così modulati in velocità attraversano successivamente il campo deflettore di valore costante. Tale campo può essere elettrico (come nel caso della figura in cui esso è creato dal sistema delle placche deflettrici D) o magnetico.

Usando come elettrodo di raccolta un sistema formato dalle due placche P_1 e P_2 , il fascio elettronico si trasferisce alternativamente dalla placca P_1 che raccoglie gli elettroni più veloci e quindi meno deviati, alla placca P_2 , che raccoglie invece gli elettroni più lenti e quindi più deviati. Se fra queste due placche si dispone un circuito risonante LC accordato sulla frequenza di commutazione della corrente fra le due placche (che naturalmente coincide con quella di eccitazione applicata alla coppia di griglie G_1 e G_2) si può mantenere, all'estremità di tale circuito, una tensione oscillatoria che, in determinate condizioni, può risultare più grande di quella di eccitazione fornita dal generatore G. Si ottiene così un effetto di amplificazione. Se poi la tensione di eccitazione viene ricavata dal circuito oscillatorio di uscita si può ottenere un sistema autoeccitato ossia generatore di oscillazioni.

Questo sistema è di funzionamento piuttosto critico perchè richiede una accurata regolazione delle tensioni ed è sensibile ai campi magnetici ed elettrici esterni. Inoltre esso è meno efficiente di altri metodi. Fornisce tuttavia un caratteristico esempio di tubo che utilizza il principio della deflessione.

3. Ciclado e ciclofono.

Due altri tubi a deflessione vengono usati nelle radio-comunicazioni con impulsi modulati.

Per comprendere il loro funzionamento occorre illustrare brevemente questa nuova tecnica usata per effettuare collegamenti radio nel campo delle onde metriche e decimetriche. Essa consiste nel trasmettere una successione di treni d'onda ciascuno dei quali ha una durata dell'ordine del microsecondo e comprende quindi almeno parecchie decine di periodi completi a radiofrequenza. L'intervallo fra due impulsi successivi è dell'ordine di una e di qualche decina di microsecondi. Gli impulsi sono divisi in gruppi. Il primo impulso di ogni gruppo serve come «marcatempo» per la sincronizzazione; ciascun altro impulso intermedio

fra due di sincronizzazione serve per un canale di trasmissione. In tal modo sulla stessa frequenza portante si possono effettuare più comunicazioni contemporanee. Per contro lo spettro dell'onda trasmessa è molto largo.

Il tempo che intercorre fra due impulsi di sincronizzazione deve naturalmente essere minore del più breve periodo acustico che si vuole trasmettere. Praticamente con una frequenza di ripetizione di ciascuna serie di impulsi di $8000 \div 10000$ (cioè con intervalli fra due segnali «marcatempo» di $125 \div 100 \mu s$) si può modulare ciascun canale con frequenza fino a $3000 \div 3500$ Hz.

La modulazione di ciascun impulso viene generalmente ottenuta spostandone la sua posizione col ritmo acustico del segnale che si vuol trasmettere. La figura 2 illustra, a titolo di esempio, il caso di una trasmissione a tre canali oltre a quello «marcatempo». Nella prima riga della figura è indicata la successione degli impulsi non modulati ed un loro possibile dimensionamento (naturalmente ciascun

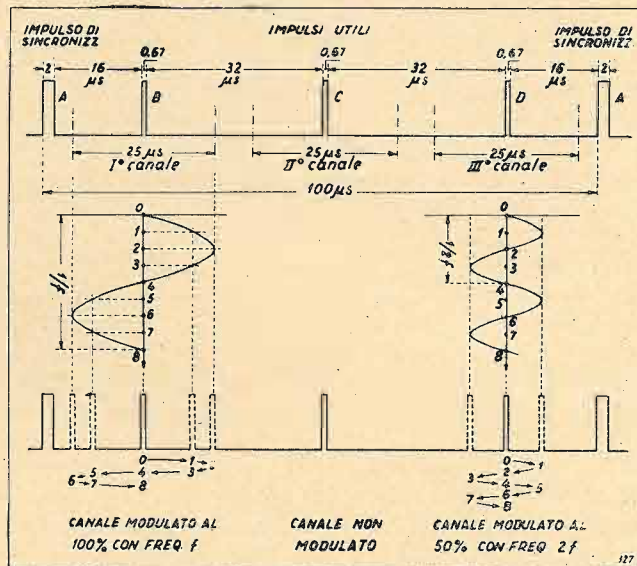


FIG. 2. - Impulsi modulati per la trasmissione contemporanea di più canali sulla stessa lunghezza d'onda. La prima riga mostra un possibile dimensionamento del gruppo di impulsi. L'ultima riga indica la modulazione degli impulsi corrispondenti al I° e III° canale.

impulso, come s'è detto è composto di un treno di oscillazioni a radiofrequenza, perciò la figura può rappresentare per esempio la tensione di comando dell'oscillatore a radiofrequenza). Nell'ultima riga invece è supposto che siano modulati il primo e il terzo canale. Il primo con una frequenza f e con una profondità di modulazione del 100% cioè tale da occupare il massimo spostamento consentito. Il terzo canale è supposto modulato con una frequenza doppia e una profondità metà. Le posizioni tratteggiate dell'impulso si hanno progressivamente nei successivi gruppi di impulsi secondo l'ordine indicato dalla numerazione.

Per ottenere tale tipo di modulazione si possono usare apparecchiature piuttosto complesse che fanno uso di normali tubi elettronici (5).

Si può altresì far uso di due particolari tubi elettro-

(5) J. J. KELLEHER: Pulse Modulated Radio Relay Equipment. «Electronics», XIX, n. 5, maggio 1946, p. 124.

nici: uno per la trasmissione che chiameremo *ciclodo* (cycloidos) l'altro per la ricezione che sarà chiamato *ciclofono* (cyclophone). Essi costituiscono due altri caratteristici esempi di tubi a deflessione e sono illustrati schematicamente nella figura 3. Ambedue fanno uso di un fascio di elettroni focalizzato con un qualsiasi sistema elettrico o magnetico analogo a quello di un normale oscillografo. Il sistema delle placche deviatrici è usato per ottenere una rotazione uniforme del fascio elettronico. Ciò com'è noto si può ottenere applicando alle due coppie di placche due tensioni sinusoidali, della stessa frequenza, in quadratura di fase e di ampiezza tale da dare origine a deviazioni massime uguali. La frequenza di rotazione coincide ovviamente con quella delle tensioni applicate e deve essere uguale a quella di ripetizione dei gruppi di impulsi, cioè, nel caso relativo alla figura 2 in cui la durata di un gruppo è di $100 \mu s$, la frequenza di rotazione del fascio deve essere di 10.000 Hz.

Il fascio incontra successivamente un *disco otturatore* nel quale è praticato un numero di fenditure pari al numero di impulsi di ciascun gruppo compreso anche quello di sincronizzazione (quattro nel caso relativo alla figura 2). Gli elettroni che attraversano ciascuna fenditura possono essere raccolti da altrettanti *settori collettori*.

Disponendo le fenditure inclinate rispetto al raggio come in figura 3 a e b (ciclodo) si può ottenere uno spostamento dell'istante in cui l'impulso si manifesta cambiando il raggio di rotazione del fascio elettronico. Perciò la modulazione può essere ottenuta applicando il segnale modulatore alle stesse placchette deflettrici che provvedono alla rotazione del raggio. Per ottenere la contemporanea modulazione di tutti i canali occorre combinare convenientemente i diversi segnali modulatori (tre nel caso da noi finora considerato) assieme alle tensioni di supporto che determinano

la rotazione del fascio elettronico ed applicare la tensione complessiva alla coppia delle placchette deflettrici. In tal modo la traccia del fascio sul disco otturatore diventa una linea chiusa come quella rappresentata con tratto continuo sul disco otturatore della figura 3 b, in luogo di una circonferenza. Tale linea risulta quindi continuamente variabile nel tempo in seguito alla modulazione dei tre canali. Essa passa sempre sulla circonferenza media (tratteggiata in figura 3 b) in corrispondenza della fenditura relativa all'impulso di riferimento.

Il ciclofono, usato in ricezione, è in tutto simile al ciclodo con la differenza che le fenditure praticate sul disco otturatore sono radiali e il segnale in arrivo è portato alla griglia di controllo del fascio elettronico disposta subito dopo il catodo (fig. 3 c). Il potenziale medio di questa griglia è sufficientemente negativo così da interdire completamente il fascio elettronico che ruoterebbe circolarmente con velocità uniforme a causa delle tensioni applicate alle coppie di placchette deflettrici. Il fascio elettronico si manifesta unicamente quando la griglia riceve il segnale corrispondente a ciascun impulso. Se questo si manifesta esattamente nell'istante in cui esso ha la direzione di una fenditura sul corrispondente settore collettore si raccoglie un impulso di corrente. Questo viene invece più o meno intercettato dal disco collettore se l'impulso è spostato nel tempo. Si ha così una trasformazione della modulazione nel tempo degli impulsi in una modulazione di intensità della corrente raccolta dal corrispondente segmento collettore.

4. Alcune considerazioni sul ciclodo e sul ciclofono.

Le scarse notizie che è stato possibile raccogliere finora su tali tubi non consentono di precisare a quale grado di sviluppo sia arrivata la loro applicazione e se la figura 3 (che è stata riportata da un articolo di R. Endall (6) comparso su «Radio News»), sia puramente indicativa, come sembra per alcuni particolari, oppure corrisponda realmente alla struttura costruttiva attuata.

Si desidera perciò esporre alcune osservazioni riguardanti tali tubi e qualche loro possibile perfezionamento.

A) La durata di ciascun impulso di corrente raccolto dai segmenti collettori del ciclodo è proporzionale alla larghezza della fenditura. Perciò, a differenza di quanto illustrato in figura 3, la fenditura relativa all'impulso di riferimento dovrà essere più larga, per ottenere un proporzionamento degli impulsi come in figura 2. Inoltre la larghezza della fenditura per mantenere inalterata la durata dell'impulso deve allargarsi proporzionalmente al raggio.

B) Per ottenere una legge di proporzionalità fra lo spostamento radiale del fascio elettronico e lo spostamento nel tempo dell'impulso (modulazione lineare), le fenditure non devono essere rettilinee bensì a spirale di Archimede. Invece la fenditura che serve per l'impulso marcatempo è opportuno sia radiale per evitare che un cambiamento del raggio di rotazione del fascio elettronico abbia a modificare l'istante in cui si manifesta l'impulso «marcatempo».

La figura 4 illustra un disco otturatore dimensionato in base alle considerazioni sopra esposte e adatto per ottenere

(6) R. ENDALL: Microwave Pulse Modulation. «Radio News», XXXV, n. 4, aprile 1946, p. 41.

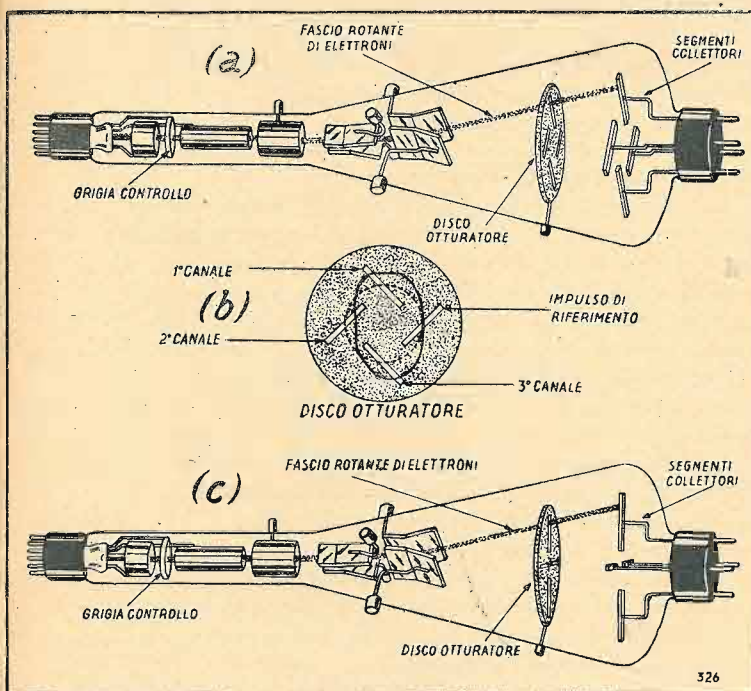


FIG. 3. - Tubi a deflessione per la modulazione nel tempo degli impulsi («ciclodo» - trasmissione - sopra) e per la trasformazione di tale modulazione in modulazione d'intensità («ciclofono» - ricezione - sotto).

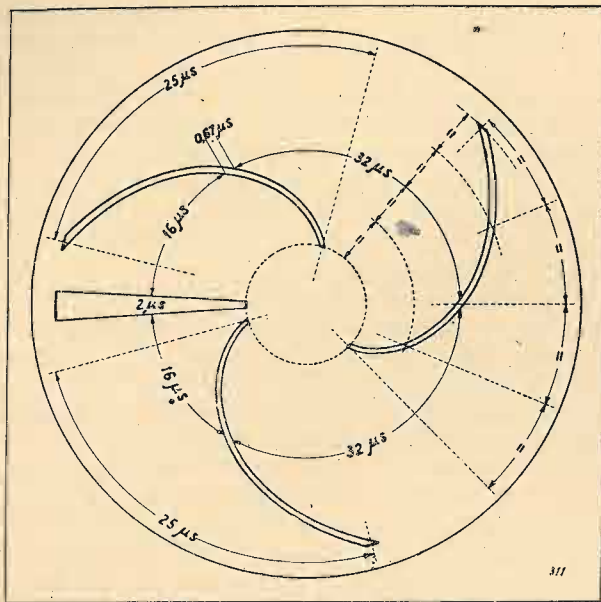


Fig. 4. - Disco otturatore per un ciclo adatto a riprodurre la serie di impulsi secondo il dimensionamento di figura 2.

la serie d'impulsi secondo la figura 2. La figura indica altresì la semplice costruzione grafica necessaria per tracciare il disco. Ciò può tornare utile ove si pensi che, come è accennato nello scritto citato, un ciclo può essere sostituito da una sistemazione attuata con un normale oscillografo sul cui schermo fluorescente sia stato applicato esternamente un disco otturatore ritagliato in un foglio opaco (cartoncino da fotografia, lamierino annerito per evitare riflessione della luce) e di fronte al quale sia stata sistemata una cellula fotoelettrica. Quest'ultima alimenterà un conveniente amplificatore a larga banda che fornirà gli impulsi desiderati.

C) Sembra che l'applicazione dei segnali modulatori (in numero pari a quello dei canali trasmessi) assieme alle tensioni necessarie per far ruotare il fascio elettronico all'unico sistema di placche deviatrici debba essere fonte di gravi effetti di mutua dipendenza delle diverse tensioni agenti.

Ritengo peraltro che non vi sia difficoltà a collocare, successivamente alla coppia di placche deflettrici per la rotazione del fascio, un secondo sistema di elettrodi deflettori, in numero pari a quella dei canali trasmessi. La forma di tali elettrodi potrebbe essere quella di settori di tronco di cono simili a quelli illustrati a titolo di esempio

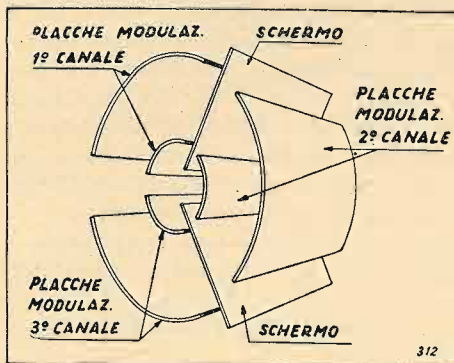


Fig. 5. - Sistema di elettrodi deflettori che sembra consentire una maggiore indipendenza delle tensioni di deflessione e rivoluzione del fascio da influenze mutue.

in figura 5. Fra ciascuna coppia di placche deflettrici è possibile interporre un conveniente schermo come è pure indicato in figura. Per evitare una eccessiva deformazione del campo fra le due placche occorrerà limitare la distanza fra esse. La deformazione residua potrà essere corretta sagomando opportunamente le placche.

D) Nel ciclofono una sistemazione delle fenditure come è illustrato in figura 3 e sembra consentire escursioni molto limitate dell'istante in cui ha luogo l'impulso. Infatti ogni escursione che oltrepassi il diametro del fascio catodico non ha alcun effetto perché si sviluppa interamente nella zona opaca del disco otturatore bloccando completamente la corrente del relativo settore collettore per tutto il corrispondente intervallo di tempo.

La modulazione di intensità così ricavata dalla modulazione nel tempo dell'impulso, non è lineare, dipende dalla forma della sezione del fascio elettronico e dalla sua posizione in assenza di modulazione. Occorre infine che in assenza di modulazione il fascio sia interdetto per circa metà in modo che, per spostamenti a destra corrispondano aumenti e per spostamenti a sinistra diminuzioni dell'intensità di corrente raccolta del settore collettore.

Una opportuna sagomatura delle fenditure (per esempio a triangolo con la bisettrice maggiore sviluppata lungo un arco di circonferenza di lunghezza corrispondente alla larghezza del relativo canale) può probabilmente consentire di eliminare in buona parte gli inconvenienti sopra accennati.

5. Il "fasitron".

Un ultimo tipo di tubo a deflessione di cui si è avuto recentemente notizia (7) è il *fasitron* (phasitron). Esso è stato ideato da R. Adler della Zenith Radio Corporation di Chicago e sviluppato da F. M. Bailey e H. P. Thomas della General Electric Co. che lo costruisce sotto la sigla GH-2H21.

Il "fasitron" è un tubo che consente di effettuare la modulazione di frequenza in maniera assai più semplice di quella seguita normalmente. Esso infatti permette di introdurre una escursione, relativamente grande e con il ritmo acustico della funzione modulante, della frequenza di un oscillatore pilota controllato a quarzo.

Lo schema di principio del circuito è illustrato in figura 6. In esso la tensione generata per esempio a 230 kHz viene applicata ad un dispositivo che la trasforma in un sistema trifase della stessa frequenza. Tale tensione trifase viene applicata al sistema (pure trifase) degli elettrodi deflettori del "fasitron" la cui struttura sarà descritta più avanti. Questo tubo costituisce l'elemento modulatore quindi deve essere pilotato, oltre che dalla tensione a radiofrequenza come s'è visto, anche ad audiofrequenza. Questo controllo è ottenuto magneticamente dalla bobina *L* avvolta attorno al tubo e percorsa dalla corrente di uscita della catena ad audiofrequenza.

La tensione così modulata in frequenza viene portata all'antenna attraverso una serie di stadi moltiplicatori con i quali si raggiunge la frequenza desiderata ed attraverso agli stadi di potenza (non indicati in fig. 6) con i quali si raggiunge la potenza voluta.

(7) *New Modulation Tube for Frequency Modulation*. «Electronics», XIX, n. 2, febbraio 1946, p. 204.

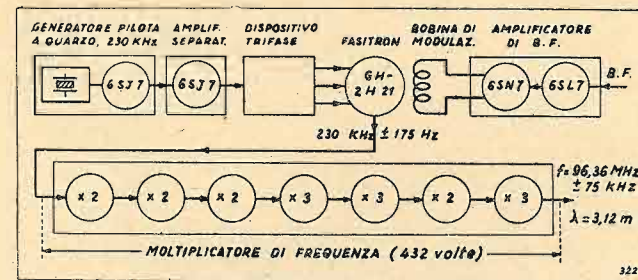


Fig. 6. - Schema di principio di un trasmettitore con modulazione di frequenza ottenuta mediante il nuovo tubo a deflessione chiamato "fasitron".

Il compito della modulazione è quindi interamente affidato al "fasitron" la cui struttura è parzialmente rappresentata in figura 7. Esso consiste in un catodo cilindrico attorno al quale un sistema di due elettrodi focalizzano gli elettroni emessi, in un disco piano normale al catodo. Per evitare confusione questa parte non è indicata nella figura 7 in cui si è cominciato a rappresentare il disco di "gas elettronico" a partire da quel diametro ove esso penetra fra due elettrodi ad andamento anulare piano. Uno di questi elettrodi (quello inferiore non rappresentato nella fig. 7) è effettivamente costituito da una piastrina anulare piana. L'altro è invece discontinuo e formato da 36 segmenti di filo equidistanti affacciati all'anello precedente come è chiaramente indicato nella figura (ove, per evitare confusione, ne sono stati rappresentati solo una parte e di questi alcuni sono stati segnati senza il gambo di sostegno).

Questo insieme costituisce il sistema degli elettrodi deflettori a cui è applicata la tensione a radiofrequenza trifase secondo lo schema di figura 8. La prima fase è cioè unita ai dodici elettrodi ad «uncino» contrassegnati con *A* in figura 7, la seconda fase agli elettrodi *B*, la terza ai *C* ed infine il neutro all'anello piano inferiore.

In seguito all'applicazione del potenziale trifase, il disco di "gas elettronico" risulta deformato sinusoidalmente in modo che esso, in un certo istante (massima tensione agli

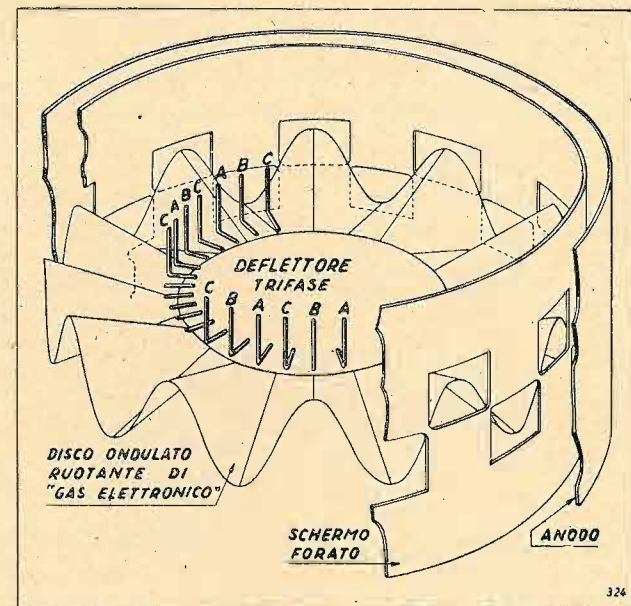


Fig. 7. - Rappresentazione prospettica parziale degli elettrodi (escluso il catodo e gli elettrodi focalizzatori) di un "fasitron".

elettrodi *B*), assume l'aspetto ondulato rappresentato in figura 7. L'ondulazione gira con una velocità pari alla frequenza divisa per il numero di elettrodi di ciascuna fase (nel nostro caso 230000/12 giri al secondo). Infatti, come mostra la sinusoide tratteggiata in figura 8, dopo un terzo di periodo il massimo della tensione passa dall'elettrodo *B* a quello *C* e così via.

Il flusso elettronico incontra successivamente uno schermo forato come indicato in figura 7 («cilindro otturatore») e la placca. Le correnti raccolte da questi due elettrodi, in opposizione di fase fra loro, variano fra un minimo (dalla corrente di schermo, massimo di quella anodica) ed un massimo secondochè il disco elettronico ondulato si trova nella posizione indicata in figura o ruotato di un semiperiodo. Tali correnti risultano quindi pulsanti con la frequenza di eccitazione degli elettrodi deflettori.

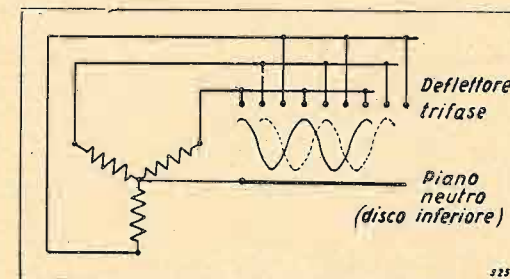


Fig. 8. - Connessione degli elettrodi deflettori del "fasitron" al sistema trifase di tensione a 230 kHz.

Una bobina disposta attorno al tubo e percorsa da corrente crea un campo assiale che esercita una forza ortogonale sia al moto degli elettroni sia al campo (8) cioè una forza tangenziale al disco di elettroni. Questa forza fa avanzare o ritardare (secondo la direzione della corrente nella bobina) il disco ondulato che invece di ruotare con velocità uniforme può presentare una velocità istantanea variabile intorno al suo valore medio, con il ritmo della corrente modulante che percorre la bobina *L*.

A parità di corrente inviata nella bobina si ottiene un determinato angolo di avanzamento o di ritardo del disco. Ciò equivale ad ottenere una modulazione di fase, non di frequenza. È noto però che una modulazione di fase si può trasformare in una modulazione di frequenza allorchè la funzione modulante si rende inversamente proporzionale alla frequenza (9). Ciò si ottiene nel nostro caso con grande facilità; basta infatti alimentare la bobina a tensione costante perchè è noto che in tale caso, se la bobina si comporta come una induttanza pura, la corrente è inversamente proporzionale alla frequenza ($I = V/\omega L$).

Una alimentazione di tale genere è presto ottenuta in un normale stadio a condizione che la resistenza interna del tubo sia piccola a confronto della reattanza della bobina anche per le minori frequenze di modulazione. Una controreazione di tensione può risultare particolarmente utile a tale scopo. Nel caso della figura 6 l'alimentazione

(8) Vedi nota (2).

(9) E. SEVERINI: *Sistema di radiocomunicazione con modulazione di fase dell'onda portante*. «Alta Frequenza», XI, n. 6, giugno 1942, p. 258.

della bobina è fornita da uno stadio controfase di modesta potenza facente uso di un tubo 6SN7.

Le principali caratteristiche di lavoro del tubo GH-2H21 della General Electric Co. sono le seguenti:

Accensione	6,3 V	0,3 A
Primo elettrodo focale	10 V	
Secondo elettrodo focale	25 V	
Anello deflettore (neutro)	30 V	
Deflettore trifase	85 V	
Tensione pilota trifase	35 V efficaci	
Potenza pilota	50 mW	
Tensione schermo otturatore	200 V	
Tensione anodo	250 V	

La modulazione di frequenza effettuata mediante tale tubo offre notevoli vantaggi nella economia dell'impianto consentendo di eliminare numerosi stadi. Il controllo della stabilità di frequenza è affidato ad un unico oscillatore pilota a quarzo mentre con i sistemi precedentemente usati occorre impiegarne più d'uno⁽⁹⁾. Non si richiedono reattanze elettroniche né motorini.

6. Conclusione.

Un nuovo concetto informatore è stato gradualmente utilizzato nella tecnica dei tubi elettronici: quello di guidare gli elettroni emessi lungo determinate traiettorie. Questo concetto, trattato anche nell'articolo dell'ingegnere Gramaglia che si conclude su questo numero di « Elettronica », ha dato buoni frutti nella costruzione dei tubi normali e i pentodi a fascio, il convertitore a quattro fasci elettronici della Philips EK3, il silentodo EF8, ed altri ne sono esempi che stanno a dimostrare questa tesi.

Recentemente questo principio è stato usato non come complementare bensì come fattore preminente od esclusivo per il controllo in tubi elettronici speciali adatti per scopi particolari. Questi tubi, che vengono qui chiamati « tubi a deflessione » consentono di raggiungere, come s'è visto, risultati interessanti. È quindi facile prevedere ulteriori sviluppi in tal senso nonostante che si possano scorgere fin d'ora alcuni importanti inconvenienti.

Il primo di essi risiede nella *diffusione degli elettroni* dovuta alla loro imperfetta focalizzazione, alla diffrazione sui contorni degli « elettrodi otturatori », alle riflessioni ecc. Ciò toglie nettezza all'azione di controllo.

Sembra poi che tali tubi abbiano ad essere molto sensibili alle vibrazioni degli elettrodi e particolarmente a quelli deflettori cosicché risulterebbero molto *microfonici*.

Altri inconvenienti ancora possono risiedere nella scarsa utilizzazione del flusso elettronico, nelle difficoltà costruttive e tecnologiche e nella grande precisione meccanica richiesta. È però noto che la tecnica moderna è arrivata ad un livello tale di precisione da far prevedere che questi ostacoli saranno superati.

DOMENICO VOTTERO - TORINO

Corso Vittorio Emanuele 117 / Tel. 52.148

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

DITTA

Valle

FORNITURE ELETTRICHE
RADIOFONICHE / DISCHI TORINO

Piazza Statuto 22^B. Via S. Donato 2. Tel. 52.475-40.840

Utenti del Telefono

Il **CONTAFON** Vi offre i seguenti vantaggi:

- di sapere in qualunque momento il numero di conversazioni effettuate
- di godere tutte le telefonate concesse
- di limitare al minimo indispensabile le telefonate di supero
- di conseguire un effettivo non indifferente risparmio
- il **CONTAFON** si appende o si fissa a fianco del telefono senza collegamento alcuno con esso. Alla fine di ogni conversazione, premendo il pulsante disposto al centro dell'apparecchio, si registra la telefonata. Alla scadenza del trimestre si conserva il promemoria delle conversazioni effettuate, trasferendo dal quadrante superiore a quello inferiore, mediante semplice manovra a mano, il numero delle telefonate effettuate dal contatore che si riporta a zero azionando il bottone laterale.

● *Scanti ai Signori Rivenditori*

CERCANSI ESCLUSIVISTI PER ZONE LIBERE



APPUNTI DI OTTICA ELETTRONICA

dott. ing. GIUSEPPE GRAMAGLIA

Continuazione (vedi numero precedente pag. 217-221).

Applicazioni di ottica elettronica.

13. *Ottica assiale del tubo di Braun a sistemi elettrostatici.* — Il tubo di Braun ha assunto forme svariate nelle sue ottiche. Prescindendo per ora dai sistemi di deviazione del fascio elettronico, possiamo schematizzare la costituzione del tubo di Braun nelle seguenti parti: catodo - elettrodo modulatore o di controllo - primo e secondo anodo.

Esaminiamo anzitutto il funzionamento del sistema catodo - elettrodo di controllo - primo anodo. Materializziamo tale sistema, immaginando sia l'elettrodo di controllo che il primo anodo costituiti da lenti a diaframma (fig. 13). La tensione dell'anodo sia di +100 V e quella dell'elettrodo di controllo di +50 V e la posizione di quest'ultimo esattamente a metà fra il primo e il catodo (fig. 13 a). In queste condizioni la presenza dell'elettrodo di controllo non altera sensibilmente le superfici equipotenziali, che si avrebbero con la sola presenza del catodo e del primo anodo, perchè gli imponiamo proprio il potenziale di quella superficie praticamente piana, che passerebbe per la sua giacitura.

Siamo in presenza di una sola lente divergente dovuta al primo anodo, perciò il fascio diverge.

Diminuendo la tensione dell'elettrodo di controllo, ecco comparire invece un obbiettivo ad immersione con effetto convergente sempre crescente con l'abbassarsi di detta tensione (figg. 13 b, c, d). È evidente che, agendo sulla tensione dell'elettrodo di controllo, potremo mettere a fuoco la superficie del catodo sullo schermo del tubo di Braun, nel senso di ridurre al minimo la superficie della macchia catodica sullo schermo. Se si va oltre la tensione ottima, si ottiene una iperconcentrazione e la macchia catodica torna ad ingrandirsi.

Fin quando non viene superata la tensione zero verso

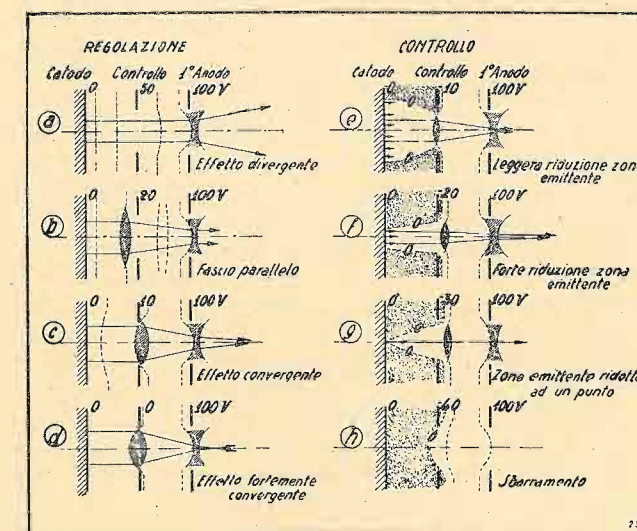


Fig. 13. Controllo del fascio elettronico nel tubo di Braun.

i potenziali negativi, nulla di notevole c'è da segnalare oltre quanto già detto.

Quando questa tensione viene superata, la superficie equipotenziale zero passa dal catodo a destra dell'elettrodo di controllo e pone una parte della superficie del catodo di fronte a potenziali in diminuzione, cioè in condizioni da non poter emettere (fig. 13 e). Rendendo più negativa la tensione dell'elettrodo di controllo, diminuisce ulteriormente la zona emittente del catodo (fig. 13 f). Ad un certo valor di tensione negativa la linea di potenziale zero ha oscurato tutto il catodo (fig. 13 g) e da questo punto in poi l'emissione cessa (fig. 13 h).

Evidentemente continua l'efficacia dell'obbiettivo ad immersione fino a quando esso è attraversato da elettroni, cioè fino al caso della figura 13 f.

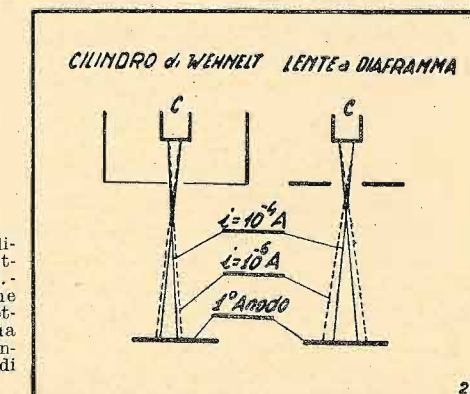


Fig. 14. Effetto disturbante dell'elettrodo di controllo. La diminuzione della corrente elettronica accentua l'effetto convergente sull'elettrodo di controllo.

Variando la tensione dell'elettrodo di controllo oltre al punto di zero, avremo un mezzo per regolare la corrente elettronica del fascio, fino a ridurla a zero, cioè un mezzo per controllare l'intensità luminosa della macchia catodica, come necessita nei tubi ricevitori per televisione. Nell'intervallo di controllo del fascio elettronico si avrà parallelamente una variazione dell'effetto convergente dell'obbiettivo ad immersione, con conseguente effetto disturbante (fig. 14): precisamente si ha una maggior convergenza al diminuire della corrente nel fascio elettronico. Ciò comporta, nelle normali ottiche dei tubi di Braun, un aumento delle dimensioni della macchia catodica con l'aumento della corrente del fascio elettronico (cfr. anche § 18).

Segue al complesso di controllo, ora esaminato, il complesso proiettante, costituito dal primo e secondo anodo.

L'esame di questo secondo complesso va fatto diversamente a seconda se il sistema proiettante deve aver effetto convergente (tubo di Braun come oscillografo o per televisione) oppure effetto divergente (tubo di Braun come microscopio elettronico).

Nel primo caso i due anodi hanno potenziali diversi e costituiscono un nuovo obbiettivo ad immersione (cfr. § 12) e lo schema ottico-elettronico diventa quello della figura 15. Nel secondo caso i due anodi vengono posti

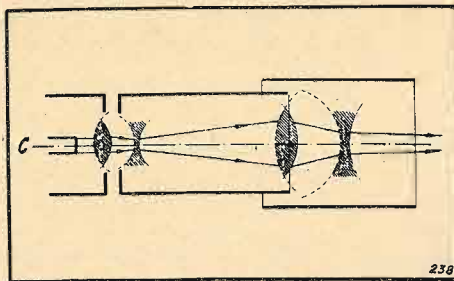


Fig. 15. Il tubo di Braun come oscillografo. - 1° anodo a tensione inferiore del II° anodo, con formazione di due obbiettivi ad immersione ed andamento del fascio uscente leggermente convergente.

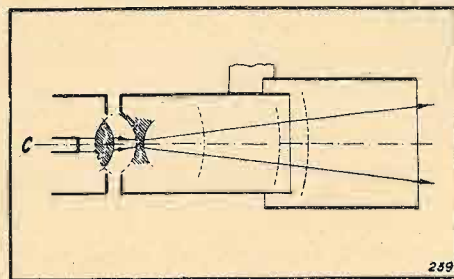


Fig. 16. Il tubo di Braun come microscopio elettronico. - I° e II° anodo alla stessa tensione; formazione di un solo obbiettivo ad immersione; effetto risultante divergente.

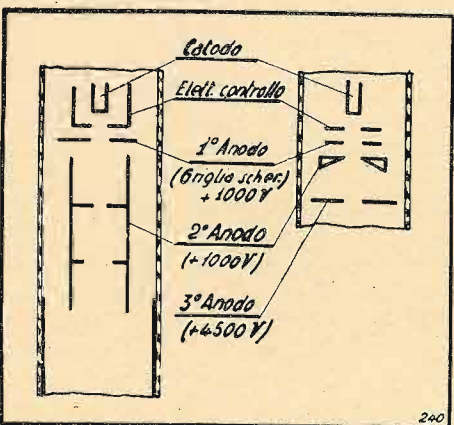


Fig. 17. Tubo di Braun a griglia schermo.

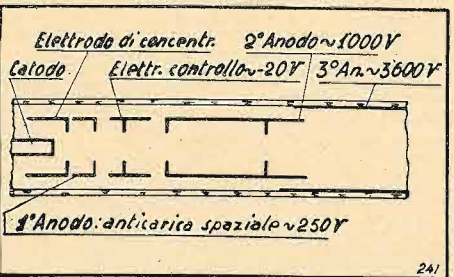


Fig. 18. Tubo di Braun con griglia anticarica spaziale.

allo stesso potenziale ed inoltre all'elettrodo di controllo viene data una tensione positiva, non occorrendo più controllo del fascio, bensì la massima «luminosità»: lo schema ottico-elettronico diventa quello della figura 16.

In realtà si tratta, in questo caso di un microscopio di tipo ancora rudimentale, che ha però la sua importanza per l'esame della superficie del catodo emittente; i microscopi elettronici per l'esame di preparati sono per lo più equipaggiati con lenti magnetiche e di essi si farà cenno in un prossimo paragrafo.

Analogamente a quanto è successo per i tubi elettronici, anche i tubi riceventi per televisione con il loro perfezionamento hanno aumentato il numero di elettrodi: si danno esempi di tubi a cinque elettrodi, di cui uno ha

la funzione di griglia schermo (fig. 17) e di tubi a sei elettrodi con griglia anticarica spaziale (fig. 18).

I nuovi elettrodi non alterano il principio funzionale ottico-elettronico: il loro scopo è essenzialmente analogo a quello degli elettrodi dello stesso nome applicati nei tubi elettronici. Per il carattere informativo delle presenti note ci accontentiamo di aver ricordato l'esistenza di questi tubi più complessi.

14. *Applicazione delle lenti magnetiche nei tubi di Braun.* — Il caso più importante di applicazione della lente magnetica a solenoide è il tubo di Farnsworth. Esso è un trasformatore di immagini ottiche in segnali di modulazione: viene dunque applicato negli impianti trasmettenti di televisione.

Ridotto nella sua forma più schematica, il tubo di Farnsworth è dotato di uno strato fotoelettrico trasparente *B* che funziona anche da catodo (fig. 19). L'immagine da

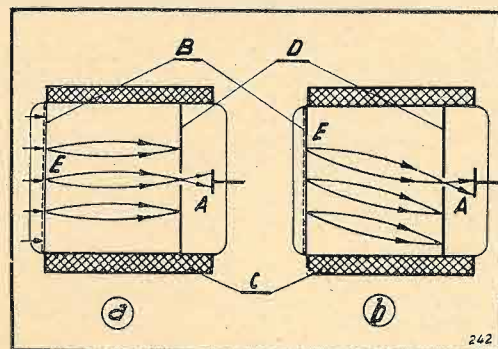


Fig. 19. Tubo di Farnsworth. - La lente magnetica *C* dà un'immagine elettronica su *D* dell'immagine ottica formata sul catodo fotoemittente *B*; l'effetto deviatore porta successivamente l'immagine elettronica dei vari punti *E* sul foro del diaframma: gli elettroni concentrati sul foro, lo attraversano e raggiungono l'anodo *A*, la cui corrente nel tempo di esplorazione dell'immagine è funzione dell'illuminazione dei vari punti *E*.

trasmettere viene proiettata con un sistema ottico sulla faccia esterna di questo catodo. I vari punti *E* dello strato emettono elettroni in relazione alla loro illuminazione. I fasci elettronici emessi dallo strato sono sottoposti all'azione della lente magnetica *C*, che li concentra sul diaframma *D*, dotato di foro sull'asse del sistema, delle dimensioni della sezione del fascio elettronico in corrispondenza del piano *D*. A destra del diaframma è posto l'anodo *A*.

In queste condizioni (fig. 19 *a*) la corrente anodica sarà data dagli elettroni emessi dal punto *E* e sarà in relazione all'illuminazione di questo punto. Se però (figura 19 *b*) si aggiunge un'azione deviatrice, con i dispositivi che saranno esaminati in seguito, i fasci elettronici emessi dai vari punti dello strato fotoelettrico potranno ad uno ad uno essere «focheggiati» sul foro del diaframma, ottenendo così una corrente anodica che, per il periodo di esplorazione dell'immagine, varia secondo l'illuminazione dell'immagine stessa: avremo in definitiva l'elemento modulante di un trasmettitore televisivo.

Il segnale demodulato alla ricezione è poi quello che viene applicato all'elettrodo di controllo del tubo ricevente nella forma già vista al § 13.

Le lenti magnetiche sottili per le loro peculiari qualità di essere abbastanza maneggevoli e di far sentire il

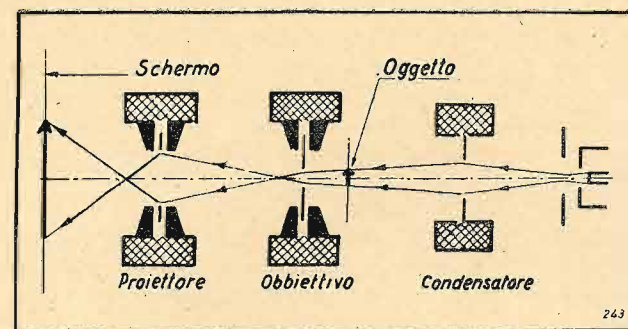


Fig. 20. Microscopio elettronico.

loro effetto attraverso l'involucro dei tubi a vuoto, si prestano molto bene in ricerche sperimentali di ottica elettronica, dove sia necessario variare la posizione assiale delle lenti stesse.

In tubi per televisione esse sono per lo più soppiantate dalle lenti elettrostatiche, di più facile costruzione e meno costose.

Conservano tuttavia un significato preminente nei microscopi elettronici, di cui la figura 20 dà uno schema.

Il fascio elettronico, emesso dal catodo, è sottoposto al solito sistema elettrodo di controllo - anodo, che dà un primo effetto convergente ed esplica - con l'anodo - la funzione acceleratrice degli elettroni (cfr. § 13). Da una prima lente magnetica (condensatore) il fascio elettronico viene concentrato sull'oggetto, la cui immagine, attraverso a due successive lenti magnetiche (obbiettivo e proiettore), viene proiettata ingrandita sullo schermo, come è facilmente visibile dall'esame della figura 20.

Con microscopi del genere si realizzano ingrandimenti e poteri risolutivi notevolmente superiori ai microscopi ottici. Rappresentano i lati negativi la necessità di avere a disposizione un impianto ad alto vuoto, per vuotare il tubo ogni volta che si introduce il preparato o l'oggetto da esaminare e per mantenere il grado necessario di vuoto durante l'esperienza, la presenza di tensioni anodiche elevate, dato il lungo percorso dei raggi elettronici (raggiunge e supera il metro) ed il fatto che il bombardamento elettronico concentrato sul preparato facilmente lo altera od anche lo distrugge.

15. *Applicazioni dell'ottica elettronica ai tubi elettronici.* — Un normale triodo rappresenta già una istruttiva applicazione di ottica elettronica.

La figura 21 è una porzione di sezione longitudinale di un triodo. Se la tensione di griglia è abbastanza negativa (fig. 21 *a*), dal catodo verso la griglia si hanno ovunque superfici equipotenziali a valori negativi e si incontra la superficie equipotenziale zero oltre la griglia stessa. In queste condizioni il catodo è attorniato da una zona (tratteggiata in figura) di potenziali negativi senza soluzioni di continuità. Non è quindi possibile l'emissione di elettroni: ci troviamo in condizioni di interdizione della corrente anodica.

Aumentando la tensione di griglia verso valori meno negativi, la superficie equipotenziale zero si rattrappisce fino ad assumere la forma di tanti archi impostati sul catodo (fig. 21 *b*), che racchiudono zone di potenziali negativi. In corrispondenza dei punti d'impasto degli archi delle superfici di potenziale zero si ha emissione di elettroni, perchè essi non devono più attraversare zone di potenziali negativi. I già esili fasci elettronici subiscono ancora un'azione convergente dalle superfici equipotenziali positive, quindi l'anodo riceve la corrente elettronica in zone ristrettissime. Nel tubo in queste condizioni comincia a fluire corrente anodica.

Continuando a variare la tensione di griglia nel senso già detto (fig. 21 *c*), aumentano le zone di emissione del catodo (isole di emissione), fino a scomparire completamente le zone d'ombra dovute alle maglie della griglia di controllo (fig. 21 *d*).

Continua ad ogni modo l'azione convergente sui fasci elettronici, man mano meno sentita, perchè con l'aumentare della tensione di griglia le superfici equipotenziali tendono a livellarsi, quindi hanno un effetto sempre meno convergente. Ad ogni modo, anche quando il catodo è per l'intera sua superficie utile agli effetti della emissione, l'anodo riceve gli elettroni in zone limitate.

Riportiamo ora esempi di tubi in cui l'ottica elettronica ha un significato funzionale.

Il tubo EF8 (fig. 22) differisce da un normale pentodo per l'aggiunta di una griglia a potenziale zero fra la griglia di controllo e la griglia schermo. La nuova griglia ha lo stesso passo della griglia schermo e le due spirali sono poste esattamente affiancate l'una all'altra, se viste dal catodo. La nuova griglia impone un potenziale nella vicinanza delle sue spire meno elevato di quello che si avrebbe se essa non ci fosse; così la griglia schermo impone in vicinanza delle sue spire un potenziale più elevato. Ne consegue che le superfici equipotenziali s'infossano in basso fra le maglie della nuova griglia, mentre

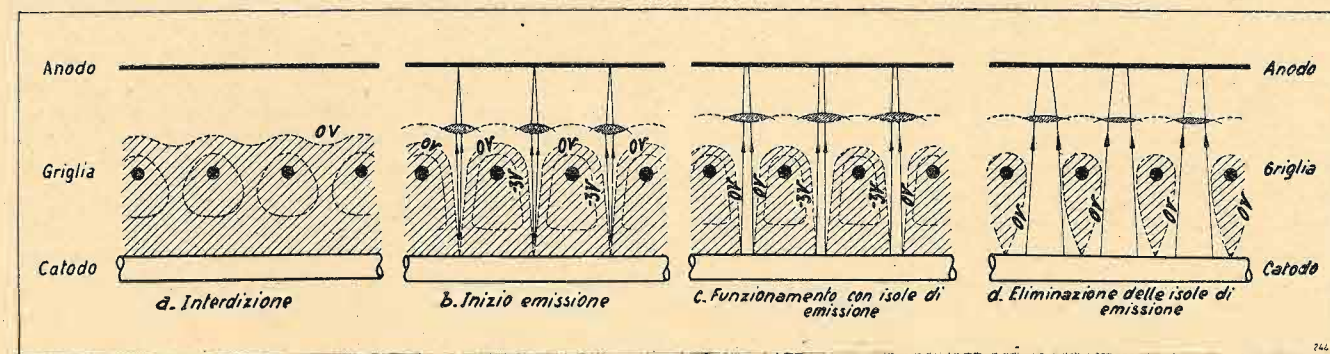


Fig. 21. Ottica di un triodo.

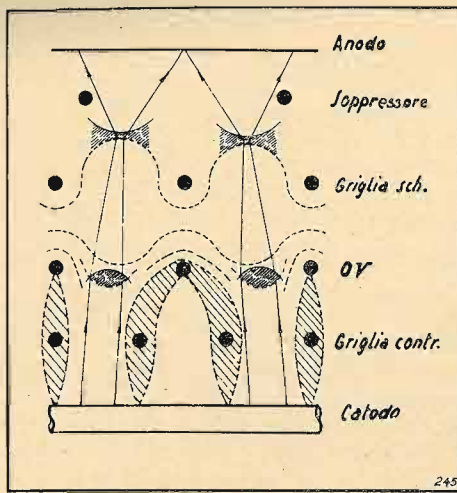


FIG. 22. Ottica del tubo EFS. - Oscureamento della griglia schermo da parte della griglia ausiliaria a OV; effetto divergente sulle superfici equipotenziali in prossimità della griglia schermo; riduzione della corrente di griglia schermo; distribuzione più uniforme della corrente sull'anodo; riduzione del soffio.

si sollevano fra le maglie della griglia schermo. Ciò a parte le zone tratteggiate a potenziale negativo, che non consentono il passaggio di elettroni.

L'andamento delle superfici equipotenziali, sopra specificato, ha come conseguenza l'esistenza di una lente convergente e di una lente divergente, andando dal catodo verso l'anodo. La prima lente concentra i fasci elettronici fra le maglie della griglia schermo; la seconda li distribuisce più uniformemente sull'anodo.

Mentre viene avviato all'inconveniente lamentato della disuniforme distribuzione della corrente elettronica sull'anodo dei triodi, si riduce quasi a zero (0,2 mA) la corrente di griglia schermo (in relazione alla presenza della prima lente convergente). In queste condizioni diminuisce da un quarto a un quinto il soffio del tubo.

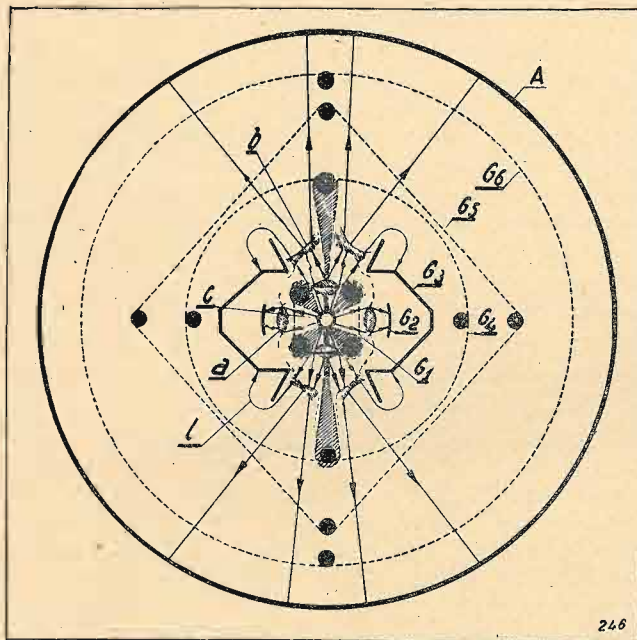


FIG. 23. Ottica del tubo EK3. - a) lente elettronica convergente sui fasci della porzione triodo; contribuisce alla separazione della parte oscillatrice da quella mescolatrice; b) lente elettronica divergente sui fasci della porzione pentodo, allarga i fasci elettronici verticali evitando una ricaduta degli elettroni più lenti nello spazio triodo; questi (L) se mai ricadono su G_4 , dopo aver superato il suo imbuto: effetto di separazione.

Il tubo mescolatore EK3 a otto elettrodi presenta pure un caso interessante di applicazione dell'ottica elettronica (fig. 23). La griglia G_1 (di controllo per la parte oscillatrice) è dotata di quattro aste, le quali, creando nel modo ormai noto i quattro lobi tratteggiate a potenziali negativi, dividono il fascio elettronico in quattro parti a guisa di croce.

I due bracci orizzontali colpiscono la griglia G_2 che è l'anodo della parte oscillatrice. Data la forma di questa griglia e la sua struttura massiccia ed inoltre per la presenza di un effetto convergente sulle superfici equipoten-

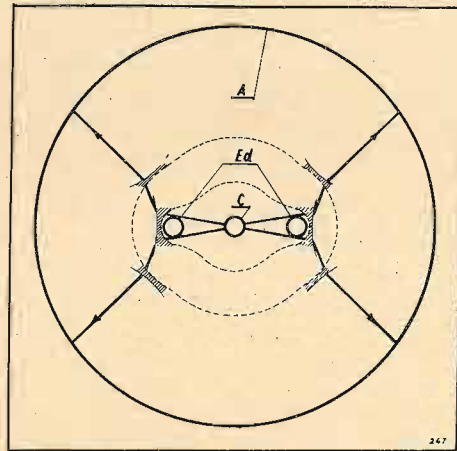


FIG. 24. Ottica dell'occhio magico. - Effetto divergente sui raggi marginali a riposo con riduzione della zona illuminata a due settori di circa 90°; avvicinandosi alla sintonia aumenta il potenziale di E_d fino a raggiungere quello che competerebbe ad esso con distribuzione a superfici cilindriche; in queste condizioni la zona è tutta illuminata tranne i settori d'ombra di E_d ; qualora detto potenziale venga superato si ha un effetto convergente su E_d e la zona luminosa si può chiudere con una sovrapposizione.

ziali del tratto « triodo » (lenti a in fig. 23), i fasci elettronici orizzontali non escono dalla porzione di spazio assegnata al triodo e non interessano le successive griglie.

I fasci, che costituiscono i bracci verticali della croce, attraversano gli imbuto della griglia schermo G_3 pure massiccia. Per la successiva presenza delle aste della griglia di controllo G_4 si formano anche qui zone lanceolate di potenziali negativi, che sottraggono un pennello centrale a ciascun fascio elettronico verticale. Inoltre nella zona dell'imbuto l'andamento delle superfici equipotenziali crea un effetto divergente sui bracci verticali (lente b in fig. 23), per cui viene frustrata la possibilità agli elettroni di ricadere nello spazio triodo. I più lenti di questi (L) si fermano sull'imbuto, oppure ricadono all'indietro sulla griglia G_4 dopo aver superato l'imbuto.

Si realizza in tal modo una buona interdipendenza fra la parte triodo e la parte pentodo del tubo mescolatore, con conseguente riduzione dell'effetto di trascinamento.

L'ottica del tubo, consentendo un funzionamento a pennelli elettronici, riduce anche la corrente degli elettrodi intermedi, con benefiche conseguenze nei riguardi del soffio.

Per concludere sulle applicazioni del genere accenneremo ancora all'ottica dell'occhio magico (fig. 24).

L'elettrodo deflettore E_d assume un potenziale che, in condizioni di riposo, è minore di quello che assumerebbe il luogo ove tale elettrodo è collocato qualora esso non ci fosse. In tal caso le superfici equipotenziali vengono stirate in senso orizzontale, assumendo l'andamento indicato in figura 24.

Si manifestano quindi le lenti elettroniche divergenti

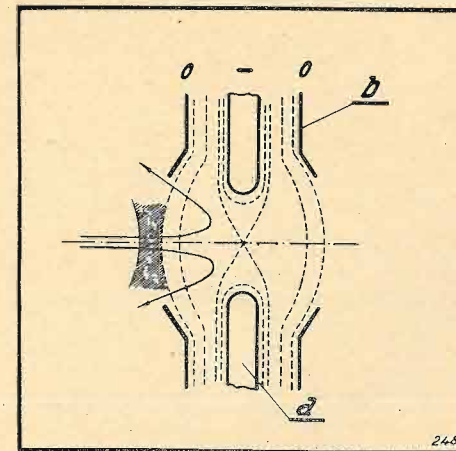


FIG. 25. Specchio elettronico. - Rifrazioni successive su lenti divergenti fino a giungere alla rifrazione totale.

segnate in figura, per cui la zona dello schermo colpita dagli elettroni, che non sono compresi nei raggi marginali, è limitata a due settori, ciascuno dei quali è generalmente dell'ordine di 90°. Quando invece (per effetto della diminuzione del potenziale di controllo applicato alla griglia del triodo conglobato nel tubo) l'elettrodo deflettore (connesso all'anodo del suddetto triodo) assume un potenziale via via più elevato, le lenti sopra indicate divengono sempre meno divergenti, dando origine ad un progressivo allargamento del settore luminiscente. Infine, quando l'elettrodo deflettore assume un potenziale pari a quello che spetterebbe al luogo ove esso è disposto (condizione di sintonia), le superfici equipotenziali assumono un andamento circolare e gli elettrodi colpiscono uniformemente lo schermo, salvo due ristrette zone d'ombra dovute alle asticine deflettrici.

Altri dispositivi ottico-elettronici.

16. Specchio elettronico (fig. 25). — È costituito da una piastra centrale a forata, a cui sono affacciate due cuffie b aperte ad imbuto, coassiale con il foro di a . Le cuffie b sono a potenziale zero, cioè a potenziale catodico, mentre la piastra centrale a è a potenziale negativo.

Gli elettroni, provenienti ad esempio da sinistra, sono animati da una velocità impartita loro da un campo acceleratore (non indicato in figura). Il fascio elettronico subisce nel dispositivo un effetto divergente. Se la tensione negativa, applicata all'elettrodo a , è abbastanza elevata, l'effetto divergente può essere tale che i raggi vengano inclinati fino all'angolo limite per la rifrazione totale (1), prima che raggiungano la metà di destra del dispositivo, in cui incontrerebbero di nuovo potenziali crescenti nel senso del moto, che permetterebbero loro di passare oltre. Il raggio rifratto totalmente ha buon agio a tornare indietro, perchè è ora favorito da potenziali crescenti.

(1) Ricorderemo il principio della rifrazione totale: passando da zona a potenziale maggiore a zona a potenziale minore, si ha il noto allontanamento dalla normale (cfr. § 7). - Il raggio a (fig. 26) viene ancora rifratto nella zona a potenziale minore; il raggio b invece viene rifratto parallelamente alla superficie di separazione delle due zone. - I raggi che incidono con un angolo maggiore di λ (angolo limite) non passano più nella zona a potenziale minore, cioè sono rifratti totalmente.

Il dispositivo effettivamente funziona per rifrazione totale, anziché per riflessione, ad ogni modo per ragioni di evidenza assume la denominazione di specchio elettronico, pur non rispettando alcuna legge ottica della riflessione. Inoltre, altra caratteristica dell'apparecchio, che rende ancor più grossolano il paragone ottico, è quella di agire in profondità e gradualmente sul rilancio del fascio elettronico, anziché in superficie ed in modo discontinuo come negli specchi.

Con le limitazioni ora accennate nei riguardi del paragone ottico, possiamo alla fin fine considerare come specchio anche l'elettrodo di controllo del tubo di Braun, quando la sua tensione è negativa rispetto al catodo (cfr. § 13 e fig. 13). L'effetto speculare è parziale nei casi delle figure 13 e) f) g), totale in quello h) della stessa figura 13.

17. Prismi elettronici. — Il prisma elettrostatico della figura 27 è costituito da due piastre di un condensatore piano posto sotto tensione.

Gli elettroni, che percorrono il sistema nella direzione indicata in figura, vengono attratti dalla piastra positiva e respinti dalla negativa, in modo che il fascio risulta deviato come quello luminoso in un prisma ottico.

Anche un campo magnetico ha un effetto deviante su un fascio elettronico, quando sia normale a questo, come abbiamo già visto al § 4. L'azione deviatrice su un fascio catodico può essere quindi affidata anche a « prismi magnetici », costituiti da bobine, che presentano il vantaggio, rispetto ai prismi elettrostatici, di poter essere collocate al di fuori del tubo ed essere regolate, come posizione. Si hanno infatti esempi di tali applicazioni, ma l'impiego più caratteristico del prisma magnetico rimane lo « spettrografo di masse ». Esso consente di analizzare le sostanze che un catodo emette sotto forma di ioni negativi oltre agli elettroni e viene realizzato con un tubo di Braun dotato di prisma magnetico (fig. 28). Tali ioni, dotati di carica elettrica eguale a quella dell'elettrone, sarebbero trattati tutti alla stessa stregua da un sistema elettrostatico; con un prisma magnetico le loro traiettorie

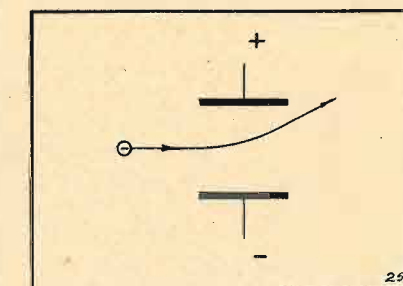


FIG. 27. Prisma elettrostatico.

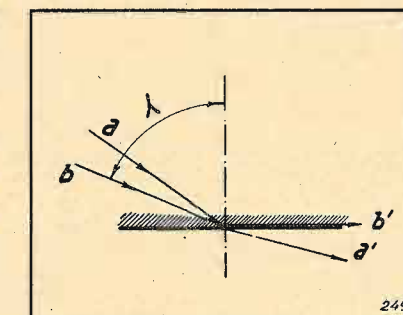


FIG. 26. Rifrazione totale.

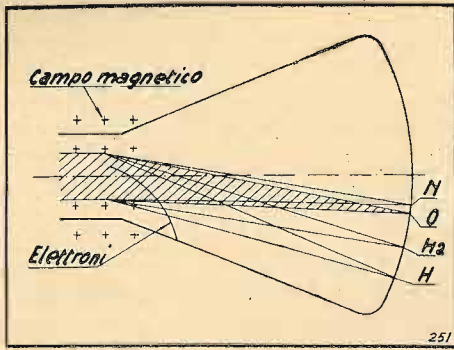


Fig. 28. Spettrografo di masse. - L'azione deviatrice del campo magnetico è funzione della massa del ione; gli elettroni, essendo dotati di minor massa, subiscono una deviazione più energica.

vengono incurvate con un raggio di curvatura dato dalla [3]:

$$r = \frac{1}{\mathcal{H}} \sqrt{\frac{2mV}{e}}$$

cioè tanto maggiore, quanto più grande è la massa della particella. Gli elettroni, di massa piccolissima, vengono quindi rapidamente deviati e le cose sono fatte in modo che essi non giungano nemmeno sullo schermo del tubo; sono sempre meno deviati gli ioni di massa crescente (raggio di curvatura crescente).

La figura 28 esemplifica un caso in cui si vedono a partire dal basso le tracce sullo schermo del tubo di Braun dell'atomo d'idrogeno, della molecola d'idrogeno, dell'atomo d'ossigeno ed infine dell'atomo d'azoto (ionizzati negativamente), disposti precisamente nell'ordine crescente delle loro masse.

Un apparecchio del genere consente evidentemente di

eseguire l'analisi spettrografica dell'emissione catodica in modo simile all'analisi spettrografica ottica.

Aberrazioni.

18. — Analogamente a quanto succede in ottica, quando non siano più sufficientemente rispettate le ipotesi limitative poste a base dell'ottica elettronica, e precisamente:

- sorgente di piccole dimensioni;
- piccola apertura del fascio;
- velocità eguale per tutti gli elettroni del fascio;
- piccoli angoli d'incidenza,

si hanno aberrazioni elettroniche.

Anche quando non sia rispettata sufficientemente la simmetria centrale di un sistema ottico-elettronico, sempre più o meno tacitamente postulata nelle considerazioni precedenti, si hanno aberrazioni.

La tabella della figura 29 dà gli esempi più caratteristici dell'effetto delle aberrazioni sulla macchia catodica di un tubo di Braun e su immagini di reticoli.

BIBLIOGRAFIA

- F. SCHROETER: *Fernsehen*, 1937, Springer, Berlino.
- R. SARTORI: *I fondamenti teorici dell'ottica elettronica*. A. F., VII, 1938, p. 292.
- S. MALATESTA: *Prove con sistemi ottici elettronici magnetici*. A. F., VII, 1938, p. 447.
- O. FAGIOLI: *Microscopia elettronica*. Poste e Telecomunicazioni, 1943, p. 223.
- A. DE FILIPPI: *Indicatori di sintonia* «Elettronica», I, 1946, p. 20.

FORMA della MACCHIA NORMALE DEFORMATA	ABERRAZIONE	CAUSE
	Sfericità	Fascio di grande apertura con sorgente puntiforme sull'asse ottico
	Astigmatismo	Sorgente puntiforme fuori dell'asse ottico oppure difetto di simmetria centrale del sistema ottico e fascio sottile
	Coma	Come per l'astigmatismo con fascio aperto
	Di modulazione	Influenza della tensione dell'elettrodo di controllo sulle proprietà focali del sistema (cfr. § 13 e fig. 14)
	Cromatica	Velocità non uniforme degli elettroni del fascio
	Distorsione	Sorgente estesa in presenza d'ingrandimento variabile in funzione delle distanze dei punti dall'asse

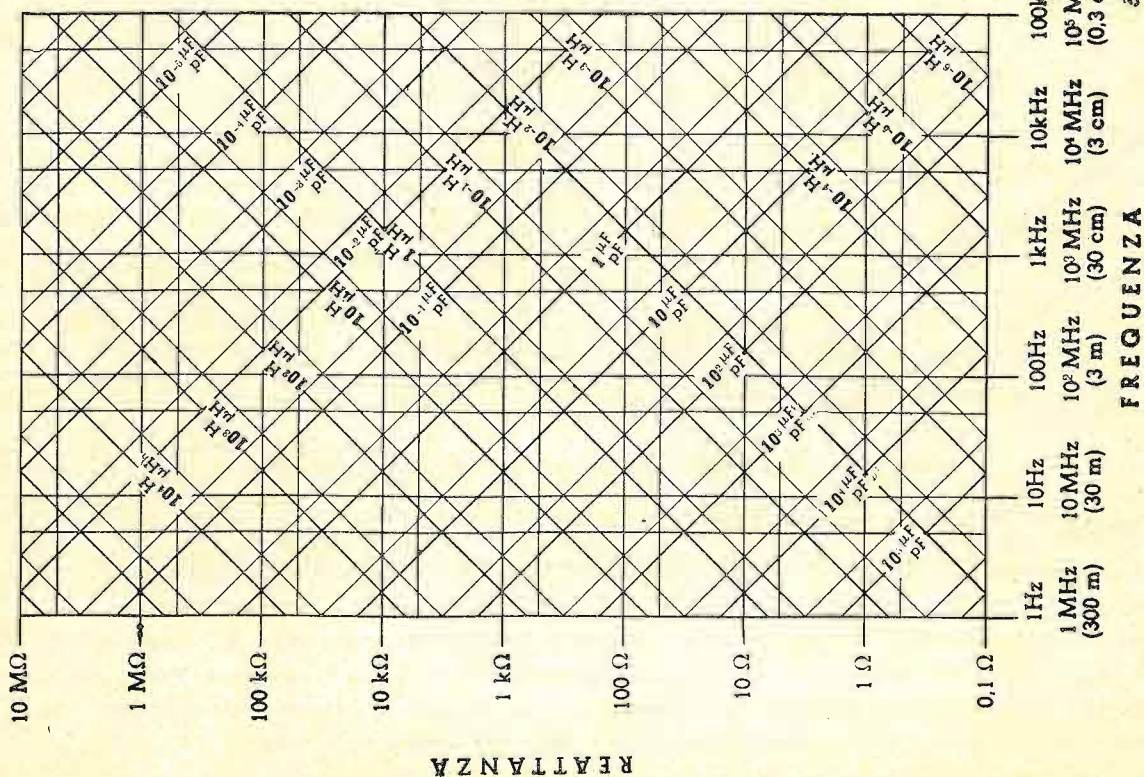
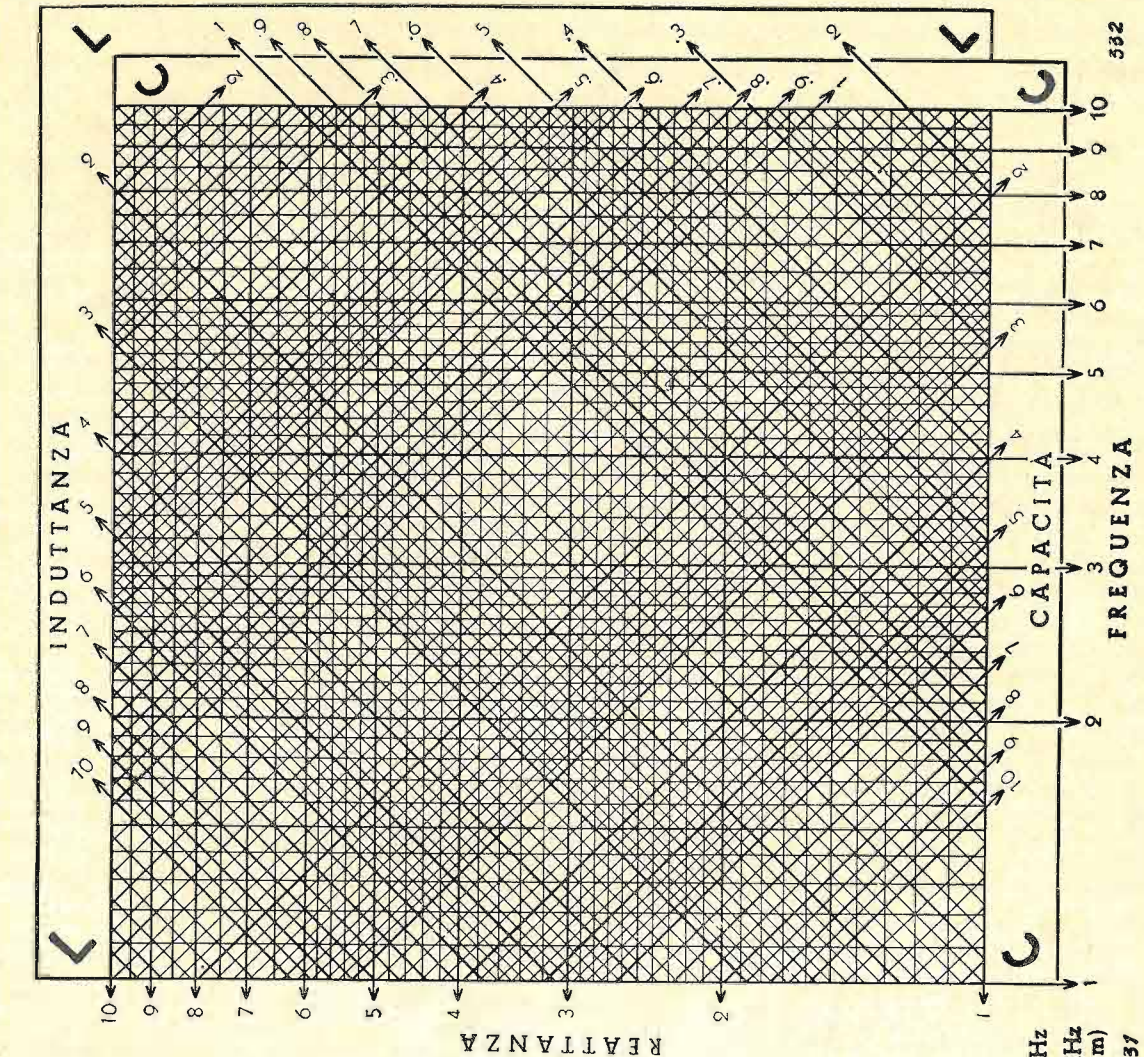
Fig. 29. - Aberrazioni elettroniche.

RADIOTRASMISSIONI / DILETTANTI

per consulenze gratuite rivolgetevi all'

AMAR RADIO

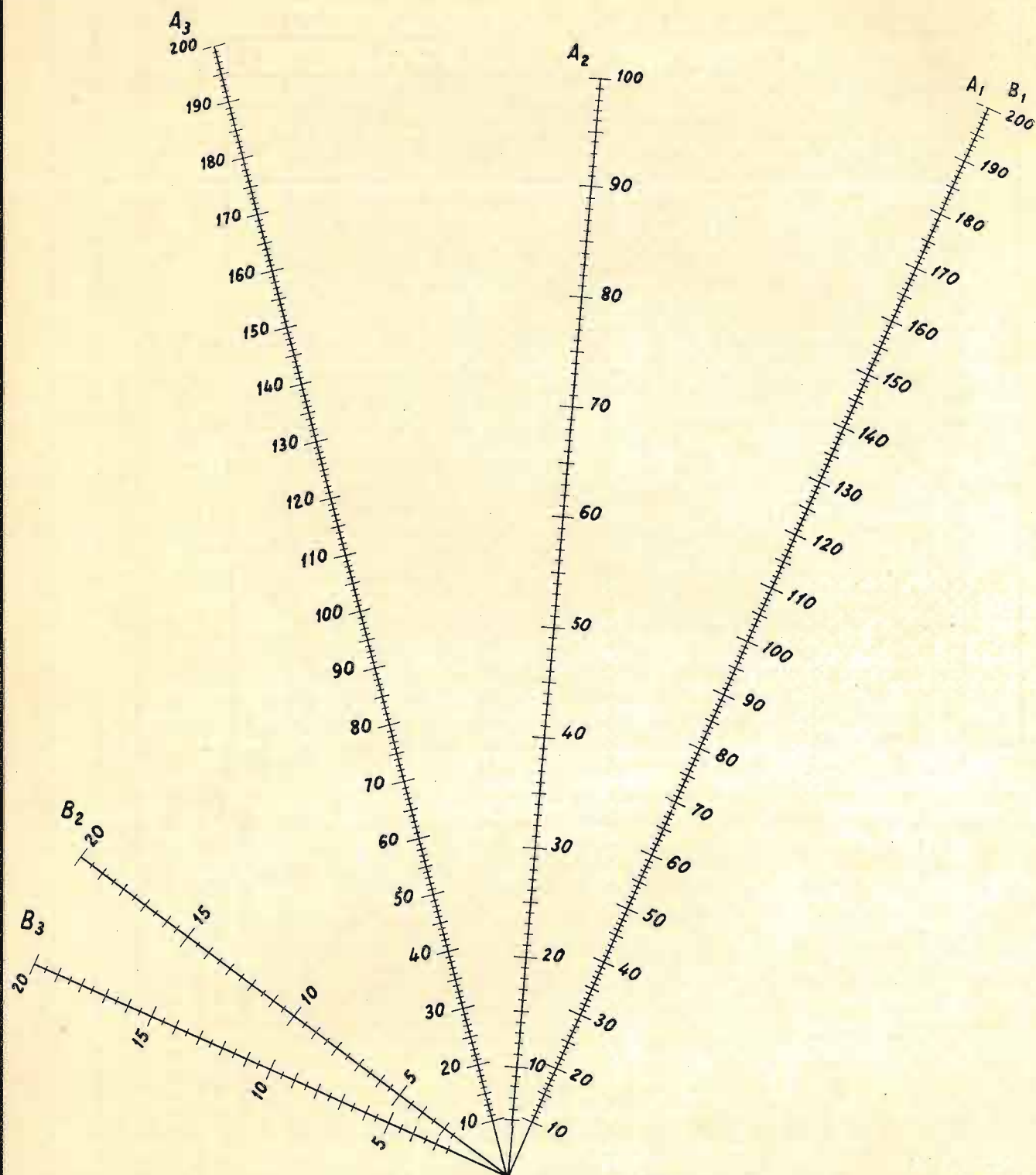
Dott. Ing. M. LO PIPARO
Torino. Via Carlo Alberto 44. Tel. 45.193



Calcolo reattanza. Si entra in ascissa in corrispondenza della frequenza data, si sale verticalmente fino a trovare la retta inclinata a 45° corrispondente alla capacità o alla induttanza di cui si cerca la reattanza, in corrispondenza della intersezione si legge il valore della reattanza.

Calcolo della frequenza di risonanza. Si legge sulle ascisse in corrispondenza del punto di intersezione fra le due rette inclinate a 45° relative alla induttanza e alla capacità considerate.

La tavola a sinistra serve per il calcolo grossolano (ordine di grandezza). La scala delle frequenze è duplice; per la superiore su ciascuna retta a 45° l'induttanza deve essere letta in H e la capacità in µF; per la scala inferiore si leggono invece µH e pF. La tavola a destra, che comprende una decade, serve per il calcolo più preciso delle cifre significative.



Impiego dell'abaco.

Si uniscano con una retta i valori delle due resistenze in parallelo o dei due condensatori in serie l'uno sulla scala A_1 , l'altro sulla scala A_3 ; il punto di intersezione sulla scala A_2 indicherà il valore risultante. Qualora i due valori non siano dello stesso ordine di grandezza in modo che le letture sulle scale A risultino impossibili o imprecise, converrà scegliere i punti corrispondenti ai valori, sulla scala B_1 (coincidente con A_1) per il valore maggiore, sulla scala B_3 per il valore minore e leggere il valore risultante sulla intersezione con la scala B_2 . Naturalmente il grafico vale anche se i valori considerati sono multipli o sottomultipli decimali di quelli indicati sulle scale.

MODULAZIONE DI FREQUENZA (*)
GENERALITÀ

dott. ing. C. EGIDI e dott. G. GREGORETTI

SOMMARIO. Dopo aver ricordato brevemente le ragioni fisiche per cui si ricorre alla modulazione delle radioonde, si descrivono succintamente i due più importanti sistemi di modulazione: quello d'ampiezza e quello di frequenza. Dei due sistemi vengono esposti i vantaggi e gli svantaggi, esaminando i vari elementi della catena di trasmissione.

Un cenno sulle più recenti applicazioni della modulazione di frequenza conclude l'articolo.

1. Introduzione.

L'uso di onde elettromagnetiche a frequenze elevate come base e, potremmo dire, «supporto» per le radiocomunicazioni è noto non soltanto ai radiotecnici, ma anche ai profani. Essi sanno infatti che una delle grandezze caratteristiche di tali onde portanti (ampiezza, frequenza, fase) viene variata in modo da seguire, secondo una legge opportuna, l'andamento del segnale che si vuole trasmettere, sia questo di tipo telegrafico, oppure telefonico o televisivo. Tuttavia, forse non tutti hanno chiara la ragione di tale necessità: sembra quindi opportuno chiarirla. Se si volesse infatti irradiare direttamente onde elettromagnetiche a frequenze basse, di forma e frequenza eguale a quelle del segnale da trasmettere, si presenterebbero gravi inconvenienti di varia natura. Innanzi tutto, per poter irradiare tali onde a sufficiente distanza si dovrebbero impiantare sistemi irradianti aperiodici di enormi dimensioni, alimentati con potenze inusitate; inoltre non ci sarebbe la possibilità di selezionare in ricezione una emissione dall'altra, in quanto le gamme di frequenza utilizzate dai vari trasmettitori andrebbero a sovrapporsi fra loro.

2. I tre tipi di modulazione.

L'operazione di trasferimento del segnale sulla portante, della cui presenza si è sopra chiarita la necessità, viene denominata «modulazione»; questa si effettua praticamente variando una (e possibilmente una sola) delle tre grandezze caratteristiche dell'onda portante; ampiezza, frequenza, fase. Secondo che si scelga la prima, la seconda o la terza grandezza, si parlerà di «modulazione d'ampiezza», «modulazione di frequenza», «modulazione di fase» (1).

Data l'importanza dei primi due tipi di modulazione, cioè d'ampiezza e di frequenza, è opportuno istituire un paragone fra loro, alla luce di esempi numerici.

Modulazione d'ampiezza (MA). Si supponga di avere un'onda portante di 40 MHz, cui si voglia imprimere una modulazione di 3000 Hz. L'ampiezza dell'onda modulata andrà periodicamente variando da un minimo ad un massimo, con un ritmo di 3000 variazioni complete al secondo.

(1) Non s'intende qui trattare dei sistemi di modulazione, cosiddetti «ad impulsi» che, noti già da alcuni anni, sembrano aver avuto recentemente in America un grande sviluppo nel campo delle comunicazioni con microonde.

(*) Pervenuto alla redazione il 5-VI-1946.

Il rapporto B/A fra la massima variazione B dell'ampiezza del segnale a radiofrequenza modulato e l'ampiezza A della radiofrequenza non modulata (fig. 1) si chiama profondità di modulazione; si usa indicarlo in valore percentuale, cosicché nel caso della figura 1 risulta del 20%.

Modulazione di frequenza (MF). Si supponga di voler modulare la medesima portante del caso precedente, con una uguale frequenza di modulazione. L'ampiezza resterà costante ed uguale a quella A della portante non modulata, ma la frequenza andrà variando periodicamente fra un minimo di 40 MHz - 15 kHz e un massimo di 40 MHz + 15 kHz, per poi tornare al detto minimo, in 1/3000 di secondo. La «deviazione di frequenza» $f_a = 15$ kHz è proporzionale all'ampiezza del segnale modulante di 3000 Hz; poiché praticamente la tecnica corrente ha fissato come massima frequenza di modulazione una $f_{a\max} = \pm 75$ kHz e le fa corrispondere convenzionalmente la percentuale di modulazione del 100% (attuale normalizzazione americana), nel caso presente la profondità convenzionale di modulazione è del 20%.

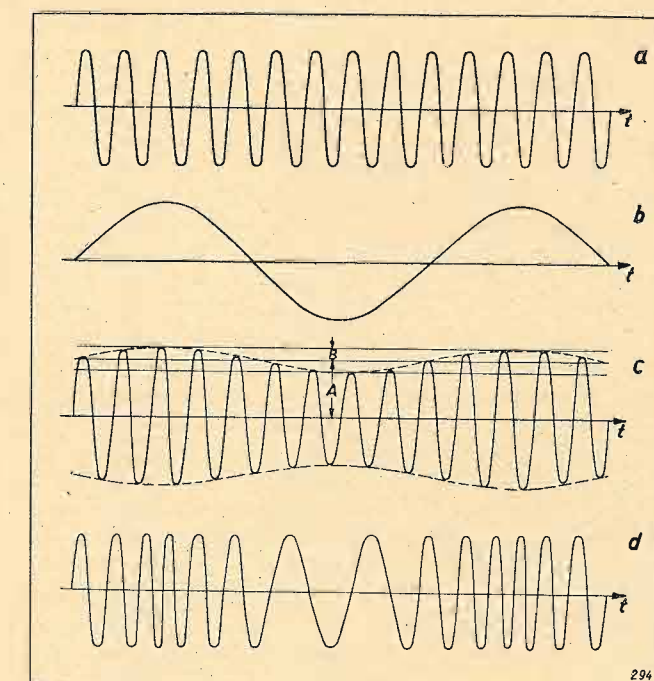


FIG. 1. - Rappresentazione cartesiana di onde modulate: a) onda portante; b) onda modulante; c) onda modulata in ampiezza; d) onda modulata in frequenza.

Nel primo caso l'onda modulata si può decomporre in tre onde aventi le frequenze di 40 MHz - 3000 Hz, 40 MHz, 40 MHz + 3000 Hz e le ampiezze 1/10, 1, 1/10. Nel secondo caso si ottengono invece numerose frequenze secondo la figura 2⁽²⁾.

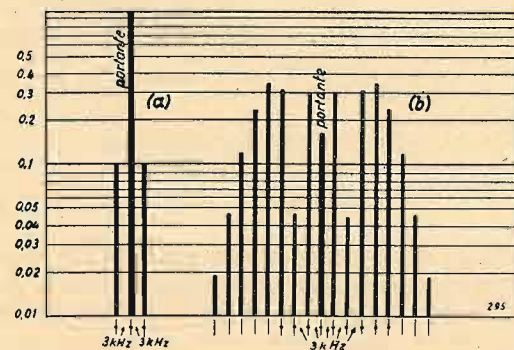


Fig. 2. - Confronto fra lo spettro di un'onda modulata in ampiezza (a) e quello di un'onda modulata in frequenza (b).

Della *modulazione di fase* non si ritiene opportuno dover parlare, in quanto essa non viene di solito usata direttamente per le radiotrasmissioni, bensì soltanto come intermediaria per ottenere la modulazione di frequenza (procedimento di Armstrong).

3. Cenno storico e situazione attuale.

La modulazione di frequenza è nota da molti anni (1908) e in un primo tempo si era pensato di trarne vantaggio rispetto alla modulazione d'ampiezza, limitando la «deviazione di frequenza» a valori minori di quelli necessari nella modulazione d'ampiezza (per esempio ± 1 kHz di fronte a $\pm 4,5$ kHz), al fine di poter inoltrare un maggior numero di comunicazioni entro una medesima banda di frequenza. Si notarono però numerosi svantaggi, consistenti sostanzialmente in una peggiore riproduzione e in un più elevato livello di disturbi, ed il sistema venne abbandonato. Più tardi poi, da un più approfondito studio analitico della composizione spettrale di un'onda modulata in frequenza, risultò altresì l'inesattezza dell'ipotesi fatta, poiché, per bassa che sia la f_a , la larghezza di banda richiesta è almeno pari al doppio della più elevata frequenza di modulazione⁽²⁾ (e quindi nel caso citato essa è almeno pari a 9 kHz, come cioè per la modulazione di ampiezza).

Soltanto di recente (1936) l'Armstrong riprese con successo la modulazione di frequenza; egli spostò completamente l'impostazione del problema, ripromettendosi come scopo principale quello di raggiungere un maggiore rapporto segnale-disturbo e trascurando invece completamente la preoccupazione per l'aumento della larghezza di banda rispetto alla modulazione di ampiezza, soprattutto in considerazione delle alte frequenze portanti alle quali operava, per le quali non sussistevano quindi le stesse preoccupazioni che nel caso delle onde medie usate nella radiodiffusione normale.

Da allora si sono aperti nuovi e grandiosi orizzonti a

⁽²⁾ Sulla composizione spettrale di un segnale modulato in frequenza s'intende tornare più estesamente in un prossimo articolo.

questo sistema di modulazione, soprattutto perché si sono utilizzate gamme d'onda a frequenza molto elevata.

L'Armstrong ottenne inizialmente un guadagno di circa 6 dB (cioè di 10 volte considerando la potenza) nel rapporto segnale-disturbo rispetto ad una trasmissione modulata in ampiezza, modulando in frequenza con una deviazione di ± 75 kHz. Egli partiva da una modulazione di fase e la trasformava in modulazione di frequenza, con un particolare dispositivo integratore. Successivamente il Crosby migliorava il metodo, producendo direttamente una modulazione di frequenza con una reattanza variabile.

Il rapido sviluppo di questi sistemi di modulazione in America indusse già nel 1940 la F.C.C. (Federal Communications Commission) a destinare la banda da 42 a 50 MHz per tali scopi, in guisa da consentire l'utilizzazione di 40 canali a MF, aventi una larghezza di 200 kHz ciascuno.

All'inizio del 1945 si contavano negli Stati Uniti d'America 44 trasmettitori e forse mezzo milione di ricevitori per onde a MF. Secondo le più recenti notizie (marzo 1946) la F.C.C. avrebbe cambiato la gamma destinata alla MF, assegnandole la gamma fra gli 88 e 108 MHz, con 100 canali, e riservando 20 di questi, fra gli 88 e i 92 MHz, alle stazioni non commerciali.

4. Caratteristiche tecniche della catena di trasmissione. Pregi e difetti della MF.

Per meglio analizzare le caratteristiche della MF conviene esaminare successivamente i vari componenti della catena di trasmissione (fig. 3).

Trasmettitore. Un primo vantaggio consegue dal fatto che la modulazione di frequenza ha luogo direttamente (o al più attraverso una modulazione di fase) sul primo stadio o stadio pilota, cosicché la potenza di modulazione è piccolissima, mentre nella modulazione d'ampiezza essa viene effettuata in uno degli stadi di potenza e quindi la potenza richiesta a frequenza di modulazione è molto considerevole. Per contro la stabilizzazione di frequenza dell'onda portante presenta maggiori difficoltà nella MF che nella MA; nella prima è inoltre generalmente necessario eseguire numerose moltiplicazioni di frequenza.

Un altro vantaggio si riscontra nello stadio finale, che lavora in classe C, in quanto che la tensione a radiofrequenza è di ampiezza costante e quindi non sono da temere quelle distorsioni che si manifesterebbero nel caso di tensioni modulate in ampiezza; ne consegue quindi un aumento nel rendimento e nella potenza resa, oltre che una diminuzione di distorsioni.

Un terzo vantaggio è dato dal fatto che la potenza del trasmettitore è indipendente dalla «deviazione di frequenza» (corrispondente, come si è visto, alla profondità di modulazione nella MA); questa può essere notevol-

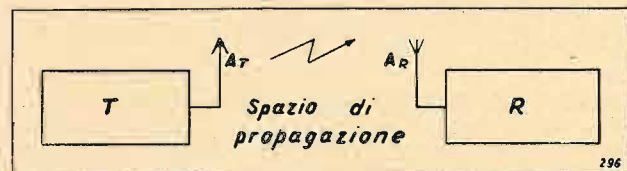


Fig. 3. - Catena di una trasmissione.

mente aumentata, con evidente miglioramento tanto nel rapporto segnale-disturbo quanto nella dinamica della trasmissione.

Antenna trasmittente. È praticamente uguale a quella corrispondente per onde modulate in ampiezza, aventi la medesima frequenza portante: si tratta generalmente di un sistema di dipoli. Lo stesso si può dire per l'antenna ricevente.

Spazio di propagazione. L'area servita da un trasmettitore di segnali modulati in frequenza, qualunque sia il valore della frequenza portante, è limitata alla distanza utile di propagazione del solo raggio diretto, in quanto che, se si volesse utilizzare il raggio indiretto, si andrebbe incontro a intollerabili distorsioni, originate lungo il percorso ionosferico. D'altra parte, essendosi scelte lunghezze d'onda di circa 6 m (e recentemente, come si è visto, anche più corte) la portata della trasmissione è notoriamente limitata alle distanze quasi ottiche e quindi viene implicitamente eliminato il pericolo di una ricezione per raggio indiretto.

L'area servita, a parità di ogni altra condizione, è superiore a quella che si otterrebbe con la MA, perché le interferenze dovute ad altri trasmettitori operanti alla stessa frequenza di quello desiderato non sono più sensibili allorché l'intensità di campo del segnale disturbatore è di poco inferiore a quella del segnale desiderato, come viene illustrato nel prossimo paragrafo.

Ricevitore. All'antenna ricevente pervengono tanto il segnale desiderato quanto le interferenze di origine naturale o artificiale; successivamente, dentro il ricevitore, si aggiungono i disturbi di origine interna. Tutte queste cause di disturbo influiscono prevalentemente sull'ampiezza del segnale utile e solo in piccola parte sulla sua frequenza e sulla fase. I disturbi esterni che producono una modulazione di ampiezza vengono praticamente eliminati mediante un apposito circuito, detto «limitatore di ampiezza». Permangono quindi soltanto gli effetti nocivi causati dalle modulazioni disturbatrici di frequenza, che peraltro vengono fortemente attenuati, insieme con i disturbi di origine interna (rumore di agitazione termica, effetto granulare, ronzio dell'alimentazione), in virtù della caratteristica di un particolare circuito destinato alla rivelazione («discriminatore»).

Ne deriva fra l'altro una proprietà caratteristica della ricezione MF, che in taluni casi può essere considerata uno svantaggio, la quale può denominarsi «effetto di soffocamento» del ricevitore: essa si manifesta allorché due trasmettitori MF lavorano con la medesima frequenza portante. Come sopra si è accennato, se l'intensità di campo di uno dei due segnali è doppia dell'altra, il disturbo derivante dal secondo è praticamente eliminato e il primo determina da solo tutta la ricezione.

I ricevitori sono analoghi alle supereterodine per onde corte a MA con la differenza che hanno una banda passante molto più larga e in più contengono i due citati dispositivi: il limitatore d'ampiezza, per togliere le modulazioni d'ampiezza, e il discriminatore, per convertire le «deviazioni di frequenza» in variazioni di ampiezza. Il primo è situato generalmente a valle dell'ultimo stadio amplificatore di media frequenza e il secondo lo segue immediatamente.

Concludendo, i vantaggi sostanziali della MF sulla MA consistono in primo luogo nella riduzione di potenza del trasmettitore, nel rapporto 1/10, a parità di rapporto segnale-disturbo alla ricezione, e in secondo luogo nella migliore fedeltà di riproduzione.

5. Applicazioni della modulazione di frequenza.

Radiodiffusione. Le due caratteristiche favorevoli, di offrire una riproduzione teoricamente perfetta e praticamente ottima e di garantire un livello minimo di disturbi, associate con la caratteristica sfavorevole di una propagazione limitata ad una distanza non molto superiore a quella ottica, rendono la modulazione di frequenza ideale per le stazioni locali di radiodiffusione. Poiché, per quanto si è detto, le interferenze da parte di stazioni che lavorano sulla medesima frequenza sono grandemente ridotte, negli S. U. d'America si prevede la sostituzione di 900 stazioni a MA con 5000 stazioni di cui buona parte sarà a MF. Si prevede quindi che in un prossimo futuro si avranno tre specie di stazioni di radiodiffusione: quelle locali, a MF, con portanti ad onde ultracorte, ad ottima riproduzione; quelle a MA, per la radiodiffusione nazionale o per i paesi vicini, su onde medie, con discreta riproduzione; infine quelle a MA, per la radiodiffusione intercontinentale a onde corte, destinate a ricezioni di qualità mediocre.

Televisione. La sincronizzazione delle immagini nelle trasmissioni televisive è attualmente discreta, ma si è ben lungi dal poterla considerare completamente soddisfacente. E' stato quindi proposto di utilizzare per la trasmissione dei segnali di sincronizzazione la modulazione di frequenza, in considerazione dell'elevato rapporto fra segnale e disturbo che con essa si può ottenere. Il segnale video seguirebbe a venir trasmesso mediante modulazione d'ampiezza.



Fig. 4. - Antenne con riflettore parabolico mediante le quali si effettuano le trasmissioni su onde metriche che si utilizzano anche per la modulazione di frequenza.

In America la MF viene utilizzata correntemente per il canale sonoro delle stazioni televisive.

Collegamenti speciali. Negli Stati Uniti d'America la MF è stata adottata per collegamenti fra stazioni mobili e stazioni fisse dell'esercito (fig. 4) e fra stazioni della polizia lungo alcune strade statali di grande traffico.

In questo secondo caso le stazioni trasmettenti, collegate fra loro con un sistema di ripetitori automatici (relè), costituiscono una catena lungo tutta la strada. Benchè le stazioni funzionino sulla medesima frequenza normale, le portanti non sono sincronizzate fra loro; ciò non ostante il passaggio dalla zona di servizio di una stazione a quella della successiva avviene senza discontinuità apprezzabili, grazie al già più volte citato fenomeno di soffocamento.

La MF combinata con la MA è stata inoltre usata per diversi anni in servizi telegrafici con onde corte, ottenendo un maggior rendimento di trasmissione e una diminuzione dei disturbi.

Infine anche per il servizio dei facsimile si usa la MF, con opportune modifiche, che permettono di conseguire un ottimo rapporto fra segnale e disturbo.

BIBLIOGRAFIA

1. - J. R. CARSON: *Notes on the Theory of Modulation*. P.I.R.E., 1922, X, p. 57.
2. - E. H. ARMSTRONG: *A Method of Reducing Disturbances in Radio Signalling by a System of Frequency Modulation*. P.I.R.E., 1936, XXIV, p. 689.
3. - M. G. CROSBY: *Frequency Modulation Noise Characteristics*. P.I.R.E., 1937, XXV, pp. 472-514.
4. - M. G. CROSBY: *Carrier and Side-Frequency Relations with Multitone Frequency or Phase Modulation*. RCA Review, 1938-39, III, p. 103.
5. - E. SEVERINI: *Sistema di radiocomunicazione con modulazione di fase dell'onda portante*. A.F., XI, 1942, p. 258.
6. - K. R. STURLEY: *Frequency Modulation*. J.I.E.E., 1945, XCII, parte III, p. 197.



"ENERGO"

PRODOTTO ITALIANO

Concessionaria
per l'Italia

G. GELOSO

Filo di stagno preparato
per saldatura inossidante
a flusso rapido

TIPI PER RADIO:

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

TIPI PER LAMPADINE ELETTRICHE, VALVOLE RADIOELETTRICHE

- SALDA ANCHE SU PARTI OSSIDATE
- È IMMEDIATO
- NON LASCIA RESIDUI

Non perdetevi l'occasione di sperimentare un prodotto insostituibile / Richiedeteci oggi stesso un campione

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

FATEVI SOCI DEL
RADIO CLUB PIEMONTE

ALADINA RADIO

LABORATORIO TECNICO AUTORIZZATO DITTA J. GELOSO

Sede: TORINO - CORSO VITTORIO EMANUELE 80 . TEL. 50983

Filiale: GENOVA NERVI - VIA S. ILARIO 13 R

DILETTANTI - AMATORI - COSTRUTTORI

Per gli acquisti di parti staccate interpellateci!

- Strumenti di misura ca, cc, Microfoni, Tasti telegrafici
- Valvole trasmettenti e riceventi
- Tutti i materiali per radio montaggi
- Prova valvole e consulenza tecnica gratuita

Information concerning all American and English tubes types till the 1945 production.

LA MISURA ELETTRICA DELLE GRANDEZZE MECCANICHE CIRCUITI CON RIVELATORI DI TIPO DINAMICO E DI TIPO SPECIALE (*)

dott. ing. GIOVANNI VILLA

1. Alcune considerazioni introduttive.

Nelle due precedenti pubblicazioni abbiamo passato in rapida rassegna prima le considerazioni di carattere generale che sono alla base di misure di grandezze meccaniche con metodi elettrici, poi quei sistemi di circuiti nei quali la grandezza meccanica viene rivelata per la variazione di un dato particolare loro elemento costituito da una resistenza, o da una capacità, o da una induttanza (1).

Ci tocca ora passare in rassegna quei sistemi di misura nei quali il circuito dello strumento rimane coi suoi componenti sempre costante e solo serve a variamente rendere evidente il segnale che un opportuno generatore gli trasmette.

Questi generatori, che non sono poi null'altro che quegli stessi organi che precedentemente abbiamo denominato « rivelatori » della grandezza meccanica che si vuol misurare possono essere divisi in due grandi categorie:

- rivelatori di tipo dinamico,
- rivelatori di tipo diverso,

categorie che qui avanti esamineremo e discuteremo in casi particolari.

2. Circuiti con rivelatori di tipo dinamico.

Sotto questo capitolo vogliamo raggruppare tutti quei sistemi di misura nei quali il rivelatore, sotto l'azione della grandezza che si vuol misurare, forma di per se stesso il segnale corrispondente senza prelevare energia da altri circuiti o sorgenti esterne.

Si tratta, come può essere facilmente dimostrato, principalmente di rivelatori del tipo elettro- o magneto-dinamico, o a cristallo piezo-elettrico, i quali sono in grado di generare un segnale ben definito, che opportunamente elaborato ed amplificato potrà essere indicato da uno strumento o da un oscillografo.

A) CIRCUITI CON RIVELATORI ELETTRO- O MAGNETO-DINAMICI

3. Principio di funzionamento.

La distinzione che abbiamo fatta nel titolo di questo capitolo in rivelatori elettro-dinamici o rivelatori magneto-dinamici non ha che un valore di consuetudine perchè il principio ed il modo di funzionamento sul quale essi si basano è sempre lo stesso, è differente solo il modo col quale viene generato il campo magnetico, con un elettromagnete per i primi, con un magnete permanente per i

secondi, per cui nell'ulteriore nostra esposizione non faremo sotto questo aspetto altra distinzione.

Vogliamo invece qui esporre in breve il principio di funzionamento di questi organi rivelatori distinguendoli in due grandi categorie: quelli a campo magnetico costante col tempo e quelli a campo magnetico variabile col tempo.

1° Caso. - Se un semplice conduttore si muove in un campo magnetico costante nello spazio e nel tempo ai suoi estremi si genera una forza elettromotrice data da:

$$e = -B \cdot l \cdot dx/dt \text{ (volt)} \quad [1]$$

dove:

B = induzione del campo magnetico in Wb/m^2 (weber per metro quadrato);

l = lunghezza del conduttore in m;

$dx/dt = u$ = velocità con la quale esso si sposta normalmente alle linee di flusso magnetico, in m/s.

Se poi questo conduttore è costituito da una bobina di n spire e di circonferenza $2\pi r$, si avrà:

$$e = -nB \cdot 2\pi r \cdot dx/dt \quad [1']$$

2° Caso. - Se si fa variare il campo magnetico concatenato con le spire di una bobina, la forza elettromotrice indotta sarà data dall'espressione:

$$e = -n \cdot dq/dt \text{ (volt)} \quad [2]$$

dove:

n indica sempre il numero delle spire della bobina

dq/dt la derivata del flusso rispetto al tempo ovvero la velocità della variazione di detto flusso.

Ne segue che in entrambi i due esempi sopra citati la forza elettromotrice disponibile ai capi dei rivelatori è proporzionale alla velocità di spostamento della bobina o di variazione del flusso concatenato. Poichè nella maggiore parte dei casi si è costretti a rendere questo spostamento o questa variazione del flusso proporzionale alla grandezza da misurare, si potranno solo costruire rivelatori i quali derivano rispetto al tempo il fenomeno in studio ossia danno un segnale proporzionale alla sua velocità.

Ciò è alcune volte un vantaggio ma quasi sempre è uno svantaggio piuttosto grave perchè:

1° - non permette di rivelare il vero valore della grandezza se non per mezzo di artifici più o meno complicati, come in seguito spiegheremo;

2° - non permette in nessun caso di rivelare la componente continua di questo fenomeno, ma solo la parte alternativa: esso è perciò adatto unicamente per le grandezze variabili e non per quelle costanti.

(1) Vedi *Elettronica*, I, 1946, nn. 4 e 5, pp. 130 e 188.

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

In contrapposto tali sistemi di misura offrono i seguenti vantaggi che li fanno preferire in moltissime soluzioni di carattere industriale:

1° - forte segnale di uscita anche per i fenomeni di piccola intensità, potendosi quasi sempre aumentare a piacere l'intensità del campo magnetico ed il numero delle spire della bobina;

2° - grande semplicità nell'apparecchiatura necessaria, la quale in molti casi si riduce al solo strumento indicatore;

3° - facilità di taratura e di controllo nei casi più semplici.

4. Circuiti integratori e derivatori.

Con particolari disposizioni si possono ottenere circuiti i quali diano un'uscita proporzionale all'integrale o alla derivata della grandezza di ingresso e sebbene la loro utilità torni propizia in tutti i tipi di misura che abbiamo prima descritto e che ancora riporteremo, abbiamo creduto opportuno citarli in questo capitolo dei rivelatori che forniscono solo la velocità del fenomeno da misurare, dove essi rappresentano una vera necessità.

È noto infatti che l'integrale della velocità corrisponde allo spostamento e la derivata all'accelerazione dell'oggetto in esame.

a) *Circuito di integrazione.* — Due tipi di circuiti integrativi sono rappresentati in figura 1. In essi si è trascurato di indicare in modo specifico il circuito del rivelatore allo scopo, secondo quanto ora abbiamo detto, di dare un carattere più generale alle conclusioni alle quali si potrà giungere.

Un'unica limitazione poniamo al rivelatore, quella che la sua impedenza interna sia trascurabile rispetto a quella del circuito integratore ad esso collegato onde fare sì che la f. e. m. da esso generata corrisponda sempre alla tensione ricavabile ai suoi morsetti di uscita.

Dopo queste premesse possiamo scrivere per il primo caso della figura ora citata la seguente relazione:

$$I = E / \sqrt{R^2 + 1/(\omega C)^2}$$

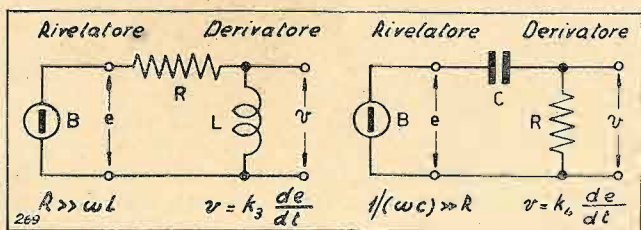
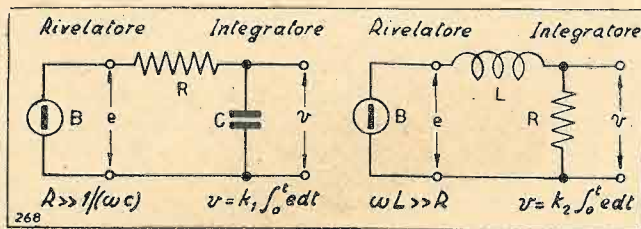


FIG. 1 (sopra). - Circuiti integratori. - FIG. 2 (sotto). - Circuiti derivatori.

la quale è valida per ciascuna componente armonica della tensione di ingresso e la cui pulsazione sia $\omega = 2\pi f$. Supponendo che per ciascuna di tali componenti si possa ritenere $R \gg 1/(\omega C)$ allora si potrà scrivere per i valori istantanei

$$i = e/R$$

$$v = \frac{1}{C} \int_0^t i dt = \frac{1}{RC} \int_0^t e dt = k_1 \int_0^t e dt \quad [3]$$

risulta quindi che la tensione v ai capi del condensatore è proporzionale all'integrale della tensione e all'ingresso del circuito. Se poi secondo la [1] la [1'] e la [2] potremo scrivere per i rivelatori elettro- e magneto-dinamici:

$$e = K_0 dx/dt$$

si avrà dalla [3]:

$$v = k_1 \int_0^t K_0 \frac{dx}{dt} dt = k_1 K_0 x_t = K_1 x_t$$

e quindi la tensione v risulterà proporzionale allo spostamento dell'organo mobile del rivelatore.

Analogamente potremo scrivere nel secondo caso di figura 1 se sarà $\omega L \gg R$ per cui si possa ritenere trascurabile v di fronte alla f. e. m. e la quale si distribuisce perciò praticamente tutta lungo la reattanza presentata da L . Si può perciò scrivere:

$$e = L di/dt \quad di = \frac{1}{L} e dt$$

$$i = \frac{1}{L} \int_0^t e dt$$

e perchè:

$$v = Ri$$

si avrà:

$$v = \frac{R}{L} \int_0^t e dt = k_2 \int_0^t e dt$$

e per i rivelatori che ora ci interessano:

$$v = k_2 \int_0^t K_0 \frac{dx}{dt} dt = k_2 K_0 x_t = K_2 x_t$$

b) *Circuito di derivazione.* — I due fondamentali tipi di circuiti derivatori (duali dei corrispondenti circuiti integratori) sono illustrati nella figura 2. In questi circuiti la tensione v che si ricava ai morsetti di uscita, colle ipotesi indicate nella stessa figura, risulta proporzionale alla derivata prima del valore istantaneo della tensione e di ingresso e nel caso dei rivelatori elettro- o magneto-dinamici alla derivata seconda dello spostamento dell'organo mobile del rivelatore quindi alla sua accelerazione.

Se infatti si suppone $R \gg \omega L$ per il primo circuito si ha:

$$i = e/R$$

$$v = L di/dt = \frac{L}{R} de/dt = k_3 de/dt$$

e per le [1], [1'] e [2]:

$$v = k_3 K_0 d^2x/dt^2 = K_3 d^2x/dt^2$$

Invece per il secondo caso posto $1/\omega \gg R$ si trova:

$$i = C de/dt$$

$$v = Ri + RC de/dt = k_4 de/dt$$

$$v = k_4 K_0 d^2x/dt^2 = K_4 d^2x/dt^2$$

Occorre evitare per la misura della tensione v l'uso di uno strumento (voltmetro elettronico, oscilloscopio, oscil-

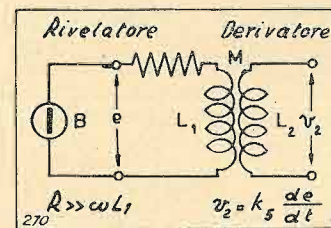


FIG. 3. - Circuito derivatore con accoppiamento induttivo.

lografo, ecc.) il quale alteri il carattere puramente induttivo o puramente ohmico del circuito d'uscita, a tale scopo la sua impedenza deve essere per il primo integratore molto elevata rispetto a $1/\omega C$ e possibilmente capacitiva; molto più grande rispetto a ωL e possibilmente induttiva per il primo derivatore, mentre per il secondo integratore e per il secondo derivatore essa dovrà essere puramente ohmica ed il più possibile grande rispetto ad R .

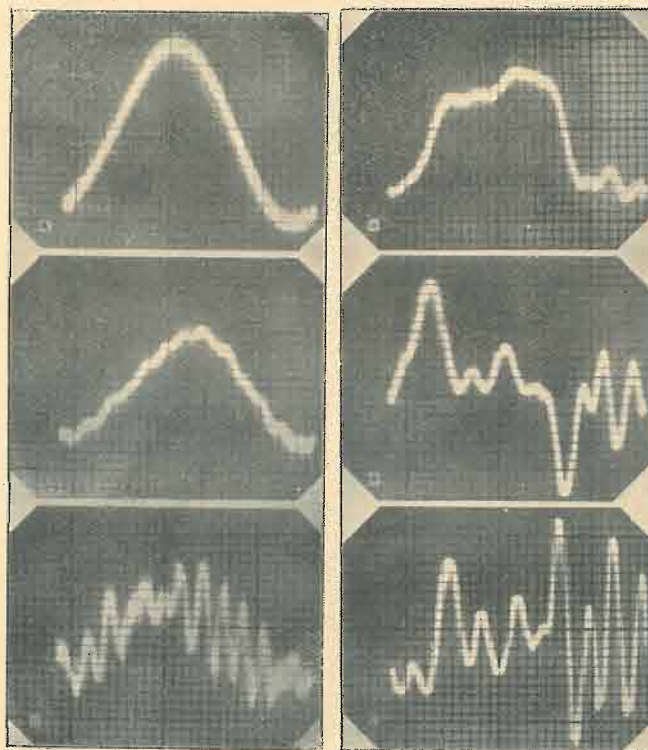


FIG. 4. - Esempio di oscillogrammi integrati e derivati con i circuiti di figura 1 e 3.

Gli oscillogrammi rappresentano le vibrazioni di una fondazione di cemento armato: a sinistra, sotto l'effetto di un eccitatore a massa eccentrica rotante; a destra, sotto l'effetto di un eccitatore ad aria compressa. Il rivelatore magnetico dà direttamente le curve centrali (B) corrispondenti alla velocità della vibrazione. Queste, integrate, forniscono le curve (A) superiori (ampiezza effettiva della vibrazione) e derivate le curve (C) inferiori (accelerazione della vibrazione).

Il primo circuito derivatore può essere trasformato in quello indicato in figura 3 ove la tensione V è ricavata all'estremità di un circuito secondario accoppiato induttivamente alla bobina L_1 . Tale sistema è stato usato per un vibrometro che verrà particolarmente descritto in un prossimo articolo. Anche in questo caso occorre che il voltmetro di misura non carichi eccessivamente il secondario per cui sia trascurabile la sua reazione sul circuito primario.

Allo scopo di far vedere quanto opportune siano queste semplici disposizioni circuitali, riportiamo nella figura 4 un oscillogramma il quale rappresenta la registrazione di una vibrazione, la sua derivata prima rispetto al tempo cioè la sua velocità, e la sua derivata seconda, cioè l'accelerazione.

Esso è stato ottenuto partendo da un rivelatore elettrodinamico il quale forniva un'uscita proporzionale alla velocità della vibrazione, uscita che è stata integrata per ottenere il diagramma delle ampiezze di vibrazione e derivata per ottenere l'accelerazione.

Artifici di questo genere sono molto comuni e possono facilitare di molto le misure che si vogliono eseguire.

5. Come si può praticamente realizzare un rivelatore elettro- o magneto-dinamico.

La realizzazione di un rivelatore basato sui principi sopra esposti è relativamente semplice e gli schizzi della figura 5 ne rappresentano alcuni dei casi più comuni la cui spiegazione è quasi del tutto ovvia perchè il movimento — traslazione o rotazione — della bobina o del circuito magnetico generano quelle variazioni di flusso che causano ai capi del circuito indotto la forza elettromotrice di misura.

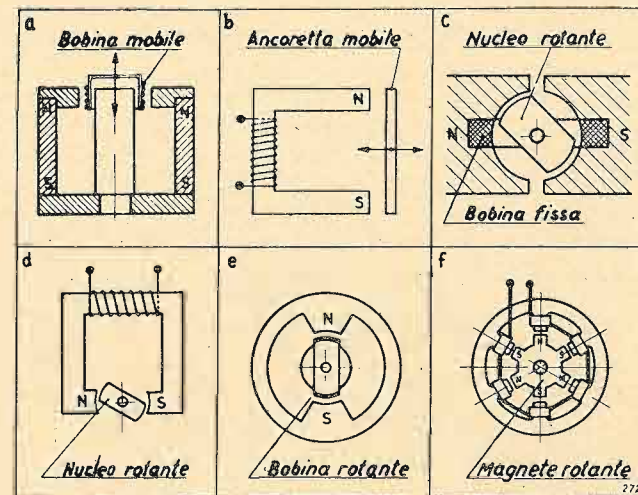


FIG. 5. - Diversi esempi di rivelatori elettro- o magneto-dinamici.

6. Alcuni esempi di realizzazioni.

a) *Tachimetro magneto-dinamico.* — La misura della velocità di rotazione degli alberi è stata forse una delle più semplici applicazioni dei principi sopra esposti: infatti essa è facilmente realizzabile e non presenta particolari difficoltà di esercizio, per cui attualmente è diffusa in tutti i campi dell'ingegneria ove rende ottimi servizi.

Un piccolo alternatorino a magnete rotante, genera una tensione che praticamente è proporzionale alla velocità di rotazione del magnete; se con uno strumento qualsiasi si misura questa tensione si può avere la lettura diretta di tale velocità, e quindi di quella della macchina dalla quale il magnete è comandato.

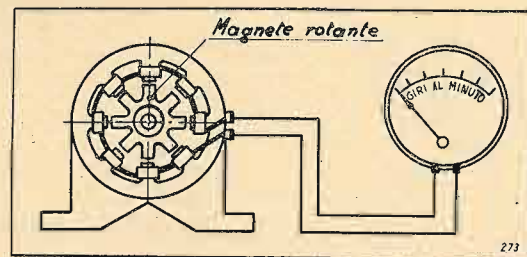


FIG. 6. - Tachimetro a magnete rotante; schema di funzionamento.

Le figure 6 e 7 rappresentano lo schema di principio e la realizzazione pratica di un simile tachimetro che fa uso di uno strumento indicatore del tipo a bobina mobile con raddrizzatore a secco.

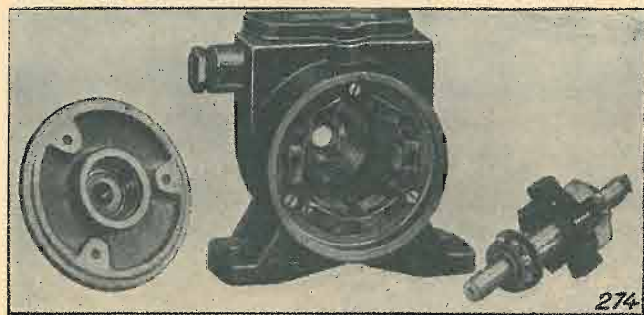


FIG. 7. - Tachimetro a magnete rotante.

b) *VibroscoPIO magneto-dinamico Philips.* — La Philips ha costruito un vibroscoPIO magneto-dinamico (vedi «Etude des vibrations à l'aide d'appareils de mesure électrique» - Pubblicazione Philips Gloeilampenfabrieken - Eindhoven) il cui schema meccanico è rappresentato in figura 8. In esso si vedono due masse *A* e *B* tenute so-

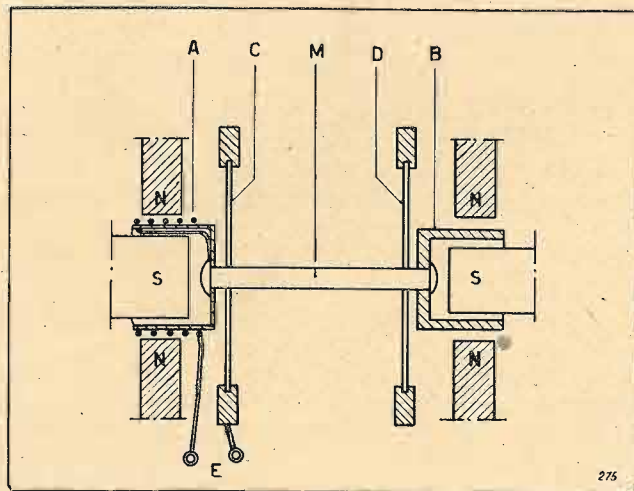


FIG. 8. - Rivelatore di vibrazioni Philips. Schema meccanico.

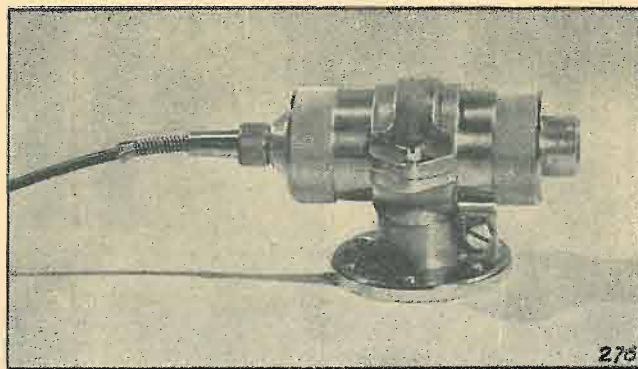


FIG. 9. - Rivelatore Philips. Vista esterna con supporto orizzontale.

spese dalle due membrane *C* e *D* e collegate fra di loro dal tirante *M*. Le due membrane, mentre permettono facilmente ogni traslazione longitudinale delle masse, sono assolutamente rigide nel senso trasversale. Sulle masse *A* e *B* sono disposte due bobine: la *A* con molte spire di filo sottile in circuito aperto, la *B* praticamente una sola spira in corto circuito e le cose sono disposte in modo che entrambe le bobine si muovano sempre in un forte campo magnetico di intensità costante generato dai magneti permanenti *N*.

Quando si collega la scatola racchiudente l'apparecchio (vedi fig. 9) e solidale coi magneti *N* all'organo in vibrazione, le masse *A*, *B* ed *M*, relativamente molto grandi,

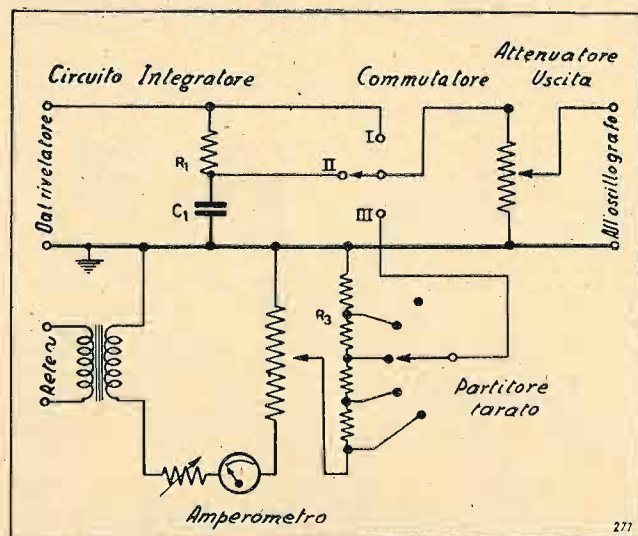


FIG. 10. - Rivelatore di vibrazioni Philips. Circuito di impiego.

funzionano da elementi sismici a massa infinita e rimangono nello spazio fermi rispetto alla vibrazione da misurare. Il moto relativo che nasce allora fra i magneti e la bobina *A* è tale da generare il segnale utile. La bobina *B* invece formata da una spira in corto circuito costituisce un potente organo di smorzamento del complesso oscillante, appositamente disposto allo scopo di ridurre al minimo la distorsione causata da fenomeni di risonanza anche solo parziale fra vibrazione e masse oscillanti.

Il circuito d'impiego, rappresentato in figura 10, permette le seguenti misure con l'aiuto dell'oscillografo al quale va collegato, a secondo le posizioni del commutatore relativo:

- I. segnale diretto all'oscillografo e registrazione della velocità della vibrazione;
- II. il segnale passa attraverso il sistema di integrazione $R_1 C_1$ per cui sull'oscillografo si registreranno le ampiezze della vibrazione;
- III. all'oscillografo viene collegato un partitore di tensione tarato per mezzo del quale si può confrontare una tensione nota, ricavata dalla rete, con quella generata dal rivelatore e quindi conoscere la vera ampiezza delle vibrazioni o della loro velocità.

c) *Rivelatore di pressione elettro-dinamico.* - Diverse sono le soluzioni usate per rivelare le pressioni rapidamente variabili quali si presentano nei diversi campi della tecnica; ne abbiamo già ricordate diverse ma crediamo utile riportarne un esempio anche in questo capitolo.

La figura 11 rappresenta appunto uno di questi rivelatori nel quale si può distinguere: 1 la membrana tarata che misura la pressione che agisce sulla sua parte inferiore; 2 l'asticina intermedia di comando; 3 la bobina mobile comandata da questa asticina; 4 la bobina di eccitazione del campo magnetico costante; 5 il nucleo; 6 l'entrata e l'uscita dell'acqua di raffreddamento.

La pressione che deve essere variabile col tempo e con una frequenza compresa nel campo di funzionamento del rivelatore, deforma in vario modo la membrana 1 la quale, corrispondentemente, mette in moto la bobina 3 nella quale

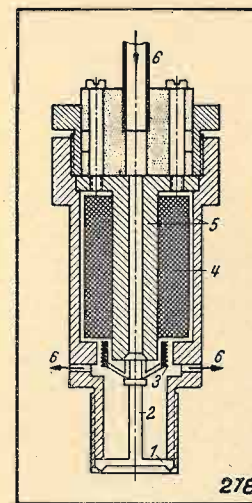


FIG. 11. - Rivelatore di pressione elettro-dinamico.

1. Membrana tarata.
2. Astina intermedia.
3. Bobina mobile.
4. Bobina eccitazione.
5. Nucleo.
6. Entrata e uscita acqua raffreddamento.

per effetto del campo magnetico si generano f. e m. proporzionali alla velocità del movimento. Con un sistema di integrazione eguale a quello prima descritto si risale al diagramma effettivo della pressione.

Questo tipo di indicatore è molto utile nei casi nei quali si voglia principalmente misurare, la velocità della variazione di pressione, oppure la sua derivata, per esempio studiare i fenomeni di detonazione o di auto accensione dei motori a combustione interna.

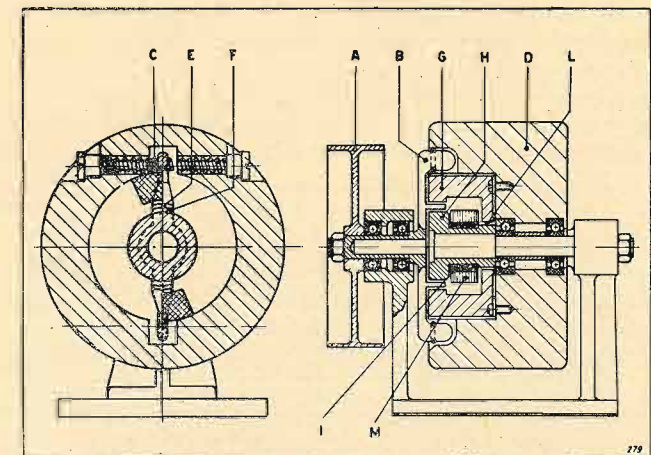


FIG. 12. - Torsiografo Villa-Fiat G. M.: Schema di principio.

d) *Rivelatore di vibrazioni torsionali Villa-Fiat G.M.* - Come è noto s'intendono per vibrazioni torsionali quelle componenti alternative che in molti casi si trovano sovrapposte al moto rotatorio uniforme di particolari sistemi meccanici in rotazione. Nella tecnica motoristica, ad esempio, queste oscillazioni torsionali acquistano una importanza non trascurabile per cui altrettanto importanti diventano i sistemi capaci di rilevarle anche quando la loro frequenza raggiunga valori piuttosto elevati.

Uno di tali rivelatori è quello disegnato e illustrato nelle figure 12 e 13 il cui funzionamento è il seguente: una puleggia *A* viene trascinata in rotazione per mezzo di una opportuna cinghia dall'albero sul quale si vuol eseguire la misura, tale puleggia mette in rotazione per mezzo della chiave trasversale *B* e delle molle *C* la massa rotante *D*. Questa deve essere tanto grande da presentare un momento d'inerzia polare praticamente infinito rispetto a quello delle altre masse dell'apparecchio.

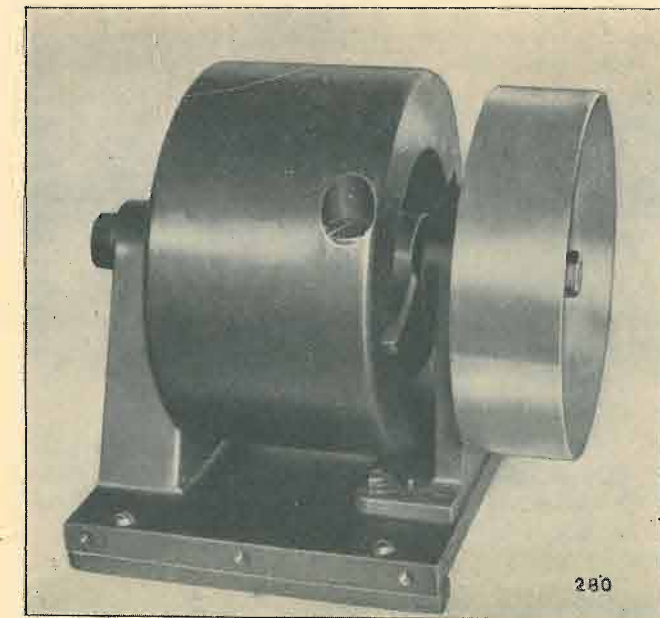


FIG. 13. - Torsiografo Villa-Fiat G. M.: Fipo per motori lenti e per costruzioni navali.

Ne risulta che le eventuali componenti alternative sovrapposte al moto rotatorio medio della puleggia *A* non vengono risentite dalla massa *D* e che quindi si verifica fra questa e la chiave *B* un moto relativo corrispondente.

Questo moto relativo si verifica pure fra le due ancore *E* mobili nel traferro *F* colla conseguenza di provocare una corrispondente variazione di flusso nel circuito dei due magneti accoppiati *G* e *H*. Perciò verrà indotta nella bobina *I* una f.e.m. proporzionale alla velocità di variazione del traferro. Tale f.e.m. costituisce il segnale cercato, il quale integrato coi sistemi prima descritti darà l'ampiezza effettiva della vibrazione torsionale.

Altra particolarità dello strumento ora descritto consiste nel fatto che il nucleo *H* che porta la bobina dell'indotto *I* e quella di eccitazione *M* è mantenuto fermo nello spazio mentre attorno ad esso ruota il giogo *G*. Poichè *H* è un solido di rivoluzione intorno all'asse di rotazione di *G*, i traferri *F* ed *L* rimarranno per questa rotazione costanti e nel funzionamento del torsiografo solo una eventuale vibrazione torsionale potrà eccitare nella bobina *I* il segnale utile.

Si eliminano in tal modo collettori e contatti striscianti fonte di seri inconvenienti e si ottiene uno strumento di facile uso; i collegamenti delle due bobine sono portati all'esterno dell'apparecchio attraverso un foro praticato nell'interno dell'albero di supporto.

B) CIRCUITI CON RIVELATORI A CRISTALLO PIEZOELETTRICO

7. L'effetto piezoelettrico.

Ricordiamo solo brevemente il principio ed alcune formule relative all'effetto piezo-elettrico per inquadrare il problema e rendere più chiara l'esposizione seguente: particolari tipi di cristalli (cristalli di quarzo, ad esempio) opportunamente tagliati rispetto agli assi di cristallizzazione godono della proprietà che allorchè vengono compressi secondo particolari direzioni, presentano cariche elettriche sulle loro due facce principali.

Se *Q* è la quantità di elettricità corrispondente a tali cariche, e se *P* è la pressione alla quale il cristallo è assoggettato, si può provare sperimentalmente che $Q/P=d$ è una grandezza caratteristica di quell'elemento che rimane costante entro vasti limiti di *P*.

Se poi indichiamo con C_0 la capacità fra due elettrodi disposti sulle facce di questo elemento; si può facilmente vedere come a queste cariche corrisponda una differenza di potenziale ai capi delle armature data da:

$$V = d \cdot P / C_0$$

Tale differenza di potenziale per un cristallo di quarzo di forma cubica di 1 cm di lato (costante dielettrica relativa 4,5, costante $d=2 \cdot 10^{-8}$ unità Giorgi) raggiunge ben 54 volt per ogni kg/cm^2 di pressione.

Un tale segnale è veramente molto grande, ma purtroppo non è possibile praticamente sfruttarlo perchè occorre tenere sempre presente che in parallelo agli elettrodi del cristallo verranno a trovarsi la capacità *C* del circuito

di utilizzazione, per cui l'espressione precedente verrà sostituita con la:

$$V = \frac{d \cdot C}{C_0 + C}$$

E che poichè *C* potrà risultare anche molto grande rispetto a C_0 ne viene che il valore prima trovato non potrà mai essere disponibile in pratica.

Sono stati perciò studiati molti ingegnosi artifici per poter ridurre il più possibile tale capacità parassita, ma purtroppo essa, unita alla inevitabile resistenza di dispersione che le compete, è sempre una delle maggiori difficoltà per l'uso dei cristalli nel campo della tecnica. Per ridurre tali inconvenienti si sono usati persino cavi di collegamento fra questi e l'apparecchiatura di amplificazione fatti con ambra purissima e la prima valvola dell'amplificatore è stata costruita in modo speciale con elevatissima resistenza interna e con piccolissima capacità fra i diversi elettrodi.

8. Alcuni esempi di realizzazioni.

a) *Misuratore di vibrazioni lineari «General Radio»*. - La Casa Americana «General Radio», secondo quanto risulta dall'ultimo catalogo 1946, costruisce e pone in commercio un misuratore di vibrazioni lineari con rivelatore a cristallo piezoelettrico particolarmente destinato ad usi tecnici.

Esso è racchiuso in una piccola cassetta del peso di circa 9,5 kg e di dimensioni molto ridotte, la quale contiene anche il circuito amplificatore e le batterie di alimentazione (v. fig. 14).

Su di un apposito strumento di questo apparecchio possono a volontà venire indicati lo spostamento, la velocità o l'accelerazione delle vibrazioni che si studiano entro campi molto vasti di ampiezza e di frequenza, la quale ultima si estende tra 5 e 500 Hz.

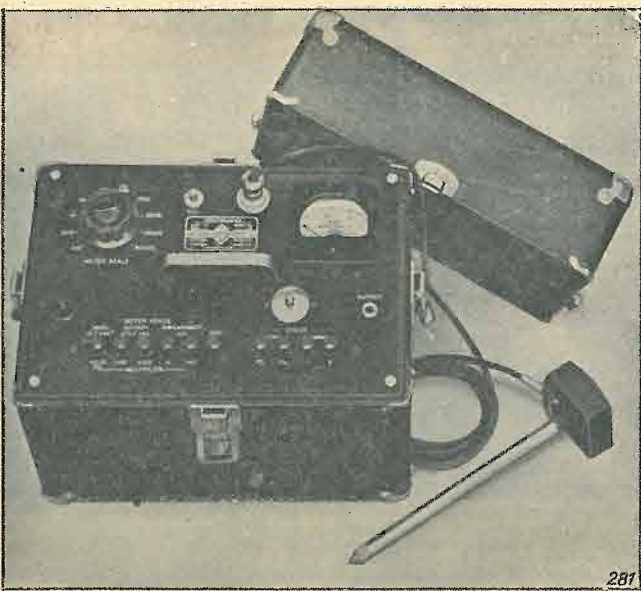


Fig. 14. - Misuratore di vibrazioni General Radio a cristallo piezoelettrico.

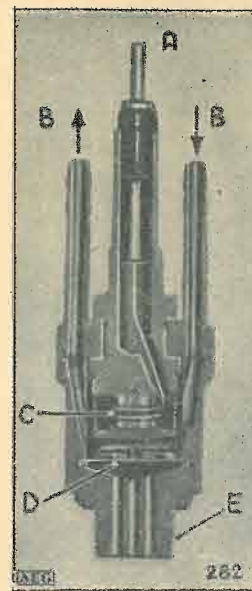


Fig. 15. - Rivelatore di pressione A. E. G. a quarzo.

- A) Conduttore di collegamento all'amplificatore.
- B) Entrata e uscita acqua raffreddamento.
- C) Cristalli di quarzo in opposizione.
- D) Membrana.
- E) Filettaggio di raccordo.

L'apparecchiatura è molto semplice e così pure il relativo amplificatore il quale contiene 2 sole valvole termioniche (1 N5GT ed 1 D8GT), anche la sua manovra è ridotta al minimo possibile, molto facilmente comprensibile e tale da permetterne l'uso anche a personale non particolarmente specializzato.

b) *Rivelatore di pressione A.E.G.* - Anche la Ditta A.E.G. costruiva speciali apparecchiature per la misura delle pressioni rapidamente variabili basate su quarzi piezoelettrici. La figura 15 rappresenta appunto uno di questi rivelatori sezionati e ne fa vedere la struttura interna, la quale porta anche un sistema di raffreddamento ad acqua per evitare il deterioramento del cristallo quando i gas dei quali si vuol misurare la pressione fossero eccessivamente caldi.

Nella figura 16 sono riprodotti fotograficamente diversi di questi rivelatori i quali possono essere accoppiati all'oscillografo a doppio raggio catodico rappresentato in figura 17.

Questo oscillografo contiene nella sua parte inferiore il doppio amplificatore per corrente continua adatto per l'uso dei rivelatori a quarzo alimentato dalla rete luce e particolarmente stabilizzato.

Con una simile apparecchiatura è possibile misurare anche grandezze costanti col tempo e provvedere alla taratura statica del complesso rivelatore-amplificatore.

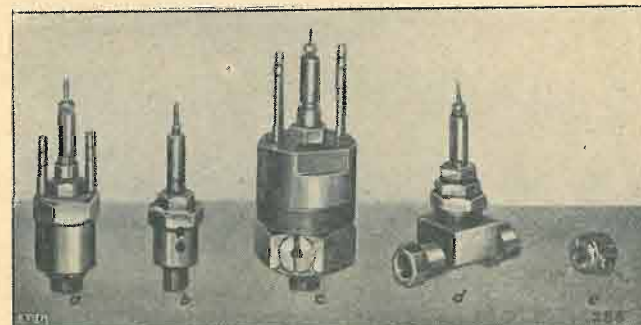


Fig. 16. - Diversi tipi di rivelatori a quarzo di costruzione A. E. G.

c) *Misuratore di sforzo di taglio per macchine utensili*. - Lo sfruttamento della tecnica delle misure meccaniche con mezzi elettrici può tornare molto utile anche per i costruttori di macchine utensili, i quali dovrebbero ad essi rivolgersi e con maggiore attenzione di quanto sino ad oggi non abbiano fatto.

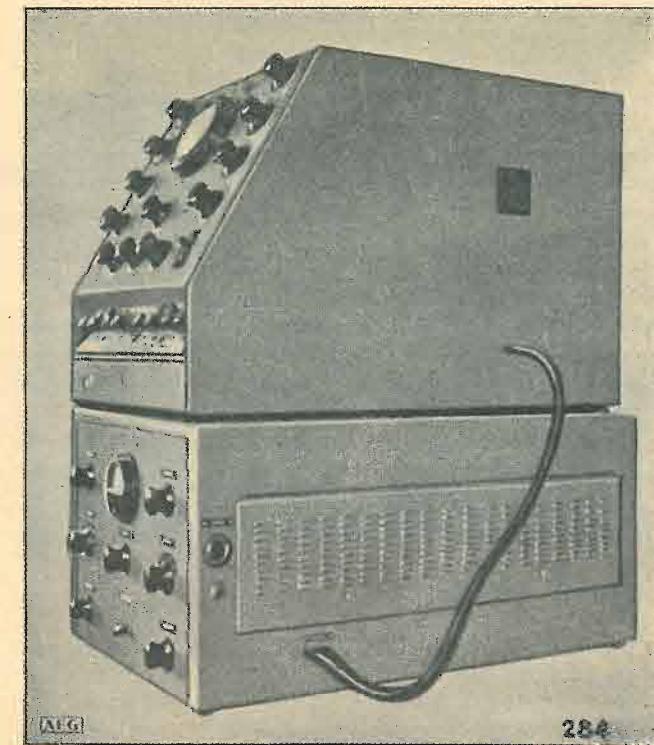


Fig. 17. - Oscillografo A. E. G. a doppio raggio particolarmente adatto per scopi tecnici e provvisto di doppio amplificatore per corrente continua. L'alimentazione è a corrente alternata.

Ecco ad esempio in figura 18-19 rappresentato un misuratore di sforzi di taglio di costruzione Zeiss-Ikon da collegarsi con un'opportuna apparecchiatura che qui per bre-

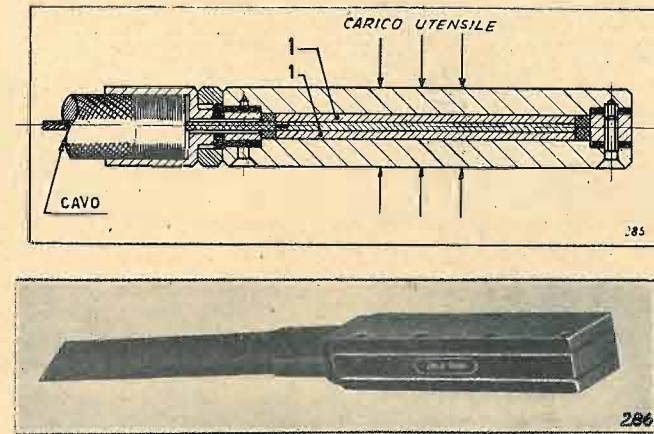


Fig. 18 e 19. - Disegno schematico e fotografia di un rivelatore per sforzi di taglio di utensili da lavoro della Zeiss Ikon.

vità non menzioniamo. In esso si distinguono chiaramente le due placchette di quarzo disposte in opposizione, le quali sotto l'azione dello sforzo di taglio dell'utensile genera-

no il segnale ad esso proporzionale. Questo segnale viene in seguito amplificato e rivelato da un oscillografo che lo può a volontà anche registrare.

Il suo campo di misura è da 0 a 500 kg di carico massimo e la frequenza propria dello strumento è superiore a 30000 Hz il che vuol dire che senza errore possono essere rivelati anche fenomeni di taglio contenenti frequenze dell'ordine di $3 \div 4000$ Hz.

9. Circuiti con rivelatori di tipo diverso.

Sotto questo capitolo vorremmo ricordare tutti quei sistemi e metodi di misura che non possono essere compresi nelle cinque categorie esaminate sino ad ora (a variazione di resistenza, di induttanza, di capacità, magnetodinamici, piezoelettrici).

Infinite sono gli artifici escogitati ed usati dai diversi sperimentatori, oltre quelli sopra citati, a seconda degli scopi voluti, per cui molta estesa dovrebbe essere la nostra esposizione per un gruppo di circuiti e di rivelatori che ha relativamente poca importanza rispetto ai primi.

Citiamo perciò due soli esempi tra quelli che più ci paiono significativi:

a) *Tachimetro a correnti indotte.* - Tutte le automobili e le costruzioni che ad esse si collegano dispongono di indicatori di velocità di traslazione o di velocità di rotazione il cui funzionamento è basato su di un semplice artificio elettrico.

Facendo riferimento alla figura 20 che rappresenta uno di questi tachimetri, si può vedere come il magnete per-

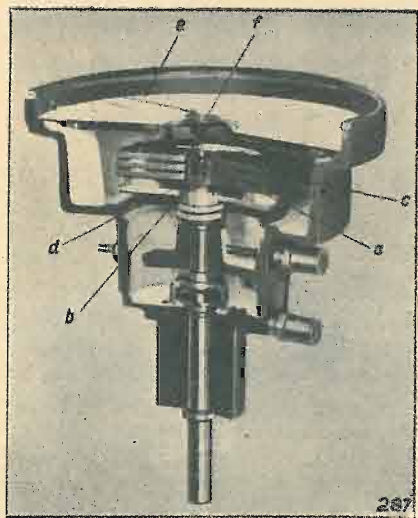


FIG. 20. - Tachimetro a correnti indotte.

a) Magnete permanente; b) nucleo ferromagnetico; c) traferro; d) cilindro di alluminio; e) indice; f) molla antagonista a spirale.

manente *a* venga messo in rotazione dall'albero sporgente inferiormente che va collegato con l'organo del quale si vuole eseguire la misura della velocità; nella sua rotazione tale magnete induce corrente in un cilindretto *d* di alluminio, il quale per effetto magneto-dinamico verrebbe anche esso trascinato se non vi si opponesse la molla antagonista a spirale *f*.

Le cose sono disposte in modo tale che, poichè la coppia di rotazione applicata a questo cilindretto è funzione della velocità di rotazione del magnete, l'indice, a quello

solidale, può dare sul quadrante dello strumento una lettura diretta di questa velocità.

b) *Indicatore di posizione di un ponte levatoio.* - Nella figura 21 è rappresentato l'indicatore di posizione di un ponte levatoio il quale è pilotato da rivelatori comandati dagli stessi bracci mobili del ponte.

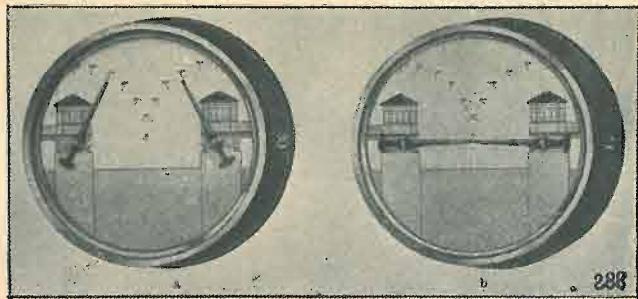


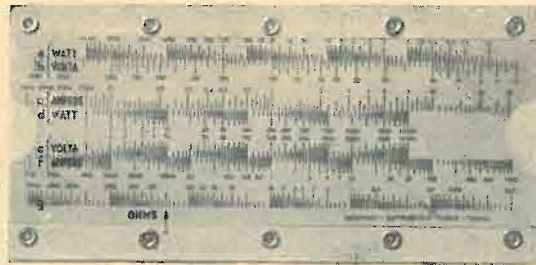
FIG. 21. - Indicatore di posizione per ponte levatoio in due differenti condizioni di indicazione.

Tali rivelatori sono di vario tipo a seconda dei costruttori, ma quasi sempre sono basati su sistemi a induzione alimentati a corrente alternata trifase alla frequenza industriale.

FATEVI SOCI DEL
RADIO CLUB PIEMONTE

ELETTROREGOLO per la legge di OHM

Risolve con UNA SOLA impostazione dello scorrevole tutti i problemi sulla legge di OHM



INDISPENSABILE a Ingegneri Radiotecnici - Radioriparatori - Eletttricisti
NON È NECESSARIO ricordare o conoscere le diverse formule elettriche

FA RISPARMIARE TEMPO ED EVITA ERRORI

RICHIEDETELO a tutti i rivenditori di materiale radio oppure indirizzate vaglia di L. 385 (compr. spese post.) a: I. CORTESE - TORINO. Via C. Alberto 31, Tel. 54935

Completa di busta in pelle ed Istruzioni



VOLTMETRO ELETTRONICO (*)

per. ind. RAOUL ZAMBRANO

SOMMARIO. Viene descritto un semplice voltmetro elettronico ad elevata impedenza d'ingresso, adatto per differenze di potenziale alternative sino a 2 volt. Il campo di frequenze di funzionamento di questo voltmetro elettronico si estende da 50 Hz a 100 MHz.

Lo strumento che desideriamo descrivere non costituisce una novità, ma per la sua semplicità e la sua elevata impedenza d'ingresso, presenta notevole interesse per l'applicazione in numerose misure.

Questo voltmetro sfrutta il noto principio della rivelazione per caratteristica di griglia. È noto che questo tipo di rivelazione equivale ad una rivelazione con diodo seguita da una amplificazione della tensione rivelata (1). Si usa la griglia del triodo come anodo del diodo rivelatore. Questo strumento fornisce perciò il valore massimo della tensione da misurare. Tuttavia normalmente la taratura è fatta in modo da leggere sul quadrante dello strumento un valore pari a 0,707 volte il valore massimo cioè il valore efficace di una tensione sinusoidale.

Sulla placca del triodo sono ancora presenti notevoli componenti alternative con la frequenza della grandezza misurata. Perciò, dovendosi limitare la tensione di alimentazione e dovendo altresì fare in modo che le tensioni applicate alla griglia del triodo (comprese le componenti alternative) siano contenute nella zona negativa e non eccessivamente curvata della caratteristica mutua del triodo,

risultano applicabili solamente tensioni di ingresso relativamente limitate.

La sensibilità di tale voltmetro è invece abbastanza grande potendosi leggere comodamente 0,05 V sullo strumento da noi usato che è un comune microamperometro da 200 μ A.

Nel campo delle misure ove le tensioni sono localizzate ai capi di impedenze elevate è necessario disporre di un misuratore che abbia una impedenza interna sufficientemente alta così da risultare molto più grande di quella della sorgente della tensione da misurare. In tal modo l'inserzione dello strumento non produce alterazione apprezzabile al circuito. In caso contrario invece la lettura effettuata non corrisponde al valore che si ha allorchè il voltmetro non è connesso al circuito. La differenza fra il valore letto e quello realmente esistente in assenza dello strumento può essere molto grande.

D'altro canto i collegamenti del voltmetro al circuito sul quale ha luogo la misura, se le frequenze in gioco sono elevate, devono essere della minor lunghezza possibile per non dar luogo a capacità parassite nocive, che in sostanza riducono l'impedenza d'entrata.

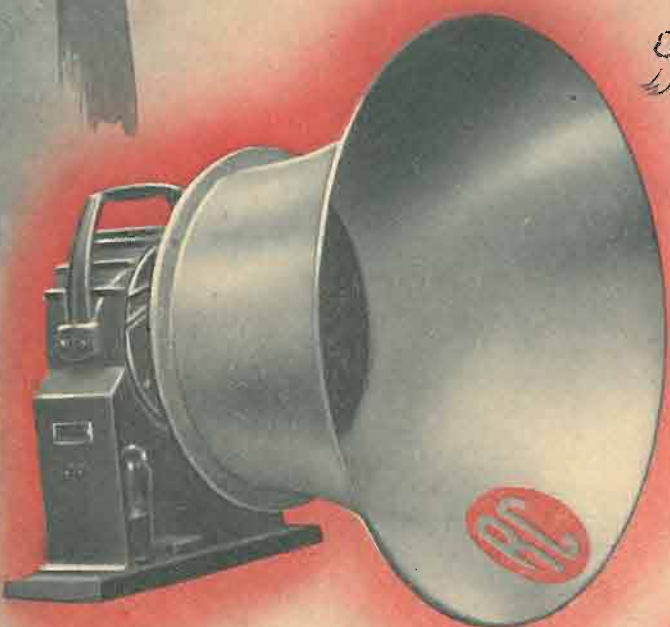
In alcuni misuratori gli elementi del voltmetro sottoposti alle tensioni alternative da misurare sono raccolti in un astuccio di piccole dimensioni (Probe) che può essere agevolmente collocato in prossimità o a diretto contatto con

(1) G. DILDA: *Radiotecnica*. Vol. II, III^a ed. 1945, pag. 147, Levratto & Bella. Torino.

(*) Pervenuto alla redazione il 1-VI-1946. Restituito in seconda stesura l'11-VI-1946.

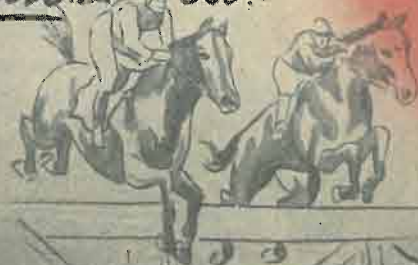


ESCLUSIVISTA
GIUSEPPE MOTTURA
VIA PRINCIPE TOMMASO 9 TORINO
Telefono 62-096



ALTOPARLANTI
PUNTO ROSSO
della RADIOCONI

*tutte le applicazioni
per l'industria
commercio... ecc.*



Bonetto

i morsetti ove deve essere effettuata la misura. Generalmente tale astuccio trova posto nell'interno della cassetta che racchiude tutto lo strumento (General Radio), ed è solo quando si deve eseguire una misura in un circuito in cui (a causa dell'ordine delle frequenze in gioco) la lunghezza dei collegamenti ha un ruolo importante, che l'astuccio viene portato in prossimità del circuito ove si deve effettuare la misura (vedi fig. 1). Nel nostro caso per ragioni di comodità e di dimensioni si è preferito prevedere il voltmetro propriamente detto, separato dal circuito di misura e di alimentazione, anche perchè questo voltmetro elettronico si presta essenzialmente per misure di tensioni a radiofrequenza.

L'astuccio che contiene il triodo del tipo a ghianda è completamente schermato, e, per comodità dello sperimentatore, porta un dispositivo di corto circuito per poter eseguire l'azzeramento ogni qualvolta si procede ad una misura.

Il fronte dell'astuccio è costituito da una lastrina di ipertrolitul, materiale che ha una elevatissima resistività

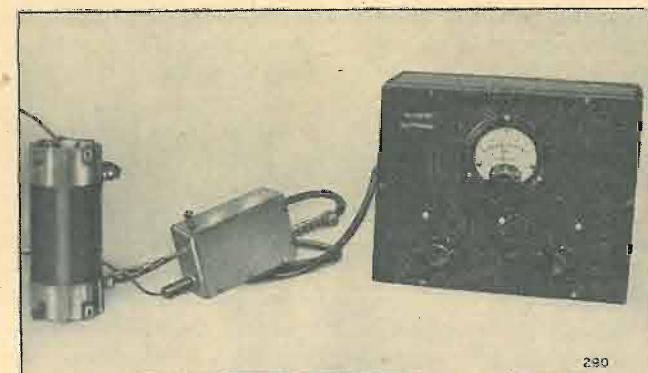
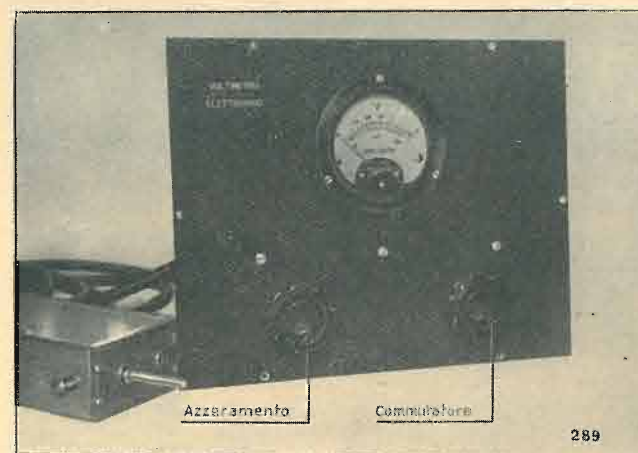


FIG. 1. - Connessione del voltmetro elettronico alla bobina di un circuito in prova.

Il cavo che unisce l'astuccio contenente il triodo è percorso unicamente dalla corrente continua perciò la sua lunghezza non ha importanza agli effetti della misura e non occorre sia schermato.

Il misuratore è studiato in modo che in riposo il microamperometro non sia percorso da corrente. Il dispositivo a ponte che consente l'azzeramento della corrente in condizioni di riposo, è schematizzato in figura 3. Il funzionamento a ponte del dispositivo può essere così illustrato. La corrente anodica percorrendo la resistenza R provoca una caduta di tensione, di conseguenza la tensione anodica del punto A è più piccola della tensione di alimentazione. Dalla presa regolabile su R_0 si applica al microamperometro la stessa tensione del punto A ; in conseguenza di ciò lo strumento non è percorso da corrente. Se durante la misura la corrente anodica varia, l'equilibrio è rotto e lo strumento è percorso da corrente. In altre parole le resistenze che formano i quattro lati del ponte sono quelle che si incontrano rispettivamente fra i punti AB, BD, DT, TA . L'ultima è la resistenza interna del triodo che varia allorchè viene applicata la tensione da misurare. Si ha così il vantaggio di avere a disposizione l'intera scala dello strumento.

Un commutatore a quattro posizioni e due vie, inserito sia sulla rete sia sul circuito di misura, serve da interruttore nella prima posizione, permette nella seconda posizione di alimentare il circuito senza inserire lo strumento



Pannello ed astuccio del voltmetro elettronico descritto.

di massa e superficiale, $>10^8 \text{ M}\Omega$, un basso coefficiente di perdita a radio frequenza, ed una piccola costante dielettrica; infatti è: $\text{tg } \delta = 0,55 \cdot 10^{-3}$; $\epsilon_r = 2,2$.

È noto come il coefficiente di perdita e la capacità d'ingresso influiscano sulla resistenza d'ingresso alle frequenze elevate. Il particolare sopra accennato assume perciò notevole importanza per mantenere elevata l'impedenza d'entrata del voltmetro. La capacità complessiva di entrata misurata a caldo ed alla frequenza di 1 MHz è risultata di 5,5 pF.

La resistenza di ingresso assume i seguenti valori:

- $> 2 \text{ M}\Omega$ per f sino a 1 MHz
- $> 0,25 \text{ M}\Omega$ per f sino a 10 MHz
- $> 0,03 \text{ M}\Omega$ per f sino a 100 MHz.

La frequenza di risonanza del circuito di ingresso ricavata anche in base alle caratteristiche dimensionali del tubo è superiore a 400 MHz.

Il circuito di misura comprende il gruppo $R_1 C_1$ con costante di tempo 0,06 s che con la griglia del triodo ghianda 4671 costituisce il sistema di rivelazione (fig. 2).

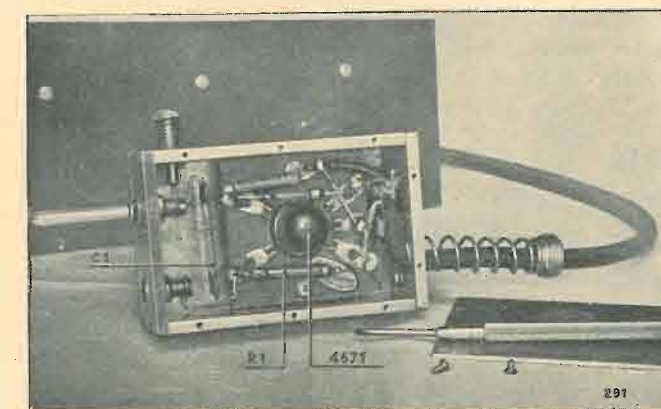


FIG. 2. - Disposizione degli elementi nell'interno dell'astuccio. È chiaramente visibile il triodo a ghianda 4671, e il pulsante di cortocircuito dell'ingresso.

che potrebbe essere danneggiato dall'eccessivo squilibrio iniziale, durante il periodo di riscaldamento. Nella terza posizione avviene l'inserzione dello strumento per la portata maggiore ed infine nella quarta posizione si ottiene la portata minore. Ciò protegge lo strumento da errori di manovra e permette di effettuare le misure con maggiore sicurezza.

La instabilità di lettura durante le misure è dovuta principalmente alle variazioni della tensione di alimentazione per quanto riguarda le cause di errore momentaneo e alla variazione della caratteristica del tubo dovuta al suo esaurimento per quanto riguarda le cause di errore permanente.

L'instabilità di lettura dovuta all'alimentazione può venire evitata ad esempio usando speciali accorgimenti che nel nostro caso sono costituiti dall'inserzione nel circuito di alimentazione di un tubo regolatore al neon del tipo Philips 7475. Nel nostro caso l'inserzione del tubo regolatore compensa in maniera soddisfacente una variazione nella tensione di rete del $\pm 10\%$ nonché la variazione istantanea del carico costituito dal misuratore, dato che le correnti in gioco sono piccole. Il regolatore al neon su indicato consente una variazione della corrente da esso assorbita da 1 a 8 mA a tensione praticamente costante di 96 V che è nei limiti richiesti dal funzionamento del triodo come voltmetro elettronico. Volendo mantenere costante la tensione di alimentazione entro limiti assai vasti è consigliabile l'uso di un trasformatore di alimentazione a ferro saturo (2).

Il campo di misura di questo strumento si estende da 0,05 a 2 V ed il quadrante dello strumento è diviso in

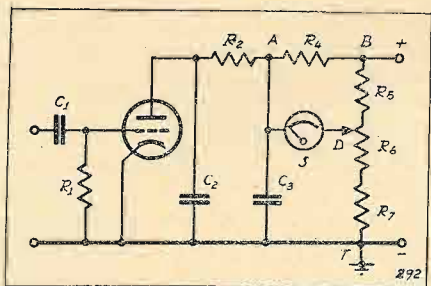


FIG. 3. - Schema semplificato del voltmetro. In esso si distingue chiaramente il circuito a ponte per l'azzeramento.

due scale comprendenti i valori di tensioni da 0,05 a 0,5 V da 0,3 a 2 V.

Usando un microamperometro da 100 μ A la lettura può essere estesa a 0,02 V.

La taratura può essere eseguita a qualunque frequenza fra 50 Hz e 50 MHz, l'errore di lettura nel nostro caso è del $\pm 3\%$, per differenze di potenziale alternativo sinusoidale sino alla frequenza di 100 MHz, oltre questa frequenza ad esso si aggiunge un errore che sale rapidamente sino al 15% a 300 MHz ($\lambda=1$ m). Usando uno strumento ad ampia scala (tipo Galileo Gi2) l'errore di lettura può venire ridotto al 2%.

Impiego.

L'impiego del voltmetro elettronico come abbiamo detto

(2) G. DILDA: Autoregolatori a ferro saturo. «Elettronica», I, 1946, n. 3, p. 102.

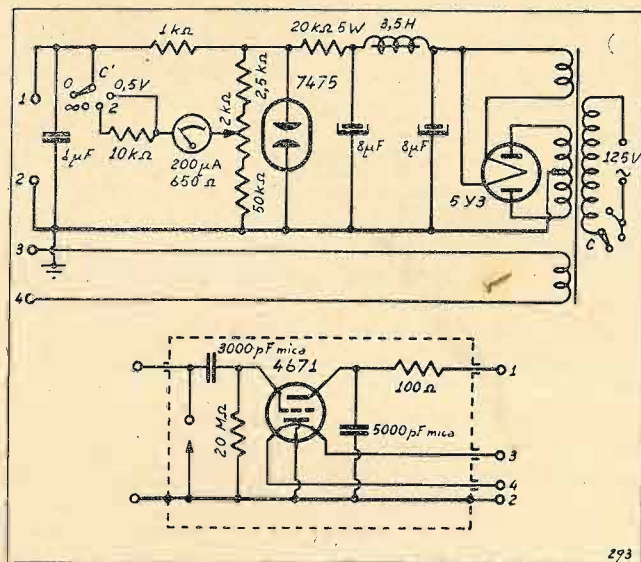


FIG. 4. - Schema elettrico completo del voltmetro elettronico.

sopra è richiesto dove vi sono tensioni alternative ai capi di impedenze elevate.

Il voltmetro descritto è specialmente indicato in unione con il generatore di segnali campione perchè in questo caso sono di solito disponibili per le misure tensioni dell'ordine di quelle che costituiscono il campo di lettura del nostro strumento e che non sono apprezzabili con i voltmetri a rettificazione con diodo.

Questo strumento è comodo allorchè per esempio non si ha a disposizione un Q-metro in quanto esso permette di poter misurare la resistenza dinamica di un circuito oscillatorio R_p e, subordinatamente alla conoscenza dell'induttanza o della capacità dei componenti, il coefficiente s del circuito, di conseguenza la bontà e l'acutezza della curva di risonanza. Nelle misure preliminari sui circuiti accordati di media frequenza e nel rilievo o nel miglioramento in loco di queste curve ci si può valere di questo voltmetro elettronico pe: tracciarle punto per punto.

Valendosi di un capacimetro o avendo a disposizione un condensatore variabile tarato si può ricavare, sempre con l'ausilio di questo voltmetro la capacità residua delle bobine di autoinduzione.

A titolo di esempio desideriamo qui ricordare il procedimento di quest'ultima misura:

— regolato il generatore di segnali su una frequenza definita si porta in risonanza il circuito oscillatorio per mezzo della capacità, e se ne legge il suo valore C_0 . Ciò fatto si porta il generatore sul doppio della frequenza precedente e si legge il nuovo valore della capacità necessaria per ottenere nuovamente la risonanza C_1 . La capacità propria della bobina sarà data da:

$$C_p = \frac{(C_0 - 4C_1)}{3}$$

Oltre a quelle descritte, molte altre interessanti misure per esempio ai capi dei circuiti rivelatori nei radioricevitori, possono venire effettuate col voltmetro elettronico descritto.



M. HULEN: **Un amplificatore di classe C ad elevato rendimento** (230 watts from one 815 - A high efficiency classe - C amplifier circuit) «Q.S.T.», XXIX, aprile 1945, pag. 26-29, con 6 figure e 2 tavole.

È stato provato che è possibile ottenere un rendimento del 90% da un amplificatore di classe C. Questo è un risultato tecnico notevole, poichè esso significa in pratica che può essere applicata ad un tubo una potenza di ingresso pari a 10 volte quella dissipabile sulla placca.

Un elevato rendimento richiede che: θ (angolo di circolazione della corrente anodica) sia compreso tra 120° e 150° ; il minimo istantaneo della tensione anodica sia piccolo; la tensione di alimentazione sia elevata. Ma per ottenere una grande potenza di uscita necessita un grande angolo di circolazione della corrente anodica ed una grande oscillazione nel campo positivo della tensione di griglia. Per una bassa potenza di controllo necessita invece un piccolo angolo θ di circolazione della corrente ed una piccola oscillazione positiva della tensione di griglia. Infine il massimo valore positivo della tensione di griglia deve essere inferiore al minimo valore della tensione anodica. Alcune di queste condizioni sono contraddittorie.

In questa discussione si usa una famiglia di caratteristiche poco nota; quella nel piano v_g, v_a (caratteristiche a corrente costante). Esse sono molto più utili, per questo scopo, degli altri tipi di curve.

In figura 1 tali curve sono rappresentate per il tubo R.C.A. tipo 815. La linea retta $A_1 Q'$ è una retta di carico tipica per l'amplificatore di classe C, essa è stata scelta in accordo coi dati di funzionamento del tubo. L'andamento rettilineo di tale retta di carico sta ad indicare la proporzionalità fra v_a e v_g ossia la sinusoidalità di v_a allorchè v_g sia sinusoidale. Supponiamo che l'oscillazione della tensione di griglia nell'alternanza positiva vada da -45 V (Q') a $+11$ V (A_1), sia quindi complessivamente di 56 V, e che la tensione di alimentazione sia di 500 V. In queste condizioni la corrente anodica comincia a fluire quando la tensione di griglia supera $-31,5$ V. Osserviamo che la tensione anodica è di circa 390 V quando la corrente anodica ha inizio. Questo

valore elevato non è soddisfacente perchè in tal caso la potenza dissipata dal tubo è, nell'istante considerato, elevata. La tensione applicata al carico pure in tale istante è 500-390=110 V cosicchè in quel momento la maggior parte della potenza è dissipata nel tubo. Se si può in qualche modo ridurre v_a si aumenta il rendimento.

Supponiamo di poter variare ad arbitrio la tensione anodica al variare della tensione di griglia, immaginiamo allora di seguire la linea curvata $A_1 Q'$ (tratteggiata). Ora il

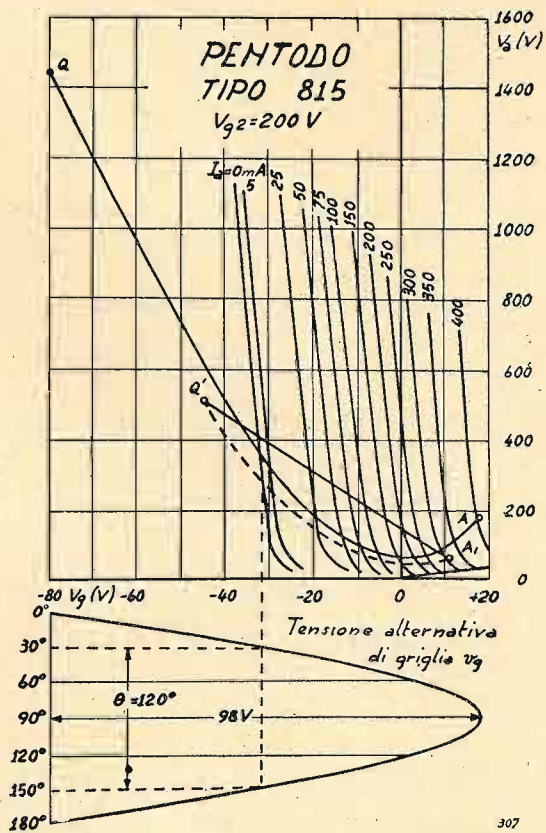


FIG. 1. - Caratteristiche a corrente costante e curva della tensione di griglia per una sezione di una valvola tipo 815.

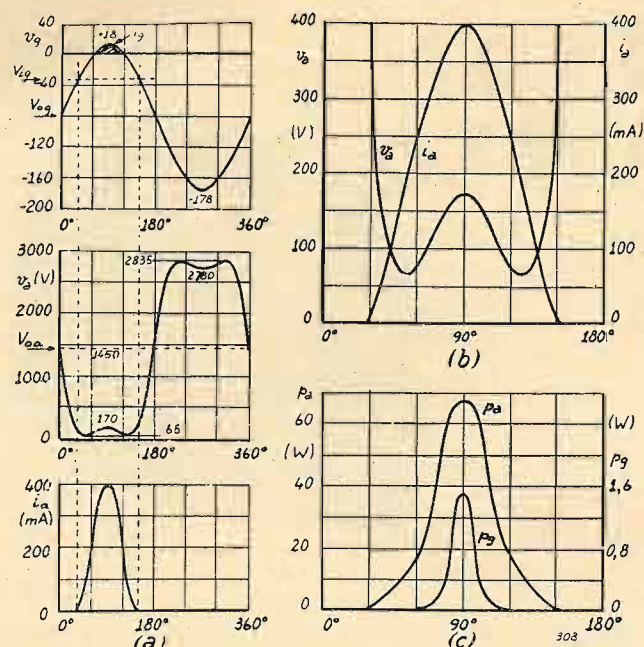


Fig. 2. - a) Andamento delle tensioni e delle correnti nei circuiti di placca e di griglia; b) Corrente e tensione anodiche; c) Potenza istantanea dissipata di griglia e di placca.

valore di v_a all'inizio della circolazione della corrente anodica è solamente 250 V e la tensione all'estremità del carico anodico è pure 250 V. La figura 2a indica quali vengono ad essere in queste condizioni gli andamenti delle tensioni e correnti nei circuiti anodico e di griglia. Sarbacher ha dimostrato che se si inserisce una tensione di terza armonica nel circuito anodico in fase con la componente alternativa fondamentale la linea di carico diventerà proprio quella indicata. La figura 3 mostra il circuito fondamentale.

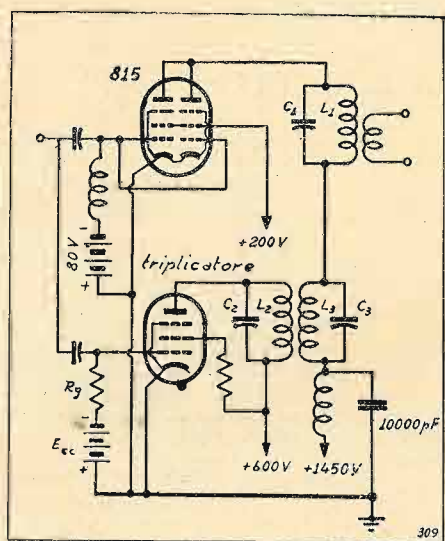


Fig. 3. - Circuito dell'amplificatore ad elevato rendimento.

Nel caso della 815 l'ampiezza della tensione di terza armonica che converrà impiegare dovrà essere pari al 20% dell'ampiezza della fondamentale. In figura 4 è rappresentata la tensione risultante supposta l'ampiezza della fonda-

mentale pari a 1600 V. In figura 2b sono rappresentati gli andamenti della tensione anodica e della corrente anodica supposto l'angolo di circolazione di quest'ultima pari a 120°.

È ovvio che il circuito ausiliario attuato per produrre la tensione di terza armonica dovrà dissipare una potenza sen-

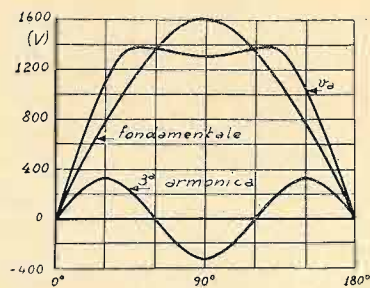


Fig. 4. - Risultato della combinazione della tensione fondamentale con una terza armonica di ampiezza pari al 20% della fondamentale.

sibilmente inferiore a quella risparmiata nel circuito anodico della fondamentale in seguito al suo impiego.

Il circuito ausiliario può pure essere un oscillatore che ha un rendimento molto più elevato del triplicatore di frequenza. Tuttavia mantenere l'oscillatore sincronizzato esattamente sulla terza armonica sarebbe difettoso a meno di sincronizzarlo con una frazione della tensione presa dal tubo principale. Questo può essere fatto ma non è molto adatto. La figura 2c rappresenta l'andamento della potenza anodica istantanea dissipata ottenuta come prodotto delle due curve di figura 2b, e l'andamento della potenza istantanea assorbita dal circuito di griglia, quest'ultima risulta così piccola che qualunque oscillatore di vecchio tipo è in grado di fornirla.

G. T.

Commutatore "trasmettitore-ricevitore", di antenna con tubo a gas (Transmit-receive antenna switching using gas filled tube). «Q.S.T.», XXIX, aprile 1945, con 1 figura.

Diversi metodi sono stati realizzati per commutare l'antenna dal trasmettitore al ricevitore, dei quali il più comune è un commutatore manuale. L'operatore stabilito il contatto con il ricevitore fortuitamente dimentica di azionare il commutatore quando si pone in trasmissione. Persino un relè automatico talvolta manca di agire. Inoltre molti radio-dilettanti sono contrari all'impiego di un soddisfacente relè causa il suo elevato prezzo.

In alcune installazioni un metodo più conveniente è l'impiego di un interruttore elettrico di antenna usando un tubo a gas per cortocircuitare l'ingresso del radiorecettore.

Nel caso di un'antenna mezz'onda alimentata ad una estremità con una linea bifilare come indicato in figura 1, per ottenere la commutazione elettrica un tubo a gas può essere inserito nel punto x. Questo tubo può essere un semplice tubo al neon o all'argon.

Quando il trasmettitore è in funzione la tensione a R.F. innescherà il tubo a gas. Questo cortocircuita la linea in un punto tale da mantenere inalterata l'alta impedenza richiesta all'estremità della linea collegata all'antenna. Il corto circuito impedisce per altro il funzionamento del ricevitore durante la trasmissione. Quando il trasmettitore cessa di fun-

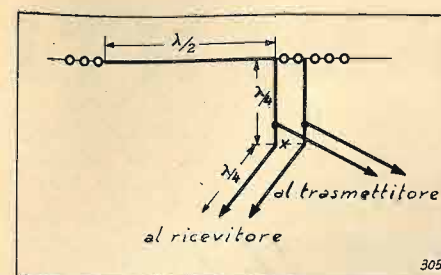


Fig. 1. - Antenna a mezz'onda alimentata ad una estremità attraverso una linea bifilare in quarto d'onda.

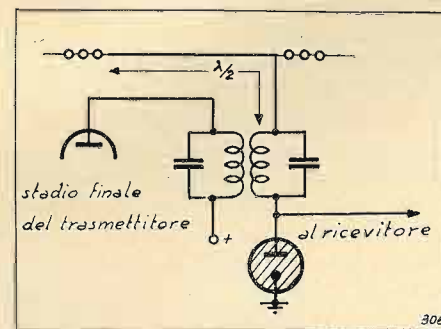


Fig. 2. - Antenna alimentata direttamente nel ventre di tensione. Il tubo a gas cortocircuita il ricevitore quando il trasmettitore è in funzione.

zionare il tubo cessa di essere conduttore, la discesa d'antenna diventa allora una linea aperta a mezz'onda collegata al ricevitore.

Per antenne connesse direttamente all'apparecchio radiotrasmettente si può impiegare il dispositivo indicato in figura 2.

Quando il trasmettitore è in funzione il tubo si accende connettendo il circuito risonante a terra, quando l'interruttore è commutato o la tensione anodica finale è annullata il circuito si apre, connettendo così l'antenna al ricevitore. Il principale vantaggio dell'interruttore elettrico di antenna è che esso una volta installato può essere dimenticato. Il costo di un tubo a gas è nella possibilità di qualunque sperimentatore. Naturalmente deve essere scelto un tubo avente una corrente di carico sufficientemente elevata.

L'autore afferma che in un'apparecchiatura fornita dell'interruttore elettrico descritto nessuna differenza si è potuta rilevare durante la trasmissione rimpiazzando il tubo con un cortocircuito metallico.

G. T.

Il nuovo tubo trasmettitore: Eimac 4-125 A (New transmitting tube the Eimac 4-125-A) «Q.S.T.», XXIX, aprile 1945, pag. 45.

La Casa Eimac annuncia il nuovo tetrodo tipo 4-125A per altissima frequenza di media potenza. Le sue dimensioni (altezza ~11 cm, diametro bulbo ~5,5 cm) sono piccole in confronto ai 500 W di massima potenza di alimentazione. Pure piccola è la potenza richiesta per l'eccitazione della griglia, che è di 2,1 W per una potenza di uscita di 375 W. Una coppia di questi tubi agenti in un circuito controfase normale con 1 kW di potenza di alimentazione, darà una potenza di uscita di 750 W con 4 W di eccitazione di griglia per qualunque frequenza fra 1 MHz, e 120 MHz, 500 W a 150 MHz e 350 W a 215 MHz.

La neutralizzazione non è necessaria fino a 100 MHz. Quando la neutralizzazione è richiesta, il metodo normale

non è raccomandato. Invece conviene usare un condensatore variabile connesso tra ogni griglia schermo e la massa. Siccome questa inserzione influenza i circuiti accordati, un cambiamento della messa punto di questo condensatore è necessario per qualunque apprezzabile cambiamento della frequenza in uscita. La tensione di griglia schermo è applicata attraverso una induttanza di arresto.

La griglia schermo è retta da due supporti connessi ad un disco interno schermante, che a sua volta è retto da due conduttori scabri connessi attraverso la base a due terminali del tubo. Un rivestimento esterno si affaccia ai terminali del disco schermante, e si rende possibile una quasi completa schermatura collegando questo rivestimento a massa. La connessione della placca è fatta al cappuccio sulla sommità del tubo.

CARATTERISTICHE DI LAVORO DEL TETRODO EIMAC 4-125 A

Tensione del filamento	5 V
Corrente del filamento	6,3A
Capacità griglia-placca (senza schermo, base a massa)	0,03 pF
Capacità di ingresso	10,5 pF
Capacità di uscita	3 pF
Tensione anodica	2000 3000 V
Corrente anodica	200 163 mA
Tensione di griglia schermo	350 350 V
Corrente di griglia schermo	25 50 mA
Tensione di griglia	-150 -150 V
Corrente di griglia	8 8 mA
Potenza di uscita	300 375 W
Potenza di alimentazione	400 500 W
Potenza dissipata sull'anodo	100 125 W
Ampiezza della tensione di ingresso a R.F. di griglia	260 270 V
Potenza di controllo (appross.)	2 2,1W
Guadagno di potenza (appross.)	150 178

G. T.

ERRATA CORRIGE

Nell'articolo intitolato: «Trasmettitore da 25 Watt» comparso nel numero 5 di «Elettronica» a pagina 198, oltre ad aver dimenticato il nome dell'autore: E. G. Hamnet (che del resto compare nell'indice e nella parte precedente dello stesso articolo pubblicata nel n. 4) si è incorsi in un errore tipografico nella trascrizione del numero di spire del primario del trasformatore per il quale al posto di 100 + 100 spire ecc. (pag. 200, 26a riga dal basso) si deve leggere: 1000 + 1000 spire ecc.

COMUNICAZIONI AGLI "OM"

A seguito accordi presi con società estere, iniziamo il movimento QSL per gli Associati. Perciò gli OM che lo desiderano possono rimetterci i loro QSL che noi provvederemo al loro rapidissimo inoltrare.

Attualmente sono giacenti QSL per i seguenti nominativi: 1IAZ, 1IBM, 1INT, 1IZK, gli interessati possono richiederli alla nostra Direzione.

Si richiamano gli OM all'osservanza delle norme internazionali radiantistiche, ed a voler dar prova di correttezza, serietà e maturità tecnica.

CRITICHE E COMMENTI

COMMENTO..... AD UN COMMENTO!

(Vedi «Radiogiornale» n. 3, 1946).

Dall'ing. *Spriano* di Alessandria Presidente del Gruppo Radianti del Radio Club Italia riceviamo e pubblichiamo.

• Siamo spiacenti anzitutto che ad una aperta leale e corretta critica di fatti e di operati (e non di Enti e persone in sé) fatta da parte nostra, si sia risposto da parte, mi si passi il termine, avversa, con un articolo nel quale non certo eccelle la serena obiettività nel contrapporre fatti a fatti, ma una acrimonia che noi vogliamo attribuire unicamente al commentatore anonimo e non a tutto l'Ente a nome del quale sarebbe lecito interpretare il commento.

E veniamo ai fatti; le persone di poco scrupolo (e noi non raccogliamo l'offesa) a cui il commentatore accenna, non hanno affatto approfittato di alcun silenzio imposto, poiché dal 10 gennaio ad oggi esiste un solo documento ministeriale trasmesso in via riservata: lo schema definitivo di legge inerente ai permessi radiantistici e che nemmeno noi abbiamo pubblicato. Tutto ciò che si è fatto prima non era vincolato da segreto alcuno, come lo dimostra il fatto che noi abbiamo pubblicamente esposto tutto agli OM, i quali pubblicamente hanno espresso le loro disapprovazioni, hanno proposto emendamenti, e senza che alcun provvedimento punitivo abbia colpito nessuno. Anzi abbiamo trovato presso i vari Ministeri, persone che veramente comprese del significato della parola democrazia li hanno volentersamente presi in riesame e dove occorre li hanno modificati. I nostri, cosiddetti assalti proditori, e che noi invece insistiamo a chiamare critiche aperte, sono sempre stati effettuati in pubblico, davanti a persone di tutte le categorie, invitando formalmente a parteciparvi anche i signori Soci dell'ARI, i quali anzi sempre sono stati invitati in persona dei loro delegati al tavolo degli oratori onde controllassero i documenti che venivano letti: sì, caro commentatore anonimo, perchè i nostri oratori fino ad oggi hanno sempre condotte le riunioni unicamente sulla scorta dei documenti ufficiali scambiati fra il nostro Ente ed i competenti uffici Ministeriali, e detta lettura in contrasto col silenzio di altri, è forse il movente che ha originato i commenti e le critiche in proposito, critiche che anche noi abbiamo più di una volta e lealmente fatte. Pertanto se ciò che abbiamo fino ad oggi detto è tacciato di corbelleria e di mala fede, dovremo logicamente girare tale taccia agli uffici Ministeriali dai cui documenti abbiamo tratta la materia in causa.

Prendiamo poi per una amenità la citazione Hitleriana, o non diamole peso, perchè essa è nella forma e nella sostanza un non senso, e perchè francamente siamo ormai eccessivamente stanchi di tedeschi!

E non vale caro commentatore anonimo, citare a più riprese la lealtà onde obbligare il prossimo a fare unicamente le cose in famiglia. E quando anche così fosse, vuoi che ti citi i casi di lamentele fatte in famiglia e che si sono concluse come tu meglio di me saprai? Ne vuoi i nomi e le date?

Dovremmo poi sorvolare anche sulle elezioni, in quanto esse hanno un ricordo di tempi ormai lontani. Infatti la lista

dei nomi proposti comprendeva esattamente tanti nomi quanti erano i seggi. E poi, perchè a tale proposito non citi anche la ARRL, non ammette ai posti direttivi persone direttamente interessate nella produzione e nel commercio radio in quanto una società di amatori non deve offrire alcuna possibilità tranne quella di curare unicamente ed esclusivamente gli interessi dei radioamatori?

E veniamo alla ricca documentazione: abbiamo scorso attentamente i numeri del Radiogiornale che citi, ed anche il n. 3 e francamente non vi abbiamo trovato nulla di essenziale, se si eccettua il comunicato relativo ai cinquanta permessi, a quel tempo anch'esso inesatto nei termini. Dove sono le esposizioni dei passi compiuti, dei pareri richiesti, delle obiezioni fatte, ecc.? E le quattro circolari, che qualche compiacente amico ci ha fatto vedere perchè era persona senza acredine, cosa contengono di importante? Sono poche quattro circolari per il lavoro fatto e i rischi che nel frattempo si sono corsi! Non sono molte nemmeno le nostre 16, è vero, ma esse almeno hanno servito a portare a conoscenza di tutti i passi fatti, hanno richiesto il parere di moltissimi OM su quello che vi era da fare e sulle decisioni da prendere, ecc. Non sono segrete le nostre circolari, e tutti, anche i non soci possono prenderne visione presso qualunque direzione provinciale.

Caro commentatore anonimo, è passata ormai la demagogia, e sono passati i tempi in cui era lecito prendere cappello... e provvedimenti se qualcuno si permetteva di fare qualche critica! Sono tramontati gli infallibili, ed oggi tutti gli OM hanno anch'essi il diritto di sapere cosa si fa in nome loro e per loro, di dire il loro parere e di criticare apertamente un operato salvo (se ne sarà il caso) riconoscere lealmente di aver errato nella critica. Ma il tuo famoso commento non ne dà ancora l'occasione e il motivo, troppo superficiale, senza dati di fatto e soprattutto troppo acido.

Infine sarà bene chiarire ancora un punto: noi non intendiamo boicottare nessuno anzi; lo sai che dei permessi disponibili al R.C.I. ben i 7/10 sono stati assegnati agli OM Arini molti dei quali nemmeno Soci del R.C.I. ed addirittura indipendenti? E coloro che non possono prendersi una tessera non hanno il diritto di avere quello che hanno tutti gli altri?

Noi stimiamo ed amiamo tutti gli OM, anche se criticiamo... i mali passi, e siamo ben lieti se qualcuno può in qualunque momento correggerci o suggerirci qualche cosa di buono, in qualunque modo lo faccia, purchè raggiunga lo scopo di essere utile a tutti.

E ci sarebbe ancora da accennare a quello che riguarda la consorella «Radio Club Piemonte», di Torino, che pure anche se non sulla stampa ha avuto le sue. Basti dire che noi apprezziamo ogni sforzo tendente al bene comune, e pertanto se occorrerà ci affiancheremo anche a Lei perchè come ho già detto ammettiamo la critica, ma non l'attacco astioso, come pure per lei è già stato fatto.

RADIO CLUB ITALIA. Gruppo Radianti
Il Presidente: *Pietro Spriano*
Via Alessandro Sappa, 1. Alessandria

TIPOGRAFIA L. RATTERO. VIA MODENA 40 / TORINO

Elettronica

GELOSO

BOLLETTINO TECNICO GELOSO
PUBBLICAZIONE TRIMESTRALE
AUTUNNO 1940
SPECIEZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE

BOLLETTINO TECNICO GELOSO
PUBBLICAZIONE TRIMESTRALE
SPECIEZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE
Autore Responsabile
G. GELOSO
UBBIA
BRENTA, 29
LANO
34183
34184
34185
34187
4192

BOLLETTINO TECNICO GELOSO
N. 36
APRILE 1946
REDAZIONE: VIALE BRENTA, 29
MILANO - TEL. 54.183 - 54.184 - 54.185

SOMMARIO
Amplificatore portatile G-5V.
Amplificatore G-15R.
Amplificatore ad accumulatore G-18R.
Amplificatore G-30A.
Prodotti Nuovi.

GELOSO S.P.A. - MILANO
MATERIALE DI ALTA QUALITÀ
AGENZIA PER LA VENDITA
GELOSO - MILANO

Studio
Ricerca
Esperimento

Sono alla base
l'industria moderna

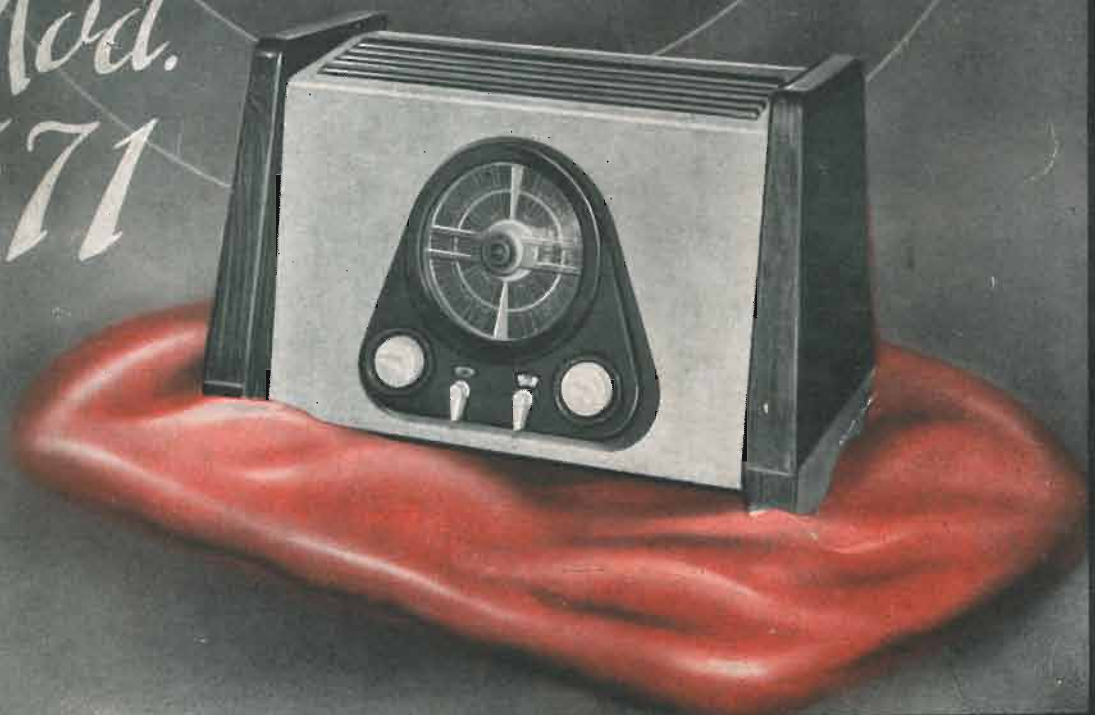
L.150 netto

no arretrati

*il classico
musicale*

PHONOLA
Radio

*Mod.
571*



Bonetto

1182