

PARTE II

**IL LABORATORIO
DEL RADIORIPARATORE**

CAPITOLO X

IL LABORATORIO

49. Il reparto commerciale.

Un laboratorio con una clientela sufficientemente estesa sia fra i privati che fra i rivenditori di apparecchi radio, deve disporre di un reparto commerciale che si interessi della pubblicità, del continuo contatto con la clientela, specie dei rivenditori, del ritiro e consegna degli apparecchi, dell'acquisto alle migliori condizioni delle varie parti necessarie alle riparazioni e si mantenga perfettamente aggiornato dei prezzi e loro variazioni.

Esso costituirà il contatto diretto fra clienti che richiedono preventivi o informazioni sullo stato della riparazione del loro apparecchio ed il laboratorio vero e proprio, per quanto in molti casi siano preferibili colloqui diretti fra tecnico e cliente, per una maggiore soddisfazione di quest'ultimo.

Esso deve anche provvedere a fornire al laboratorio tutti i dati relativi ai nuovi tipi di apparecchi del commercio, come raccolta di listini, corrispondenza con i costruttori per ottenere schemi elettrici, note di servizio, ecc. che arricchiranno la cartoteca del laboratorio. Curerà l'acquisto di blocchi di materiale a prezzi vantaggiosi, d'accordo con il tecnico del laboratorio, in vista di eventuali possibilità di impiego e di apparecchi di tipo vecchio o la loro sostituzione con tipi nuovi presso i clienti sempre tenendo presente le possibilità di una remunerativa messa in ordine del ricevitore o di una sua modifica o adattamento.

Ogni apparecchio o parte di esso che va consegnata al laboratorio dev'essere accompagnata da un cartellino su cui è indicato il nome e indirizzo del cliente o un numero a cui corrispondono su di un registro i dati suddetti. Si possono far stampare cartellini più complessi su cui vanno indicati i difetti ri-

scontrati durante la riparazione, i prezzi delle parti adoperate, il preventivo fatto al cliente, le osservazioni da fare a questo al momento della consegna, ecc.

È importante dare al cliente la sensazione che il prezzo richiesto sia quello giusto, corrispondente al lavoro effettuato. L'uso di cartellini completi di annotazioni è molto raccomandabile.

È utile che il cliente, specie se un privato, entri nel laboratorio e segua le fasi della ricerca del guasto ed eventualmente la relativa riparazione dell'apparecchio? Non si vuole qui risolvere questa questione ma semplicemente porla al radioriparatore.

Il cliente è diffidente. Chi dispone di un laboratorio molto bene attrezzato, organizzato, ed ha una buona pratica in materia, ha forse da temere di mostrare tutto ciò a chi affida alle sue cure il proprio apparecchio? Indubbiamente un gabinetto medico bene attrezzato genera nei pazienti una maggiore fiducia. Una buona organizzazione giustifica anche un prezzo più elevato.

Oltre a ciò un laboratorio in cui si curino questi particolari genera anche in chi lavora una migliore disposizione ad un rendimento elevato ed una maggiore soddisfazione.

Buona pratica è di applicare posteriormente allo chassis di un ricevitore, in modo che risulti visibile a prima vista, con un timbrò comprendente anche la sigla del laboratorio, un numero progressivo con cui si può facilmente rintracciare il bollettino contenente le indicazioni di riparazioni effettuate quando l'apparecchio venga riportato dal cliente per un nuovo guasto o insoddisfazione.

Superfluo aggiungere che il reparto commerciale curerà la parte amministrativa sia normale ad ogni azienda che particolare dei laboratori di radioriparazioni come la tenuta dei libri di carico e scarico, le notifiche alla Società esercente le radioaudizioni, ecc.

50. Il reparto tecnico.

Il laboratorio è diretto da un tecnico coadiuvato nella esecuzione dei lavori da altri con uguale o minore competenza che lo libereranno da tutte le operazioni d'indole puramente ma-

nuale o facili da eseguire dietro poche indicazioni o che provvederanno indipendentemente alla riparazione di apparecchi di cui si siano individuati i guasti. Un solo tecnico con buona competenza, se coadiuvato ed attrezzato perfettamente, può riparare in media una decina di apparecchi al giorno, pur tenendo presente che non sono rari gli apparecchi che richiedono molte ore per la ricerca del guasto e la loro messa a punto. La difficoltà dell'individuazione del difetto, lo schema elettrico del circuito e la disposizione effettiva delle parti che lo costituiscono richiedono sovente un esame approfondito che può richiedere un tempo notevole non sempre disponibile. In tali casi occorre incaricare chi abbia più tempo di rilevare lo schema, la disposizione delle parti, lo stato delle valvole, ecc.

È inutile dire che le considerazioni fatte vanno per così dire tagliate nel caso di piccoli laboratori, ma esse sono utili dal punto di vista generale, poichè ogni laboratorio può essere man mano attrezzato ed è bene seguire una certa linea di condotta.

Schematicamente la suddivisione del laboratorio può essere fatta così: reparto ricezione, montaggio e consegna degli apparecchi; reparto collaudo; reparto avvolgimenti e riparazione di parti varie.

Allorchè l'apparecchio è portato in laboratorio si procede ad una prima verifica per controllare lo stato generale di esso e se vi siano parti come trasformatori, bobine e simili da dover ricostruire.

È necessario disporre di una raccolta quanto più è possibile completa di schemi di ricevitori, amplificatori, apparecchiature, facilmente rintracciabili a mezzo di un indice generale a cartellini.

Ogni schema va corredato, non appena si abbia in esame un apparecchio ad esso corrispondente, dei valori delle tensioni presenti nei vari punti del circuito, dei resistori, dei condensatori, della frequenza a cui è accordato l'amplificatore di FI, se tali dati non sono già indicati, di uno schizzo relativo alla disposizione della cordina, se questa presenta un minimo di particolarità. È facile aggiungere su di un foglietto allegato schizzi relativi alla disposizione di parti del circuito, quando queste sono raggruppate su basette con collegamenti sottostanti non individuabili immediatamente, e note sui difetti riscontrati che possono essere caratteristici di alcuni apparecchi.

Tutto ciò fa realizzare una notevole economia di tempo, perchè anche al tecnico più pratico la cognizione del circuito elettrico dell'apparecchio in esame facilita enormemente la diagnosi del guasto.

Una raccolta di valvole è indispensabile in ogni laboratorio; è utile disporre anche di duplicati di quei tipi di cui si è soliti fare uso in vari stadi dei ricevitori. Tutte le valvole di dote del laboratorio vanno contrassegnate con decalcomanie o segni di vernice.

Si deve eseguire il controllo accurato di tutte le parti staccate che si acquistano, si tratti di resistori, condensatori o valvole prima di immagazzinarle, anche per poter effettuare immediatamente eventuali reclami al fornitore.

Il locale in cui si installa il laboratorio non è sempre adatto a tale uso. Luce, pulizia ed ordine sono tre fattori indispensabili per un lavoro rapido ed accurato, ma occorre anche che il locale sia perfettamente asciutto ed arieggiato. Gli strumenti che vi sono adoperati sono particolarmente sensibili alle condizioni dell'ambiente.

L'illuminazione elettrica dev'essere razionale: in un apparecchio si debbono vedere perfettamente tutti i minimi dettagli quindi su ogni posto di lavoro va montata una lampada con supporto snodabile e riflettore metallico smaltato con lampada di circa 60 watt. Per l'illuminazione generale del laboratorio si farà uso di lampade con riflettori o di lampade fluorescenti tubolari a luce bianca.

51. Disposizione generale.

Tutti gli strumenti per il laboratorio debbono essere del tipo trasportabile. In alcuni laboratori è senza dubbio di effetto reclamistico un pannello ben lucido con numerosi strumenti e lampadine di diverso colore, accese, fissato ad un banco espressamente costruito, ma l'uso in pratica di un tale complesso porta ad una maggior perdita di tempo.

Sul banco di lavoro vi è sempre qualche apparecchio in riparazione che impedisce di metter presso l'ohmmetro quello di cui si debbono controllare venti o trenta resistori. Se l'ohmmetro disponibile è piccolo, portatile, lo si tiene facilmente sott'occhio mentre con i due puntali di contatto si prova un

resistere alla volta, ma se l'ohmmetro fa parte del pannello si dovrà, per ogni resistore, girare la testa o allungare il collo per leggere il valore indicato dallo strumento, con conseguente perdita di tempo.

Una buona soluzione è di costruire un banco con un pannello frontale con cavità in cui entrano le varie apparecchiature, disposte in modo sufficientemente armonico ma anche rispondente alle necessità di utilizzazione. Tutte le apparecchiature (voltmetri, generatore, oscilloscopio, ecc.) non sono fissate in alcun modo al pannello ed i loro cordoni di alimentazione vanno innestati in prese disposte in fondo alle cavità, prima di infilarvi lo strumento.

Il laboratorio avrà dei tavoli disposti lungo le pareti e smontati quando è possibile da una scaffalatura ad uno o due piani. Oltre al banco particolarmente adibito alle riparazioni e collaudo dei ricevitori ve ne sarà uno ben solido per i lavori meccanici con i relativi utensili più ingombranti fissati ad una rastrelliera verticale murale, mentre nei cassettei previsti sotto il banco si metteranno suddivisi in tante scatolette i vari attrezzi ed utensili più piccoli.

È utile un banco per smontare gli apparecchi dai mobili e per il loro montaggio dopo la riparazione: su questo banco si effettueranno anche i primi collaudi e quello finale, lasciando in funzione l'apparecchio per qualche ora dopo averlo completamente rimontato nel mobile.

Ogni avvolgitrice avrà il suo tavolinetto di dimensioni sufficienti per la macchina, il motorino ed il tendifili, se separato, oltre allo spazio necessario per la carta tagliata a misura, le forbici, il saldatore ed il provacircuiti.

I resistori ed i condensatori vanno suddivisi nei cassettei di un adatto mobiletto a loro volta suddivisi in caselle sul cui bordo è scritto in modo chiaramente visibile il valore relativo. Fuori ai cassettei su cartellini bianchi le varie indicazioni 0,5 W, 1 W, 2 W ecc., mica, tubolari, elettrolitici ecc. Nello stesso mobile saranno disposti vari piani di legno compensato asportabili, con fori in cui si infileranno le valvole di dotazione del laboratorio. La distanza fra i piani sarà sufficiente a non farle urtare fra loro in qualsiasi modo siano infilate. I piani verranno contrassegnati per le serie 2,5 V, 4 V, 6,3 V europea e 6,3 V americana, speciali ecc. In altri cassettei saranno contenute nelle

varie caselle viterie assortite e dadi relativi, fascette per elettrolitici, pagliette, terminali, morsetterie varie, zoccoli per valvole, puleggine, bottoni, squadrette di metallo, striscette di bachelite con pagliette, occhielli, pagliette con occhielli ecc.

Biblioteca e cartoteca disporranno di un loro scaffaletto su di una scrivania su cui sono i cartellini per gli apparecchi, i timbri, i fogli da allegare agli schemi con gli appunti sui difetti, ecc.

Abachi montati in quadretti attaccati al muro aggiungono una nota interessante: diagrammi della dissipazione in watt, reattanze di induttanze e capacità alle varie AF e RF, tabelle a colori del codice RTMA, tabelle delle frequenze dei trasmettitori più importanti, tabelle dei conduttori di rame, sono utili ad ogni riparatore.

52. Le misure del radioriparatore.

Le misure hanno un'importanza fondamentale nel lavoro che il radioriparatore deve espletare giornalmente.

Misurare esattamente le tensioni nei vari punti del circuito significa conoscere che, se esse hanno i valori medi che ci si attendeva, almeno il 90 % delle parti del circuito è in ordine. Non è sufficiente misurare solo le tensioni per giudicare le condizioni di un ricevitore ma è sempre la prima operazione da effettuare: le misure di corrente, di capacità, di frequenza, dell'efficienza delle valvole si impongono ugualmente al radioriparatore coscienzioso. Se questi vuole effettuare una riparazione nel minor tempo possibile con la massima sicurezza di stabilire le cause determinanti il guasto, di evitare il loro ripetersi e restituire il ricevitore al cliente dopo averlo messo nelle condizioni di massima efficienza, è indispensabile un attrezzaggio adeguato.

Effettuando tutte le riparazioni con piena competenza e con la massima accuratezza si acquista la fiducia della clientela ed anche in casi di contestazioni si hanno molti elementi in favore per dimostrare la propria irresponsabilità per il prodursi di nuovi guasti.

Le misure che si effettuano in tutti i campi scientifici hanno un certo limite di precisione. Quelle che il radioriparatore deve eseguire su un ricevitore hanno come limiti l'1 al 10 %. Questa

notevole latitudine è dovuta anzitutto al non conoscere la precisione effettiva degli strumenti con cui si lavora, poi alla possibilità di variare entro questi limiti le tensioni di alimentazione senza che si abbiano apprezzabili variazioni nel rendimento del ricevitore, ed infine agli errori che in modo variabile introducono resistenze che risultano in serie all'alimentazione.

Malgrado ciò è necessario che il radioriparatore abbia un'idea approssimata della precisione dei suoi strumenti e degli errori che introducono quando si effettuano misure in determinati punti del circuito. La loro costruzione deve essere accurata per offrire la garanzia che non si abbiano variazioni impreviste nella loro precisione.

Le misure di tensione sia in continua che alternata vanno eseguite con un voltmetro che abbia una resistenza interna di almeno $1000 \Omega/V$, possibilmente anche $20\,000 \Omega/V$ per le misure nei punti con elevate resistenze in circuito.

Se con uno strumento preciso all'1 % si vogliono effettuare misure con approssimazione dell'1 % occorre che la resistenza dello strumento sia di 100 volte superiore a quella del circuito in cui lo si « introduce ». Ciò comporta in molti casi un valore così elevato della resistenza interna dello strumento da dover adoperare voltmetri elettronici.

Le misure di corrente sono generalmente utili come una maggior conferma delle condizioni di lavoro del circuito dopo le misure di tensione ma ci si può esimere dall'effettuarle eseguendo le misure delle resistenze nel circuito e calcolando le correnti dalle cadute di tensione riscontrate su di esse. In alcuni casi la misura delle correnti permette una maggior precisione nella determinazione delle tensioni presenti nei vari punti di un circuito quando vi siano resistenze molto elevate.

Le misure di capacità sono molto più utili di quanto si sia soliti apprezzare, ma occorre misurare con precisione del 5 % anche le capacità da 10 a 500 pF. Queste fanno parte di circuiti oscillatori e l'alterazione del valore (quasi sempre in difetto) rispetto quello indicato è tutt'altro che rara.

Le misure di resa a frequenze stabilite permettono di controllare l'allineamento di circuiti a RF e FI e di ricavare la loro curva di selettività. Disponendo di un adatto attenuatore si può misurare almeno approssimativamente la sensibilità del ricevitore.

Le misure di resa a frequenze stabilite nei circuiti di AF permettono di controllare le qualità di riproduzione dei circuiti che fanno capo all'altoparlante senza però far entrare in gioco la resa acustica di quest'ultimo. La precisione dei generatori RF dovrebbe essere molto maggiore dell'1 % ma lì si può controllare periodicamente con le lunghezze d'onda delle stazioni trasmittenti.

Il controllo dell'efficienza delle valvole va eseguito con una precisione maggiore di quella fornita dai comuni apparecchi del commercio che danno come risultato buono-dubbio-giusto.

53. Strumenti per il laboratorio.

Gli strumenti del laboratorio avranno ognuno un uso specifico e cioè si farà possibilmente uso di uno strumento per ogni misura: tensioni, correnti, resistenze, capacità.

Essi debbono servire ad un lavoro differente da quello che esegue il radioriparatore che va a verificare l'apparecchio in casa del cliente: egli ha uno strumento che deve racchiudere nel minor spazio possibile tutte le portate e tutte le applicazioni a cui lo si può assoggettare.

In laboratorio è invece molto comodo eseguire più misure contemporaneamente, specie nella ricerca di difetti saltuari, e l'uso di più strumenti fa perdere meno tempo in molti casi.

Per la misura delle tensioni occorre un voltmetro a bobina mobile con $1000 \Omega/V$ con le portate di 5, 15, 50, 100, 500, 1000 V corrente continua ed uno, con la stessa resistenza interna ma a raddrizzatore, per corrente alternata, da 5, 10, 50, 200, 500 V.

Un amperometro a ferro mobile permette con eguale precisione la misura di correnti continue e alternate; esso avrà le portate di 1 e di 10 A.

Un wattmetro elettrodinamico ha una scala molto uniforme ed uno per la portata di 300 W permette di leggere carichi al disotto di 5 W e quindi di apprezzare accuratamente, con l'uso contemporaneo di un amperometro, per qualsiasi tipo di trasformatore la corrente di magnetizzazione assorbita a vuoto o eventuali perdite.

Per la misura di resistenze un ohmmetro, possibilmente con shunt magnetico, si presta ottimamente per misure da qualche

frazione di ohm a 100 000 Ω . Per resistenze elevate si adopererà uno strumento di 1 mA con un alimentatore con tensione oltre 100 V, con cui si effettueranno solo misure di resistenze da 100 000 Ω in poi e anche misure d'isolamento dei condensatori.

Un capacimetro a lettura diretta è indispensabile per le misure da effettuare su condensatori già montati negli apparecchi.

Per la prova di condensatori elettrolitici un ponte come quello di fig. 160 ha i requisiti necessari: per esso si farà uso degli strumenti del laboratorio.

Per la misura delle induttanze si farà uso di un dispositivo che sarà adoperato anche per la misura di capacità, del tipo di fig. 161.

Un oscillatore ad AF del tipo di fig. 192 ed un generatore RF del tipo di fig. 205, costituiscono con un provavalvole simile a quello di fig. 178 un complesso raccomandabile. Un osciloscopio con tubo catodico di 5 a 7 cm di diametro è sufficiente per qualsiasi scopo.

Il tecnico che si reca a domicilio dei clienti si munirà di un analizzatore portatile di cui esistono modelli costruiti da molte case. Questi apparecchi debbono raggruppare tutti i tipi di misura ch'è possibile, compatibilmente alla grandezza e sensibilità dello strumento e con il suo prezzo. Un normale analizzatore permette le seguenti misure: in volt in corrente continua con portate 3, 10, 50, 100, 500, 1000 V; in volt in corrente alternata con portate 5, 10, 50, 200, 500, 1000 V; in corrente continua con portate 5, 10, 100, 200 mA; di resistenza con portate 300 e 100 000 Ω , f.s.; di capacità con portate 0,001 a 10 μ F.

Esso naturalmente potrà essere adoperato come misuratore d'uscita e dovrà poter controllare le valvole sia europee che americane di qualsiasi tipo, sia utilizzando un cordone d'innesto all'apparecchio radio, e quindi misurando le condizioni di funzionamento in cui si trova la valvola sul ricevitore stesso, sia controllandola con mezzi propri, cioè con un'apposita sorgente di tutte le tensioni necessarie. A parte di un tale apparecchio di prova il collaudatore dovrà avere un generatore RF modulato per la messa a punto rapida di un radio ricevitore,

con l'ausilio del voltmetro in alternata adoperato come misuratore d'uscita.

Un simile equipaggiamento, corredato di tutti gli attrezzi indispensabili e di una certa scorta di resistori, condensatori e di alcune valvole, dei tipi che si sappia far parte dell'apparecchio da dover verificare, entrano facilmente in una valigetta di dimensioni molto ridotte.

È utile disporre di un regolatore di tensione ad autotrasformatore, da 300 W, che con una contattiera all'entrata della rete permette di mantenere costante la tensione su alcuni quadretti di distribuzione disposti in vari punti sui banchi di collaudo. Ognuno di questi quadretti ha, per ogni presa, un fusibile bipolare, innesti per spine normali, un morsetto collegato a terra attraverso un condensatore di 0,1 μ F ed una serie di morsetti a cui possono, essere applicate tensioni variabili fornite da un alimentatore anodico: è utile disporre di 300 V e 100 mA che possono essere utilizzati per l'eccitazione di dinamici, l'alimentazione di ricevitori e di vari strumenti di misura e collaudo, che saranno montati senza l'alimentatore.

Un altoparlante elettrodinamico, montato in una cassetta, ha il trasformatore d'ingresso con prese multiple al primario per adattarlo a vari carichi al primario (vedere la tabella XXXII p) per i dati costruttivi).

Il reparto avvolgimenti dovrà essere attrezzato con un'avvolgitrice, che permetta il bobinaggio stratificato, con interposizione di carta di trasformatori di alimentazione e di AF, bobinaggi ammassati per bobine di campo di dinamici, bobine di cuffie ed altoparlanti, bobine su tubi di cartone ed a nido d'api. Un supporto con una manovella, con asse filettato sinistro e cricchetto, per non aversi lo svolgimento del filo quando la si lascia, verrà utilizzato per gli avvolgimenti in filo di diametro di circa 1 mm o più. L'avvolgitrice avrà un contagiri con rapida messa a zero ed un motorino elettrico in serie di potenza adatta. È utile una sbobinatrice costituita da un asse montato su cuscinetti a sfere (un mozzo di bicicletta) collegato ad un contagiri, per poter sbobinare, contandone le spire, avvolgimenti bruciati di cui si raccoglie il filo man mano in una cassetta.

54. Attrezzaggio meccanico.

Qui di seguito è un tentativo di elenco degli attrezzi particolarmente utili in un laboratorio per radioriparazioni.

Serie di pinze: pinza a punte piatte corte, pinza a punte piatte lunghe, pinza a punte tonde, pinza universale da elettricista, tronchese a becco diritto, tronchese a becco obliquo, tronchese grosso a leva adatto al taglio del filo di acciaio armonico, tenaglie da falegname.

Serie di cacciaviti: varie grandezze da quella adatta per le viti dei bottoni (lama di 4 mm) a quella con lama di 12 mm lungo 25 cm, qualche cacciavite da orologiaio, doppio cacciavite a squadro (costruito facendo forgiare una sbarretta di acciaio di 8×3 mm di sezione, lunga 15 cm, piegata nei due sensi per una lunghezza di 6-8 mm, temperata giallo chiaro), cacciaviti isolati per la regolazione dei compensatori (manico di fibra rossa bollita in paraffina con laminetta terminale di acciaio, lunga 6-8 mm, fissata con un chiodo ribadito in modo che non sporga), cacciavite e chiavi di fibra o con piccole ghiere metalliche per la regolazione dei nuclei di ferro delle bobine RF.

Serie di lime: lima a mazza, lima piatta 20×180 mm mezzo taglio, lima piatta 20×180 mm taglio fino, lima mezza tonda 18×160 mm taglio fino, lima tonda da 8 mm mezzo taglio, raspa mezza tonda da 200, lima coda di topo 4 mm mezzo taglio, coda di topo 4 mm taglio fino, lima a coltello fina per il taglio della testa delle viti, lima mezza tonda fina larga 6 mm.

Seghe: per metallo, di lunghezza regolabile, con lame a doppio taglio; da falegname con lama a denti fini.

Trapani: trapano a petto per punte fino a 10 mm; trapano a mano per punte fino a 6 mm; trapano elettrico per punte fino a 6 mm; serie di punte elicoidali da 1,5-2-2,2-2,5-3-3,5-4-4,5-5-6-6,25-7-8-9-10; girabarellino con punte da 10, 15 e 20 mm; punta a bandiera per i fori nelle lamiere fino a 50 mm di diametro.

Maschi e filiere: mm 2,6-3-4-5-6, pollici 1/8, 5/32, 3/16, 1/4; giramaschi regolabile; portafiliera.

Alesatori: mm 4-6-6,25.

Forbici: forbici di varie grandezze, forcice per metalli lunga 35 cm; molto utile una cesoia da banco a leva con lama di 12 a 15 cm, adatta anche al taglio di sbarrette rotonde.

Chiavi: normali e tubolari da mm 6, 7, 8, 9, 10; chiave a rullino da 6 pollici. Calibro, micrometro, righetto di acciaio da 30 cm, piano di acciaio di 100×100 mm, squadra da falegname di acciaio, compasso di acciaio a punte fisse.

Morsa parallela con mascelle di 15 cm; morsetto a mano; due morsetti da falegname piccoli.

Martello da 100 e da 300 gr, puntino o bulino, punta a tracciare; cacciaspine da mm 2-3-4-5; scalpello per metallo.

Mola smeriglio azionabile a mano, taglio sottile, fornita di mandrino autocentrante sullo stesso asse.

Saldatori: elettrici da 75 e 150 watt; da 300 gr per gas; pasta per saldare; pietra di sale ammonico; stagno preparato in tubetti.

Pennelli piatti e tondi di grandezze varie.

Soffietto, specchietto da dentista, supporti per i saldatori elettrici, raschietto da disegnatore, scalpello a legno piatto con lama di 20 mm, parallelepipedo di ferro 40×40 mm, due pezzi di ferro ad angolo da 30 mm lunghi 30 cm per la piegatura di lamiere nella morsa, occhiellatrice da calzolaio per occhielli da 2,5 e 4 mm e punzoncini per forare da 2,5 e 4 mm (da far costruire e temperare giallo paglia), cartoni e lamiere sottili, oliatore ed olio semidenso da macchina, olio di vaselina neutro (medicinale), benzina rettificata, colla di celluloidi (ritagli di celluloidi disciolti in solvente per vernici alla nitro o acetone), spruzzatore a mano per vernici alla nitro (simili a quelli per insetticida ma di costruzione particolarmente adatta), vernici alla nitro dei colori che si desiderano e diluente relativo.

Strofinare ogni settimana tutti gli utensili di acciaio con uno straccio imbevuto di olio per macchina per evitare che si arrugginiscono.

CAPITOLO XI

GLI STRUMENTI DI MISURA

55. Generalità.

Gli strumenti di misura sono adoperati per la misura delle tensioni e delle correnti. Il funzionamento dei tipi che maggiormente interessano il radioriparatore è dovuto alla produzione di un campo elettromagnetico da parte della corrente che circola nello strumento, sia esso un amperometro per la misura delle correnti o un voltmetro per la misura delle tensioni. Essi sono del tipo ad indice che si sposta parallelamente ad una scala graduata, portato da un equipaggio mobile, la cui deviazione angolare dipende dall'intensità della corrente.

La scala è graduata da zero ad un valore massimo in fondo scala, detto valore di fondo scala (f.s.), e si suol dire che lo strumento ha una portata massima in volt o in amperes corrispondente al valore quivi segnato.

Gli strumenti ad indice adoperati dal radioriparatore debbono avere una precisione di $0,5 \div 2$ %, risultando in tal modo nel novero di strumenti di media precisione.

L'accuratezza di indicazione o precisione di uno strumento ad indice data in per cento della portata massima, non comporta, come sembrerebbe logico, una diminuzione proporzionale del valore dell'errore fondo scala col diminuire dei valori sulla scala. Così una precisione ± 2 % di un voltmetro con portata massima di 100 V indica ch'esso può dare con tensioni da 98 a 102 V l'indicazione di 100 V o viceversa. A metà scala si può però avere sempre lo stesso errore di ± 2 V, che corrisponderebbe in tal modo ad una precisione del ± 4 %.

Negli strumenti a ferro mobile generalmente la scala risulta troppo imprecisa per il primo quinto della sua ampiezza, a cominciare dallo zero, e quindi l'accuratezza della taratura si intende solo per il resto della scala.

L'ampiezza della scala ha una notevole importanza nella scelta di uno strumento e quanto più essa è grande tanto più precise ed agevoli potranno risultare le letture: una lunghezza eguale al diametro dello strumento è quanto di meglio si possa desiderare e ad essa corrisponde uno spostamento angolare dell'indice di 110° a 120° .

Tale lunghezza di scala si trova solo in strumenti di precisione e grandi, raramente in tipi normali.

Negli strumenti ad indice l'equipaggio mobile è portato da un asse centrale, terminante in due punte di acciaio temperate ed acuminate, che poggiano su due sedi coniche di pietra dura, fissate all'incastellatura e permettono la rotazione col minimo di attrito. Negli strumenti economici le punte non sono temperate ed i supporti possono anche essere semplici viti di ottone: da ciò si arguisce come tali strumenti siano facilmente deteriorabili sia per il consumo delle parti ruotanti, sia per urti che distorcono le punte. L'equipaggio mobile sarà in ogni caso perfettamente centrato e bilanciato. Le due spiruline collegate ad esso provvedono a mantenerlo a zero e forniscono con il loro avvolgersi e svolgersi la resistenza necessaria al moto, resistenza che sarà tanto maggiore quanto maggiore sarà la deviazione che l'ago tenderà ad assumere.

Un aumento della temperatura ambiente produrrebbe uno spostamento dell'indice dallo zero se si avesse una sola spirale, per l'allungamento di questa, ma se ne fa sempre uso di due, montate in senso opposto.

La coppia motrice prodotta sull'equipaggio mobile dall'effetto su cui è basato il funzionamento dello strumento deve essere quanto maggiore è possibile per la massima accuratezza; ma è più esatto per giudicare della bontà di uno strumento considerare il rapporto fra la coppia ed il peso dell'equipaggio.

Allorchè s'invia la corrente in uno strumento di misura si ha uno spostamento brusco dell'equipaggio che assume una certa velocità, e quindi oltrepassa per inerzia il punto corrispondente all'indicazione che dovrà fornire ed oscillerà intorno ad esso per un tempo più o meno lungo. Quanto maggiori sono gli attriti tanto più rapidamente si smorzerà una tale oscillazione, ma interessa rendere minimi gli attriti per avere una maggiore precisione nello strumento. Quindi si dispongono

speciali smorzamenti che presentano una coppia resistente al moto tanto maggiore quanto maggiore è la velocità del moto stesso e forniscono lo smorzamento necessario alle oscillazioni dell'equipaggio. Negli strumenti a bobina mobile, questa è avvolta su un telaio rettangolare di alluminio che costituisce una spira di metallo in corto circuito muoventesi in un campo magnetico: esso diventa quindi sede di una corrente il cui senso è tale da creare un campo in opposizione a quello del magnete e si ha un effetto smorzatore notevolissimo. Per gli altri tipi di strumenti si fa uso di uno stantuffino scorrente in un cilindretto e quasi combaciante con la parete di questo (l'aria sarà costretta a scorrere per la stretta intercapedine ed offrirà un attrito contro il moto).

Di grande importanza per il radioriparatore è considerare la possibilità di uno strumento di sopportare notevoli sovraccarichi, raggiungenti anche 100 volte il valore di fondo scala. Sovraccarichi così notevoli possono essere sopportati impunemente da molti strumenti purchè siano di brevissima durata. Nei tipi a bobina mobile non si ha la bruciatura nè dell'avvolgimento nè delle spirali perchè un tempo sia pur minimo è necessario all'aumento della temperatura.

Si ha invece uno sbalzo brusco dell'equipaggio dello strumento che può danneggiarsi sia per ripiegamento dell'indice sia per variazione del centraggio o deterioramento delle punte di supporto. Per tale scopo sarà bene che i due piccoli reggispinta, che si trovano in quasi tutti gli strumenti per impedire che l'ago esca oltre un breve spazio fuori scala, abbiano sui due braccetti dei tubetti di gomma elastici. È ottima pratica quella di munire ogni strumento di un adatto fusibile di protezione, di cui ne esistono tipi per un milliampere, ma occorre tener conto dell'elevata resistenza che apportano nel circuito. Per gli strumenti a raddrizzatore evitare i sovraccarichi che possono far perforare i sottilissimi strati di ossido dei raddrizzatori e danneggiarne stabilmente il funzionamento.

56. Strumenti a bobina mobile.

Questi strumenti sono così detti per la costruzione particolare dell'equipaggio, costituito da una bobina rettangolare, con uno o più strati di filo avvolti su un telaio d'alluminio,

munita di due punte di acciaio che le permettono di ruotare nello spazio esistente fra le espansioni polari di un magnete, fig. 92, ed il nucleo cilindrico in ferro dolce montato central-

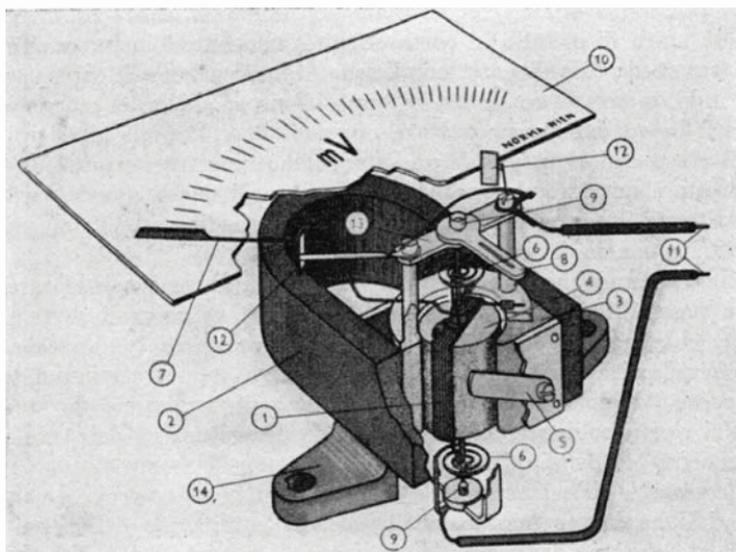


Fig. 92. - Equipaggio a bobina mobile.

1, bobina mobile poggiate su pietre - 2, magnete permanente - 3, estremità polare (estremità sinistra sezionata, per mostrare meglio la bobina mobile) - 4, nucleo di ferro dolce - 5, shunt magnetico - 6, molle antagoniste e connessioni alla bobina mobile - 7, indice a coltello - 8, braccio per azzeramento meccanico - 9, supporto con pietra - 10, scala - 11, connessioni - 12, arresto meccanico dell'indice - 13, ponte del sistema - 14, basamento.

mente ad esse. Il funzionamento è dovuto alla tendenza delle linee di forza dei due campi magnetici (quello del magnete e quello prodotto dalla corrente circolante nell'avvolgimento della bobina) a disporsi parallelamente ma in direzione opposta, quindi la bobina ruoterà come indicato in fig. 93: la rotazione è limitata perchè la bobina deve muoversi in un campo magnetico uniforme. Con l'introdurre fra le espansioni un cilindretto di ferro dolce il campo risulta tale anche verso gli

estremi delle espansioni e permette quindi una rotazione media della bobina di 90° , che in qualche strumento di costru-

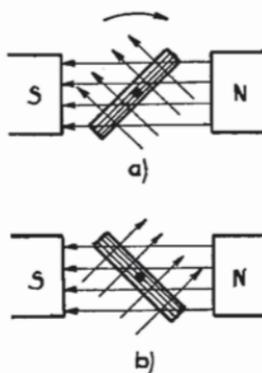


Fig. 93. — Reazione fra i campi magnetici.

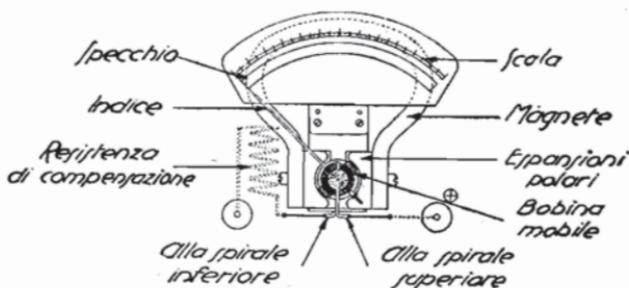


Fig. 94. — Strumento a bobina mobile.

zione speciale raggiunge anche i 120° ed i 270° , fig. 95. La coppia motrice dell'equipaggio mobile è tanto maggiore quanto più elevato è il numero di amperspire della bobina, quanto più intenso è il campo prodotto dal magnete e quanto maggiore è il diametro della bobina. Si giunge a compromessi fra il numero di amperspire ed il peso dell'equipaggio e si cerca di rendere il campo magnetico quanto più intenso è possibile,

adoperando per i magneti invece dell'acciaio al tungsteno acciaio al cobalto o leghe del tipo alluminio-nichel-cobalto.

La scala su cui si sposta l'indice è uniformemente divisa, per la proporzionalità fra corrente e deviazione dell'indice,

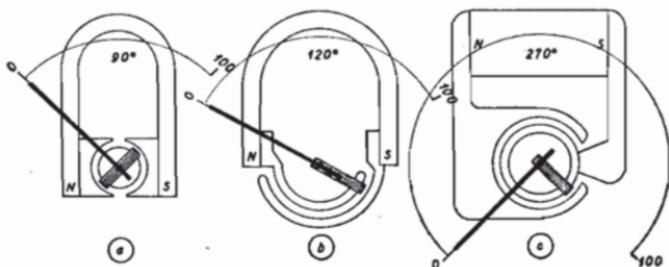


Fig. 95. — Strumenti a bobina mobile: a, tipo Weston, deviazione dell'equipaggio mobile 90°; b, tipo con deviazione di 120°; c, tipo con deviazione di 270°.

fig. 96; si ha il vantaggio di permettere la lettura con uguale precisione sui primi gradi come negli ultimi.

Lo strumento è con polarità obbligata per ottenere la deviazione dell'indice sulla scala.

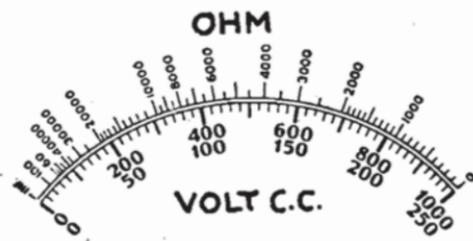


Fig. 96. — Scala di strumento a bobina mobile.

57. Strumenti elettrodinamici.

Gli strumenti elettrodinamici sono anch'essi a bobina mobile ma vi è una bobina fissa, in sostituzione del magnete, per la produzione del campo. Le due bobine possono essere inserite nello stesso circuito e venire attraversate dalla stessa cor-

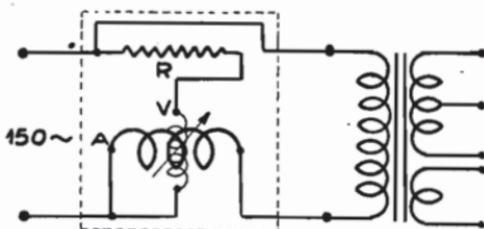
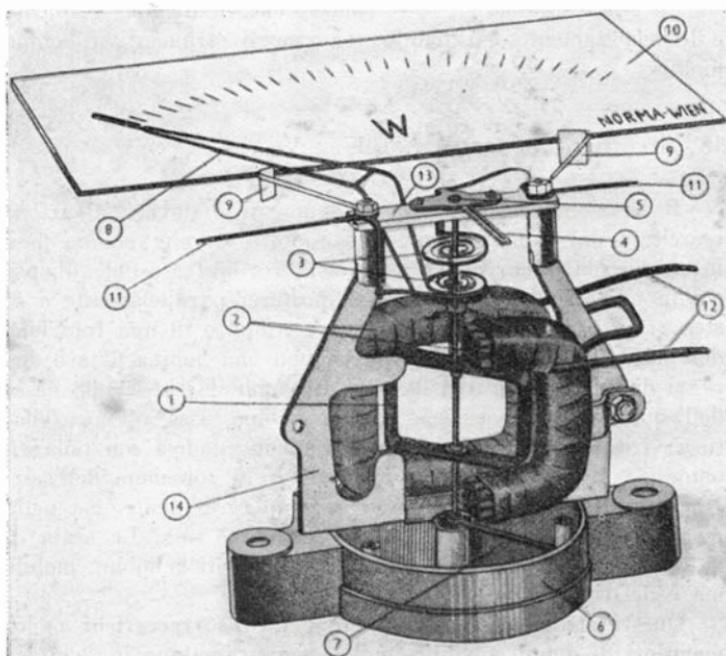


Fig. 97. - Wattmetro elettrodinamico.



Equipaggio elettrodinamico.

1, bobina mobile per circuito voltmetrico - 2, bobina di campo per circuito amperometrico (una delle due bobine è sezionata, per mostrare meglio l'avvolgimento) - 3, molle antagoniste e connessioni alla bobina mobile - 4, braccio per azzeramento meccanico - 5, supporto superiore con pietre - 6, camera di smorzamento ad aria - 7, bandiera - 8, indice a coltello - 9, arresto meccanico dell'indice - 10, scala - 11, connessioni per il circuito voltmetrico - 12, connessioni per il circuito amperometrico - 13, ponte del sistema - 14, supporto per il ponte del sistema e per le bobine di campo.

rente oppure far parte di due circuiti con correnti differenti: nel primo caso lo strumento è adoperato come amperometro, o voltmetro nel secondo come wattmetro.

Si debba misurare la potenza richiesta da un trasformatore (fig. 97): si invierà la corrente nel primario facendola circolare nella bobina amperometrica A , fissa e con poche spire di filo grosso, che produrrà un campo magnetico tanto più intenso quanto maggiore è la corrente circolante; nella bobina mobile, voltmetrica, V circola una corrente costante determinata dalla tensione della rete e dalla resistenza di R e di V .

La scala graduata dei wattmetri elettrodinamici è lineare e lo smorzamento è ottenuto come negli strumenti a bobina mobile.

58. Strumenti a ferro mobile.

Il funzionamento di questi strumenti è dovuto all'azione esercitata dal campo magnetico prodotto da una bobina fissa in cui circola la corrente, su un'armatura di ferro dolce disposta in modo da poter ruotare o spostarsi parallelamente a se stessa: in ogni caso tale moto viene tradotto in una rotazione dell'indice. I tipi normali comprendono una bobina fissa e due pezzi di ferro dolce, uno fisso e l'altro mobile; in fig. 98 l'asse dell'equipaggio è coassiale con la bobina fissa all'incastellatura: i due pezzi di ferro dolce magnetizzandosi con polarità omonime si respingono e quindi si ha la rotazione dell'asse. Due spiruline di bronzo danno la coppia resistente, ma nella maggior parte degli strumenti la spirale è una. La scala di questi strumenti non è lineare come in quelli a bobina mobile ma è del tipo di fig. 99.

Questi strumenti possono sopportare sovraccarichi molto maggiori di quelli a bobina mobile ma presentano lo svantaggio di una scarsa sensibilità.

Un buon milliamperometro da 100 mA f.s. ha una resistenza interna di 21 Ω contro 0,5 Ω di uno strumento a bobina mobile con la stessa portata di f.s.

Alcuni tipi di precisione di questi strumenti si prestano per misure in c.c. e c.a.

Un tipo di strumento ha un magnete polarizzatore: que-

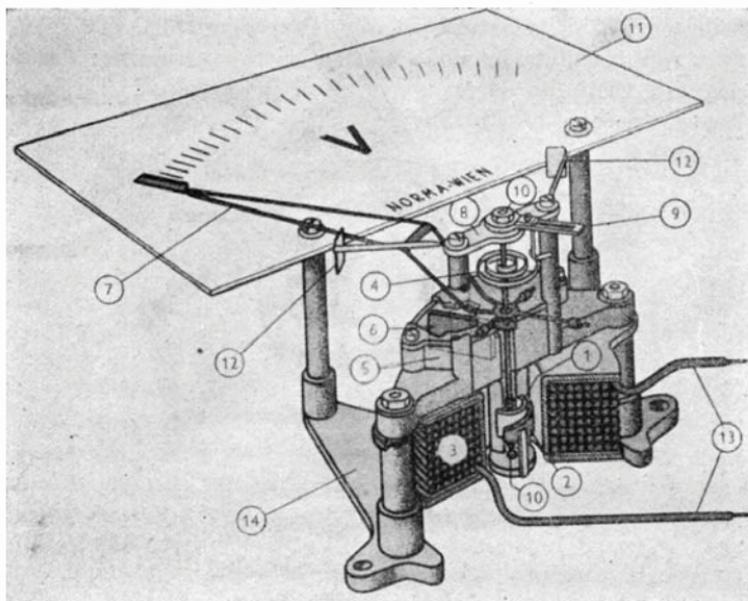


Fig. 98. - Equipaggio a ferro mobile.

1, ferro mobile - 2, ferro fisso - 3, bobina del campo (sezionata, per mostrare meglio l'avvolgimento) - 4, molla antagonista - 5, camera di smorzamento ad aria - 6, bandiera - 7, indice a coltello - 8, ponte del sistema - 9, braccio per azzeramento meccanico - 10, supporto con pietra - 11, scala - 12, arresto meccanico dell'indice - 13, connessioni - 14, basamento con colonne porta-bobina e porta-scala.

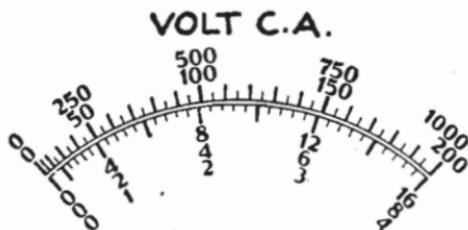


Fig. 99. - Scala di strumento a ferro mobile.

sto sistema è adoperato nei voltmetri ad orologio per la misura delle tensioni delle batterie di pile od accumulatori. In fig. 100 ne è rappresentata in modo schematico la costruzione: l'equipaggio è costituito da un lamierino di ferro dolce in forma di losanga, a cui è fissato l'indice.

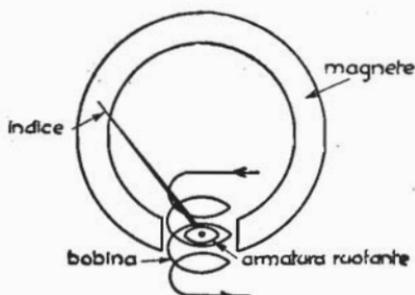


Fig. 100. — Strumento a ferro mobile polarizzato.

Per la presenza del campo prodotto dal magnete, l'equipaggio si dispone con la maggiore lunghezza della losanga nel senso delle linee di forza. Inviando nella bobina una corrente esso ruota e dalla somma dei due campi magnetici dipende la posizione intermedia assunta dalla losanga di ferro e quindi l'indicazione sulla scala. Lo smorzamento è ottenuto o per mezzo del magnete stesso o con un piccolo cavalletto di alluminio che l'indice trasporta con sé e che gli permette oscillazioni entro uno spazio ristretto intorno alla posizione che assumerà in modo definitivo. Questi strumenti per la presenza del magnete hanno la polarità obbligata e servono solo per misure in c.c.; il loro consumo è rilevante e quindi sono inutilizzabili per le misure nei radiorecettori.

CAPITOLO XII

AMPEROMETRI E VOLTMETRI

59. Amperometri e voltmetri.

Un amperometro è uno strumento che va inserito in un circuito come in fig. 101 per poter misurare l'intensità della corrente che vi circola, cioè la corrente che la batteria B eroga nella resistenza R . La bobina mobile o fissa dello strumento, a seconda che si tratti di uno a bobina mobile o a ferro mobile, introduce una resistenza propria nel circuito, che, sommandosi a quella di R , farà diminuire la corrente circolante. Pertanto l'indicazione fornita dallo strumento non è esatta e

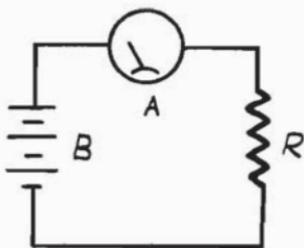


Fig. 101. - Inserzione di un amperometro in un circuito elettrico.

potrà ritenersi sufficientemente precisa solo se la resistenza della sua bobina è molto piccola: questa sarà perciò avvolta col minor numero di spire e con il filo del maggior diametro ch'è possibile adoperare praticamente.

È utile che l'equipaggio mobile sia molto leggero e che, nel caso di strumento a bobina mobile, l'intensità del campo prodotto dal magnete permanente sia molto elevata. In tal modo si realizza una notevole sensibilità dello strumento, cioè il suo indice può spostarsi fino in fondo scala con la minima inten-

sità di corrente. Gli strumenti che maggiormente permettono questa elevata sensibilità, con un'intensità di corrente ridotta e con un minimo di spire e quindi di resistenza, sono quelli a bobina mobile.

Un voltmetro è costituito da uno strumento in serie alla cui bobina è collegata una resistenza, il cui valore è determinato in base alla portata f.s. che si vuol ottenere, cioè alla massima tensione che si vuol misurare, ed alla corrente necessaria a far deviare in f.s. l'indice dello strumento.

$$R_s = \frac{V_{fs}}{I_{fs}}$$

Lo schema di un voltmetro è quello di fig. 102 in cui nel rettangolo tratteggiato, cioè nella custodia dello strumento, è

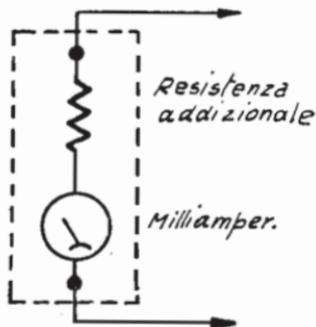


Fig. 102. — Schema di un voltmetro.

compreso quest'ultimo e la resistenza collegata in serie alla bobina.

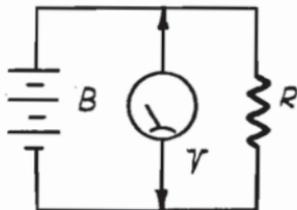


Fig. 103. — Inserzione di un voltmetro in un circuito.

Per misurare la tensione che la batteria B applicata alla resistenza R quando il circuito è chiuso, fig. 103, si inserisce il voltmetro V .

Esso deve presentare la massima resistenza interna in modo che vi circoli la minor corrente possibile: la sua inserzione sul circuito di B ed R non deve apportare praticamente alcuna alterazione nel circuito stesso.

Lo strumento deve quindi risultare della massima sensibilità possibile, cioè deviare fino in f.s. con la minima intensità di corrente; per una data portata di f.s. sarà così possibile collegare in serie alla bobina una resistenza del massimo valore.

L'assoluta necessità di avere la massima resistenza interna di un voltmetro può essere rilevata osservando il circuito di fig. 104 in cui lo strumento di misura è collegato in parallelo alla resistenza R . La tensione di B si ripartisce sulle due re-

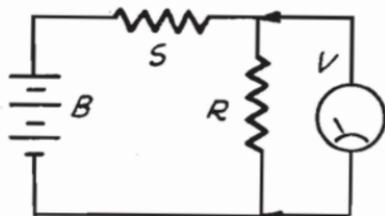


Fig. 104. — Errore di misura con un voltmetro.

sistenze S ed R in serie, proporzionalmente al loro valore: se S ed R hanno lo stesso valore su ognuna si ha metà della tensione di B . Collegando in parallelo ad R la resistenza interna di V si altera la suddivisione della tensione e lo strumento indicherà una tensione tanto minore quanto più bassa è la sua resistenza interna: infatti il parallelo delle due resistenze R e V risulterà più piccolo rispetto ad S , e poichè la tensione fornita da B è costante, si ha su S una maggiore tensione che su R e V ed il voltmetro fornisce un'indicazione più ridotta. In altri termini attraverso ad S non circola più solo la corrente richiesta da R ma anche quella necessaria per la deviazione dell'indice di V , quindi su S si ha una maggiore caduta di tensione. Se la resistenza di V risulta molto maggiore di R , ad es., di 100 volte il suo valore, l'errore introdotto nella mi-

sura è praticamente trascurabile perchè il valore di V ed R in parallelo è di circa il 2% inferiore al valore di R .

Si voglia infatti misurare la tensione su $R = 1000 \Omega$ con un voltmetro la cui resistenza interna è di $100\,000 \Omega$: il parallelo di queste due resistenze ha un valore di 982Ω , cioè praticamente non si ha alterazione del valore complessivo della resistenza del circuito alimentato dalla batteria B .

Apprendo la custodia di un voltmetro a bobina mobile si può constatare che la resistenza dello strumento è dovuta quasi totalmente ad una resistenza in serie alla bobina mobile, la si distacchi e si misuri quella della sola bobina mobile che sarà, ad es., di 27Ω . Disponendo ora la bobina mobile in serie con un milliamperometro, una resistenza regolabile ed una batteria si regoli la corrente sino ad ottenere lo spostamento dell'indice in fondo scala: la corrente indicata è di 1 mA .

Da questo valore e da quello della resistenza, 27Ω , si ricava che la minor tensione ch'è possibile misurare senza alcuna resistenza in serie è di $27 \text{ millivolt} = 0,027 \text{ V}$.

Poichè in radiotecnica è assolutamente necessario far uso di voltmetri che abbiano la massima resistenza interna e poichè questa ha un valore che dipende dalla portata f.s. oltre che dalla sensibilità dello strumento, si è soliti indicare per ogni voltmetro la sua resistenza in ohm per volt, Ω/V . Così se un voltmetro con portata f.s. di 100 V ha una resistenza interna di $100\,000 \Omega$ esso avrà una resistenza di $1000 \Omega/\text{V}$; un altro voltmetro con identica portata f.s. e con resistenza di $2 \text{ M}\Omega$ ha una resistenza di $20\,000 \Omega/\text{V}$. Nel primo caso lo strumento avrà una sensibilità di 1 mA , nel secondo una di $50 \mu\text{A}$, cioè queste correnti massime fanno deviare in f.s. i rispettivi indici.

60. Misura della resistenza interna.

È necessario conoscere il valore della resistenza di uno strumento quando lo si voglia adoperare per portate superiori a quella di fondo scala.

La misura della resistenza interna va effettuata in uno dei modi seguenti:

a) Con un ohmmetro, fig. 105 a), ma occorre tener presente che alcuni ohmmetri alla portata per resistenze basse,

dell'ordine di pochi ohm, fanno circolare nel circuito in misura una corrente superiore a 100 mA, nel qual caso si può danneggiare lo strumento in esame.

b) Per un voltmetro si può ricorrere al dispositivo di fig. 105 b) in cui si fa indicare al voltmetro il massimo valore di fondo scala, chiudendo l'interruttore e variando la tensione

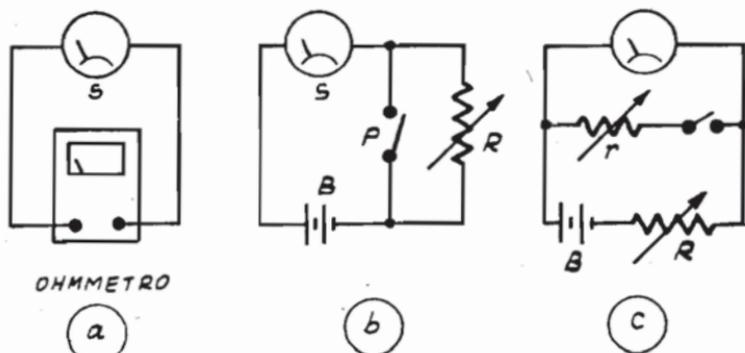


Fig. 105. — Misura della resistenza interna di uno strumento.

della batteria. Dopo aver aperto l'interruttore, si regola la resistenza R sino ad avere metà lettura del valore precedente: R sarà in tal caso dello stesso valore della resistenza interna dello strumento.

c) Nel caso di un milliamperometro si può, fig. 105 c) far uso di una resistenza variabile, da misurare a parte dopo avvenutane la regolazione come segue: si disponga il milliamperometro in serie ad una batteria di accumulatori ed una resistenza R adatta; allorchè lo strumento segna il massimo valore regolando opportunamente la resistenza R , s'inserisca su di esso, in parallelo, la resistenza r e la si regoli sino ad ottenere lo spostamento dell'indice a metà della scala: la resistenza r ha lo stesso valore della resistenza interna dello strumento.

61. Aumento della portata di un voltmetro.

Per aumentare la portata di un voltmetro si collega in serie ad esso una resistenza di valore adatto per ottenere la variazione voluta della portata di fondo scala. Già in fig. 105 b) la resistenza R dopo l'inserzione e regolazione portava lo strumento ad indicare un valore metà di quello fondo scala: in tal caso il voltmetro poteva misurare una tensione doppia di quella del f.s. Conoscendo la resistenza interna si può calcolare la resistenza da aggiungere per elevare il valore di fondo scala ad un altro voluto. Chiamando V_1 il valore dell'attuale fondo scala e V_2 quello che si vuol raggiungere ed R_i la resistenza interna dello strumento, il valore della resistenza da collegare in serie allo strumento è dato da

$$R_s = R_i \left[\frac{V_2}{V_1} - 1 \right]$$

Ad es. nel caso di voltmetro con 100 V f.s. e resistenza interna di 13 300 Ω per portare lo strumento a 250 V fondo scala

$$R_s = 13\,300 [(250 : 100) - 1] = 13\,300 (2,5 - 1) = 19\,950 \Omega$$

La resistenza dissiperà qualche frazione di watt, e per i voltmetri che abbiano almeno 500 Ω/V si adopererà un resistore per radio da $\frac{1}{2}$ watt. Nel caso di portate che lo consentano si preferirà un resistore a filo avvolto perchè molto più stabile col tempo.

Per gli strumenti a ferro mobile è necessario l'uso di resistori a filo avvolto, montati aereati per non avere un aumento notevole di temperatura e quindi di resistenza nel caso di letture prolungate. Essi debbono avere un'induttanza minima per ottenere uguali indicazioni con uguali tensioni continue e alternate.

Il filo di resistenza va piegato a doppio ed avvolto su una bobinetta e i due capi alla fine dell'avvolgimento verranno collegati in circuito; questo metodo va solo adoperato nel caso

di basse tensioni o piccole resistenze altrimenti fra i due estremi del filo può esistere una tensione troppo rilevante con possibilità di cortocircuiti.

62. Aumento della portata di un amperometro.

Se si vogliono con un amperometro eseguire misure di correnti di intensità più elevata della massima portata fondo scala, ad es. con uno strumento da 1 mA misurare sino a 10 mA, si può utilizzare lo stesso strumento ricorrendo ad un artificio, facendo sì che in esso circoli solo una piccola parte della corrente del circuito mentre si provvederà una diramazione in cui potrà scorrere l'altra parte. Si collega una resistenza in parallelo allo strumento, di valore tale da ottenere

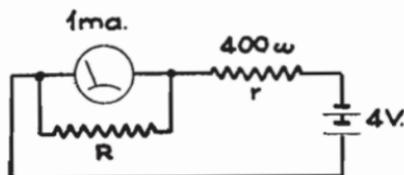


Fig. 106. — Aumento della portata di un milliamperometro.

la ripartizione voluta della corrente; con l'introduzione di questa resistenza in derivazione si realizza anche una diminuzione della resistenza che lo strumento introduce nel circuito.

Si consideri il caso di fig. 106 in cui con un milliamperometro da 1 mA si vuole misurare la corrente circolante in una resistenza di 400 Ω applicandovi 4 V. Secondo la legge di Ohm si deve avere un passaggio di 10 mA quindi non si può introdurre direttamente lo strumento in circuito: si dovrà prima metterlo in condizione di deviare con 10 mA in f.s. collegando fra i suoi morsetti una resistenza R che sarà di valore tale da far passare i 9 mA in eccesso. Questa resistenza può essere costruita inserendo sui due terminali dello strumento una resistenza regolabile che sarà aumentata fino ad ottenere il risultato voluto.

Per un risultato approssimato si mette lo strumento nelle condizioni di fig. 107 in modo che esso indichi esattamente

1 mA. Si salda un pezzo di filo di resistenza, ad es. costantana di due o tre decimi, ad un capofilo ben stretto sotto il dado di un morsetto dello strumento e si fa scorrere il filo entro il tubetto di un altro capofilo fissato all'altro terminale, aumentando man mano la lunghezza di filo di resistenza compresa

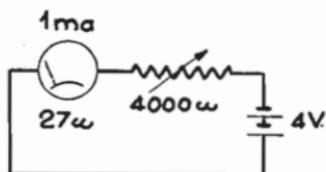


Fig. 107. — Dispositivo per la taratura di un milliamperometro.

fra i due capofili finchè l'indice si sposta sino a 0,1 mA. In tali condizioni lo strumento legge in fondo scala una corrente 10 volte maggiore e si salda il filo di resistenza ai due capofili.

Occorre far raffreddare la saldatura e solo in tale condizioni si effettua la lettura, altrimenti si dissalda il filo si sposta e si risalda e si fa nuovamente raffreddare. Durante queste prove sia la sorgente di corrente che la resistenza in serie possono aver subito delle variazioni, per cui dopo aver ottenuto una discreta approssimazione nella taratura della resistenza si

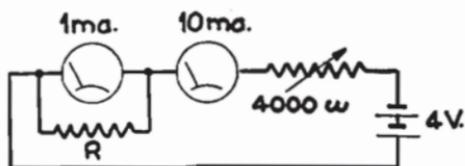


Fig. 108. — Collaudo della resistenza in derivazione di un milliamperometro.

proverà a distaccare un capofilo per toglierla dal circuito ed assicurarsi che lo strumento indichi sempre esattamente 1 mA.

Disponendo di un altro milliamperometro che permetta la misura di una corrente di 10 mA lo si collega in serie con quello da tarare e si confronteranno le letture apportando le varianti necessarie ad R (fig. 108).

A volte è sufficiente una piccola velatura di stagno sul filo di resistenza per avere notevoli sbalzi nelle indicazioni, ma asportando con un temperino un po' dello stagno si può ottenere la taratura perfetta.

È assolutamente necessario, ogni volta che si fa fondere lo stagno, far raffreddare completamente la saldatura perchè si producono delle correnti termoelettriche che spostano l'indice dello strumento.

Si può calcolare il valore della resistenza in derivazione con la formula

$$R_d = \frac{A_1}{A_2 - A_1} R_i$$

in cui A_1 indica la portata attuale del milliamperometro ed A_2 la portata che si vuol ottenere. Se un milliamperometro da 1 mA con 27 Ω di resistenza interna deve poter misurare 100 mA f.s. necessita di una resistenza in derivazione

$$R_d = \frac{1}{100 - 1} 27 = 0,272 \Omega \text{ circa.}$$

Nel caso di strumenti a ferro mobile si può ricorrere alle resistenze in derivazione per ottenere il cambio del campo di lettura, sebbene lì si possa ribobinare valendosi di una semplice proporzione per quello che riguarda il numero di spire rispetto alla portata, e ricordando che la massima intensità ammessa nel conduttore è di 4 A/mm².

63. Voltmetri a più portate.

Poichè la lettura di una tensione si riduce alla misura di una corrente, quella circolante nello strumento a bobina mobile o a ferro mobile, producente una determinata coppia motrice ed una corrispondente deviazione dell'indice, si può adoperare un milliamperometro come voltmetro munendolo di una resistenza in serie in modo che sotto una determinata tensione massima nello strumento non circoli una corrente superiore a quella di fondo scala. Occorre che il milliamperometro da tramutare in voltmetro abbia la massima sensibilità possibile:

attualmente hanno uso diffuso strumenti con 1 mA ma si scende anche a microamperometri da 200 μ A sino a 50 μ A f.s.

Il milliamperometro da 1 mA f.s. ed $R_i = 27 \Omega$ consente una misura di tensione massima di 27 mV.

Facendo uso della formula per l'aumento di portata di un voltmetro per ottenere una portata di 100 V f.s. si ha

$$R_s = 27 \left(\frac{0,027}{100} - 1 \right) = 99\,954 \Omega .$$

Poichè il suo valore è molto elevato e va collegata in serie a quella interna del milliamperometro, si può trascurare quest'ultima e se ne arrotonda il valore a 100 000 Ω . Si può cioè per le tensioni elevate far uso della legge di Ohm in cui V indica la portata in volt f.s. che si desidera ed I la portata in amperes dello strumento:

$$R_s = \frac{V}{I} = \frac{100}{0,001} = 100\,000 \Omega .$$

Per costruire un voltmetro a più portate con un milliamperometro a bobina mobile, si collegheranno in serie allo stru-

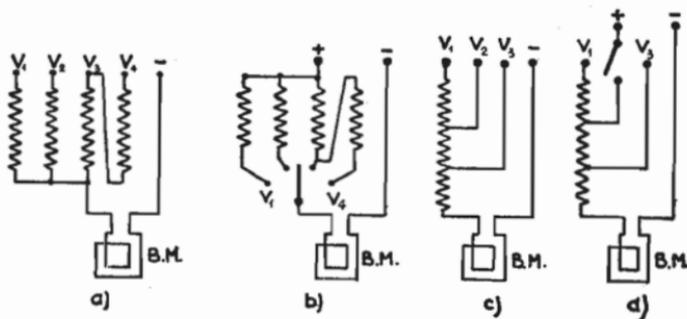


Fig. 109. — Voltmetri a più portate.

mento tante resistenze quante sono le portate che si desiderano secondo uno degli schemi di fig. 109.

In a) i resistori sono disposti ognuno fra un terminale ed un estremo della bobina mobile per le tre portate V_1 V_2 V_3 ;

per quella V_4 essendo la resistenza da inserire molto elevata si sfrutta già quello adoperato per V_3 . In *b*) è rappresentato un sistema con commutatore che permette un passaggio più rapido da una portata all'altra.

In *c*) si ha la massima economia di resistori, interessante specie nel caso in cui si faccia uso di tipi in filo avvolto su bobinette. Si può infine ricorrere al sistema *d*).

64. Amperometri a più portate.

Per la conversione di un amperometro in uno strumento a più portate, occorre misurare anzitutto la resistenza interna della bobina mobile e calcolare la caduta in millivolt che si ha per una lettura fondo scala per stabilire quale sia il limite massimo delle portate che si vogliono ottenere. Occorre che

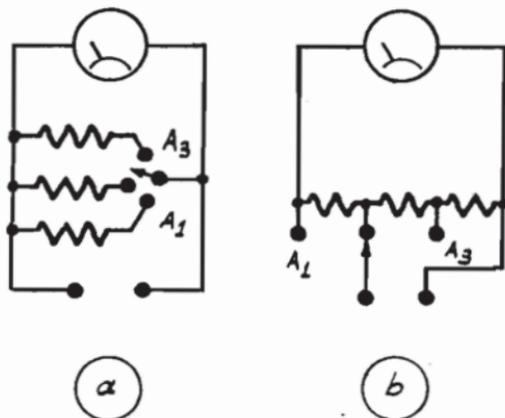


Fig. 110. — Amperometri a più portate.

uno strumento per portate di 1 A ed oltre non abbia una resistenza interna troppo elevata, introducendo in tal caso una variazione apprezzabile delle condizioni del circuito in cui viene inserito. Si può accettare che uno strumento avente una sensibilità di oltre 100 mV non si presta ad essere tramutato in un amperometro con portate maggiori di 1 A, di cui si faccia uso in circuiti con bassa resistenza totale.

In fig. 110 a) è il metodo più pratico per ottenere uno strumento a più portate: una contattiera inserisce in parallelo sulla bobina una resistenza in derivazione di valore adatto per elevare il campo di lettura.

Se la contattiera non assicura un contatto perfetto, una minore corrente passa nella derivazione e si ha una lettura maggiore della reale: per ovviare ad un tale inconveniente si ricorre al metodo di fig. 110 b), in cui la contattiera stabilisce direttamente il contatto con la derivazione, e se essa risulta in qualche modo difettosa, una minore corrente passerà nel circuito, ma lo strumento segnerà sempre il valore esatto della corrente circolante.

Il calcolo delle varie resistenze di derivazione di fig. 110 b) si effettua nel modo seguente. Anzitutto si determina il valore

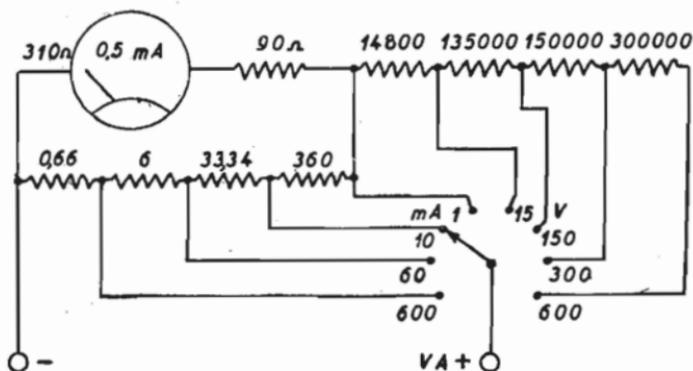


Fig. 111. — Voltmilliamperometro a portate multiple.

della resistenza totale da collegare in parallelo allo strumento per la portata A_1 . Si somma questa resistenza a quella interna dello strumento e si ha la resistenza totale del circuito. Per la portata A_2 si stabilisce il rapporto fra questa portata e quella originale dello strumento (senza derivazione). Si divide la resistenza totale del circuito per il rapporto fra le portate e si ottiene il valore che deve avere la parte di derivazione che risulta inserita per la portata A_2 .

Così nel caso della fig. 111 un milliamperometro da 0,5 mA fondo scala con resistenza interna di 400 ohm (corretta al va-

lore esatto con una resistenza in serie alla bobina mobile per facilitare la produzione in serie degli strumenti) è adoperato per costruire un voltamperometro.

La prima portata che si vuol avere è di 1 mA quindi la resistenza di derivazione è data da

$$R_d = \frac{0,5}{1-0,5} 400 = 400 \Omega$$

La somma delle quattro resistenze costituenti la derivazione deve avere un tale valore e la resistenza totale del circuito, somma della resistenza interna dello strumento e della derivazione suddetta, è di 800 Ω . La portata successiva è di 10 mA, essa ha un rapporto con quella originale di 20 volte. Dividendo il valore della resistenza totale del circuito per tale rapporto si ha

$$R_d = \frac{800}{20} = 40 \Omega$$

valore totale delle prime tre resistenze in derivazione.

Ripetendo ancora questo procedimento per le portate di 60 e 600 mA si hanno rapporti di portate di 120 e 1200 volte a cui corrispondono resistenze di 6,66 e 0,66 Ω .

Le resistenze voltmetriche vanno calcolate per una sensibilità dello strumento di 1 mA fondo scala ed una resistenza interna di 200 Ω poichè la resistenza in derivazione è stabilmente collegata allo strumento.

Lo schema di fig. 111 offre il notevole vantaggio di poter realizzare uno strumento per misure di tensioni e correnti adoperando un commutatore unipolare, che può essere costituito da un normale commutatore per ricevitori radio, ed un paio di morsetti.

CAPITOLO XIII

GLI STRUMENTI CON RADDRIZZATORE AD OSSIDO

Per le misure di tensioni e correnti alternate a frequenze industriali o audio si fa uso di strumenti a bobina mobile collegati ad un raddrizzatore ad ossido di rame. In tal modo si realizza uno strumento che offre numerosi vantaggi rispetto quelli a ferro mobile e cioè: sensibilità molto più elevata; possibilità di effettuare misure a frequenze audio; migliore smorzamento dell'equipaggio mobile e quindi maggiore rapidità nell'esecuzione delle letture; maggiore precisione; scala più uniforme.

65. Il raddrizzatore ad ossido.

I raddrizzatori più adatti sono costituiti da un dischetto di rame A ricoperto su di una faccia da un sottile strato di ossido rameoso di color violaceo, fig. 112. Per il collegamento in circuito di questo elemento raddrizzatore di una semionda si fa uso di due dischi di ottone che vengono pressati uno direttamente sulla piastra di rame, l'altro, con l'interposizione di una rondella di piombo, sullo strato di ossido. La pressione è data da un bullone che blocca tutto il complesso con l'interposizione di rondelle isolanti.

La rondella di rame è il negativo e quella di piombo il positivo del raddrizzatore, cioè quando a detti elettrodi si applica una tensione con le polarità suddette si ha il passaggio di corrente nel raddrizzatore. In senso inverso si ha un passaggio di corrente così piccolo da essere trascurabile.

La massima tensione che si può applicare ad un dischetto raddrizzatore ad ossido di rame è di 3,5 V efficaci. Dovendo raddrizzare tensioni maggiori si collegano più dischetti in serie in modo che ad ognuno sia applicata una tensione al mas-

simo uguale a quella indicata. Negli strumenti di misura non si fa uso di un tale metodo ma si inserisce una resistenza in serie al raddrizzatore, e su di essa si ha la caduta della tensione eccedente. I raddrizzatori ad ossido di rame possono raggiungere in funzionamento una temperatura massima di 30 °C; a 45 °C possono dare un rendimento incostante e deteriorarsi.

L'aumento di temperatura determina perciò la massima corrente raddrizzabile con un disco di rame ossidato di determi-

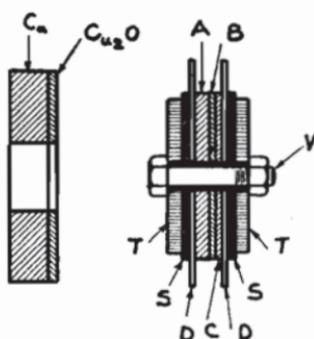


Fig. 112 - Sezione di un raddrizzatore ad ossido di rame.

A, piastra di rame (-) - *B*, ossido rameoso - *C*, piombo (+) - *D*, radiatori e terminali - *S*, isolante - *T* piastre di bloccaggio - *V*, bullone di bloccaggio.

nate dimensioni. La casa produttrice indica per ogni tipo di raddrizzatore il valore massimo della corrente.

Per le normali misure radiotecniche in c.c. si fa uso di voltmetri che presentano un assorbimento massimo di corrente di 1 mA. Anche per i voltmetri in c.a., facenti uso di raddrizzatori ad ossido, si adoperano strumenti di uguale sensibilità. I dischi dei raddrizzatori ad ossido possono quindi essere molto piccoli, di circa 2 mm di diametro; si ottiene così un'elevata densità di corrente e un maggiore rendimento del raddrizzatore alle frequenze acustiche più elevate, intorno a 10 000 Hz. Quando lo strumento va adoperato solo per le frequenze industriali si può far uso di raddrizzatori a disco di circa un centimetro di diametro, sia ad ossido di rame che di selenio.

Fra un elemento raddrizzatore ed un altro, prodotti dalla stessa casa, si hanno normalmente variazioni del 5 % nel rendimento e del 15 % nella loro resistenza, variazioni molto maggiori si hanno fra elementi di varie case a seconda dei processi di fabbricazione.

66. Voltmetri e milliamperometri.

La bobina mobile del milliamperometro va collegata al raddrizzatore ad ossido secondo uno degli schemi della fig. 113. Nel primo si ha il raddrizzamento di una sola semionda, quindi nel caso di misura di una corrente sinusoidale nello strumento circola la metà del valore medio della corrente. L'elemento rad-

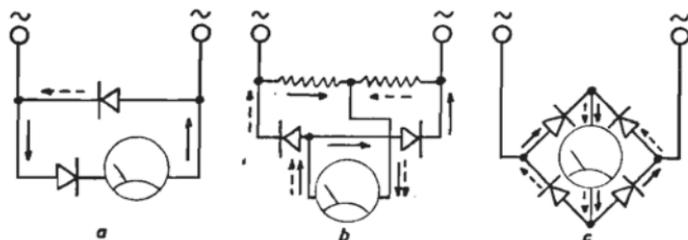


Fig. 113. - Schemi d'inserzione di raddrizzatori ad ossido.

drizzatore collegato in senso inverso, in parallelo alla bobina mobile ed al suo raddrizzatore, è necessario altrimenti si ha l'applicazione di tutta la tensione a questo raddrizzatore quando la corrente è di segno tale da non circolare attraverso ad esso. Il raddrizzatore superiore della figura serve quindi ad eliminare l'applicazione della tensione inversa che nella maggiore parte dei casi è di valore molto maggiore della massima sopportabile dal raddrizzatore. Esso non rappresenta una derivazione di valore apprezzabile sull'altro raddrizzatore e sullo strumento nel senso di non conducibilità, quindi non diminuisce la sensibilità dello strumento.

In fig. 113 b) è lo schema di un raddrizzatore per le due semionde che fa uso solo di due elementi raddrizzatori ad ossido a cui risulta applicata meno della metà della tensione presente fra i morsetti, poichè essa si suddivide fra le due resi-

stenze in serie, di valori uguali. Le frecce a tratto pieno indicano il tragitto della corrente durante la semionda in cui conduce il raddrizzatore a destra. Nella resistenza a sinistra circola contemporaneamente la corrente richiesta dalla resistenza a destra e dallo strumento. Occorre uno strumento con sensibilità doppia per ottenere la stessa resistenza in ohm/volt di

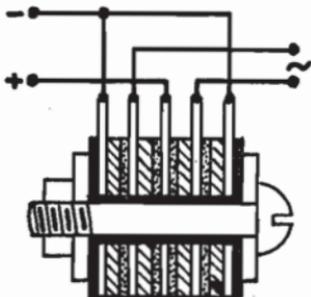


Fig. 114. — Dischi raddrizzatori ad ossido di rame montati a ponte.

un voltmetro che abbia il raddrizzatore collegato a ponte. Ma ciò non è un inconveniente facendosi uso di questo schema in molti analizzatori universali in cui si ha uno strumento della sensibilità di 50 a 100 μ A e si ritiene sufficiente per le misure in c.a. una resistenza di 1000 Ω /V. In tal caso le due resistenze avranno un valore molto basso per funzionare contemporaneamente ognuna da resistenza in derivazione.

Col collegamento a ponte si ha il raddrizzamento delle due semionde della corrente circolante, quindi nello strumento passerà una corrente uguale al valore medio, fig. 113 e).

La variazione nella resistenza del raddrizzatore al variare della corrente porta ad una disuniformità della scala. Con il tipo di raddrizzatore, di cui si ha la caratteristica in fig. 115, si ha un aumento di 260 Ω per una diminuzione della corrente da 1 a 0,5 mA (di circa il 52 %) ma per un'ulteriore diminuzione sino a 0,1 mA la variazione è notevolmente maggiore, perciò la scala dello strumento, per le portate di pochi volt, risulta con le prime graduazioni a sinistra molto avvicinate.

Allorchè si passa a portate più elevate di fondo scala la

percentuale di variazione della resistenza diminuisce sempre più e per voltmetri con portate da 100 V in poi la scala risulta praticamente uniforme.

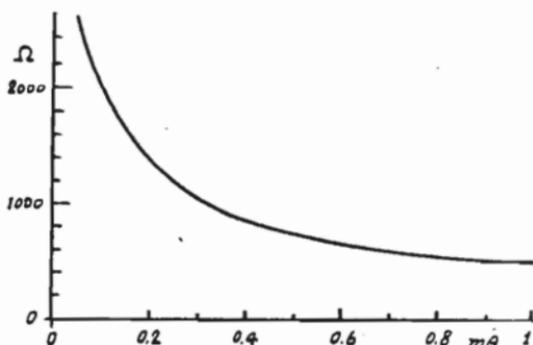


Fig. 115. — Caratteristica corrente-resistenza interna di un raddrizzatore ad ossido.

Per la portata di 5 V la resistenza totale di un voltmetro con raddrizzatore a ponte non deve essere di 5000 Ω ma di $0,909 \times 5000 = 4545$ Ω . Lo strumento ha una resistenza di 300 Ω ed il raddrizzatore una di 500 Ω (valore alla massima corrente richiesta, cioè quella fondo scala di 1 mA) la resistenza che deve essere aggiunta in serie al complesso è di $4545 - (300 + 500) = 3745$. In questo caso la variazione di resistenza del raddrizzatore, che si ritiene sia da 500 Ω per 1 mA di corrente circolante a 2000 Ω per 0,1 mA, rappresenta il 33 % della resistenza totale: la scala non è quindi uniformemente suddivisa nemmeno da metà a fondo scala. Per la portata di 25 V la resistenza totale deve essere di 22725 Ω e la variazione di resistenza del raddrizzatore rappresenta il 6,5 % della resistenza totale: la scala sarà per questa portata molto più uniformemente suddivisa.

Si può costruire un milliamperometro con raddrizzatore a ponte sino ad una portata di 10 mA trovandosi raddrizzatori di dimensioni ridottissime per tali portate, ed inserendo il complesso collegato come in fig. 113 b) direttamente in circuito. Per portate maggiori non si può far uso di una resistenza in

derivazione sulla sola bobina mobile e si usa raramente metterla sul raddrizzatore; si ricorre invece ad un adatto trasformatore di corrente di dimensioni molto ridotte, fig. 116.

Per misure di tensione a radiofrequenza si prestano bene

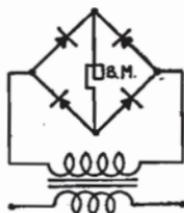


Fig. 116. — Misura di correnti con strumento a raddrizzatore.

anche per frequenza di qualche diecina di MHz raddrizzatori ad ossido a dischetto di qualche millimetro di diametro, posti in serie di 5 o 6 per diminuire la capacità interna del raddriz-

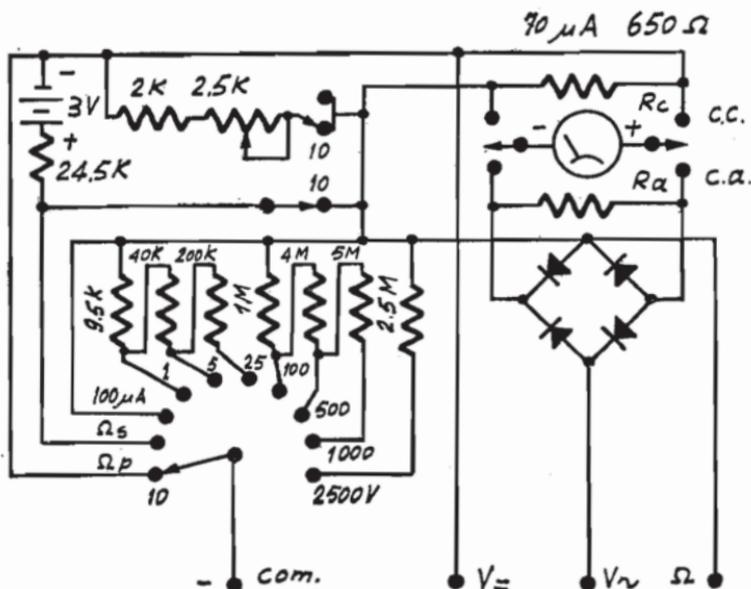


Fig. 117. — Strumento di misura universale (Simonini).

zatore. Se ne fa uso in alcuni amperometri per la misura di correnti di aereo nei radiotrasmittitori, applicando al raddrizzatore la tensione indotta nel secondario di un trasformatore toroidale. Nell'interno del toro passa un conduttore rettilineo, costituente il primario, in cui circola la corrente di aereo.

In fig. 117 è lo schema di uno strumento universale, per la misura di tensioni continue ed alternate e di resistenze, in cui si fa uso di un raddrizzatore ad ossido collegato a ponte. Lo strumento è un microamperometro da $70 \mu\text{A}$ circa che, con la resistenza R_c o R_a è regolato per ottenere in entrambi i casi una sensibilità tale da aversi $10\,000 \Omega/\text{V}$.

Il commutatore è ad una via dieci posizioni ma su di una

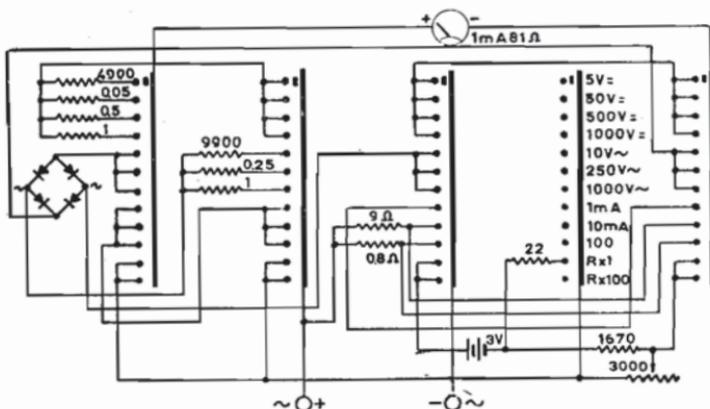


Fig. 118. — Strumento universale (Barn).

piastra supplementare sono i contatti relativi alle commutazioni per l'ohmmetro per le portate alta e bassa.

In fig. 118 lo strumento fa uso di un commutatore a cinque vie e dodici posizioni per ottenere tutte le commutazioni di portata e di misura di tensioni continue, alternate e resistenze.

Molti voltmetri in alternata hanno anche una scala graduata in decibel. Lo zero non è al principio di essa, graduata in qualche strumento da -10 a $+6$ db, ma corrisponde normalmente al valore di 6 mW o $1,73 \text{ V}$, su linea di 500Ω . Si hanno anche casi in cui lo zero corrisponde ad altri valori arbitrari in mW , indicati sullo strumento.

67. Misuratori di uscita.

Per la determinazione della sensibilità totale di un ricevitore, per la misura della potenza di uscita ottenibile da un amplificatore con una distorsione accettabile, si fa uso di un misuratore di uscita, cioè di un wattmetro.

Questi strumenti possono essere sia wattmetri veri e propri, comprendenti quindi il carico adatto da applicare all'uscita del ricevitore o amplificatore, sia voltmetri da collegare in parallelo al carico, la cui resistenza è nota. In entrambi questi casi lo strumento collegato in parallelo al carico è un voltmetro a raddrizzatore, con resistenza interna molto elevata rispetto al carico stesso.