

IL VOLTMETRO A VALVOLA

Principio basilare.

Il *voltmetro a valvola* è uno strumento per la misura di tensioni elettriche continue, alternate ed alternative, a bassa e alta frequenza. È un voltmetro a resistenza interna estremamente alta, e consente perciò la misura precisa di tensione senza assorbire energia dal circuito al quale è collegato.

La tensione da misurare viene applicata all'entrata di una valvola elettronica, ossia tra la sua griglia controllo ed il suo catodo, ai capi della resistenza di griglia della valvola stessa, la quale è generalmente di 10 megaohm. La tensione da misurare si somma algebricamente alla tensione di griglia della valvola determinando una corrispondente variazione nella corrente di placca. Tale variazione di corrente è misurata con un milliamperometro. La scala del milliamperometro può essere graduata in volt, e consentire la lettura diretta della tensione incognita applicata all'entrata della valvola. Il milliamperometro può avere la propria scala graduata in milliampere, nel qual caso il voltmetro a valvola è provvisto di grafico di taratura, con il quale è possibile tradurre in valori di tensione quelli di corrente indicati dallo strumento.

La tensione da misurare applicata all'entrata della valvola può essere di qualche volt appena. Essa dipende dal tipo di valvola usata e dalle tensioni a cui viene fatta funzionare. Tale tensione è generalmente compresa tra 1 e 3 volt.

Il voltmetro a valvola consente generalmente la misura di tensioni maggiori e ciò mediante un *partitore di tensione*

presente alla sua entrata. In tal caso lo strumento è a più portate, e le stesse possono essere, ad es., le seguenti: 2,5 V, 5 V, 10 V, 25 V, 50 V e 100 volt.

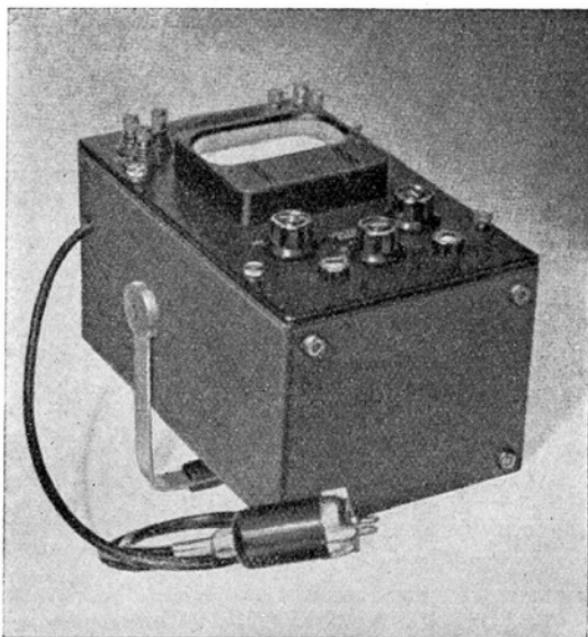


Fig. 9.1. — Esempio di tipico voltmetro a valvola con relativo probe.

Alle volte anche la prima portata è ricavata da una presa del partitore; le varie portate possono essere, ad es., le seguenti: 5 V, 10 V, 50 V, 100 V, 250 V e 500 volt.

UTILITÀ DEL VOLTMETRO A VALVOLA. — Il voltmetro a valvola è particolarmente utile per molti usi, uno dei quali quello di consentire la misura di piccole tensioni ai capi di alte resistenze, misura questa impossibile con i comuni voltmetri.

La fig. 9.2 dimostra che non è possibile misurare con un comune voltmetro la tensione di 1 volt ai capi di una delle

due resistenze di 100 000 ohm ciascuna di un partitore di tensione ai cui capi è applicata una tensione di 2 volt. Supponendo di effettuare la misura con un voltmetro della portata di 1 volt, costituito da un milliamperometro da 1 mA con in serie una resistenza di 1000 ohm, l'indice dello strumento anzichè andare a fondo scala ed indicare 1 volt rimane pressochè immobile. Ciò avviene per il fatto che la

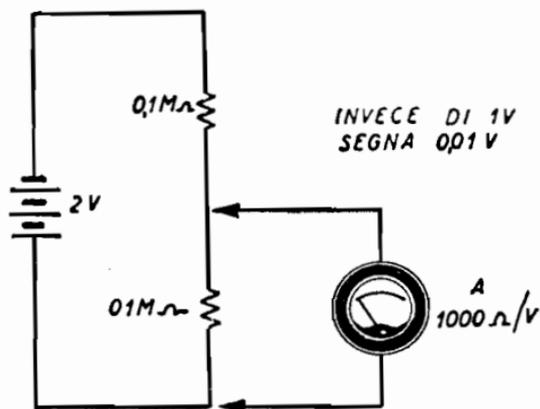


Fig. 9.2. - Con il comune voltmetro non è possibile la misura di piccole tensioni ai capi di alte resistenze.

resistenza interna dello strumento, poco superiore a 1000 ohm, si trova in parallelo con quella di 100 000 ohm; in seguito a ciò il partitore di tensione risulta costituito da una resistenza di 100 000 ohm in serie con altra di circa 1000 ohm. Ai capi di quest'ultima la tensione anzichè di 1 volt risulta di circa un centesimo di volt.

In fig. 9.3 è fatto lo stesso esempio di misura della tensione di 1 volt ai capi di una resistenza di 100 000 ohm con un voltmetro a valvola.

In tal caso lo strumento indica l'effettiva tensione esistente senza introdurre praticamente alcun errore, per il fatto della elevatissima resistenza di entrata, dieci megaohm, del voltmetro a valvola.

La tensione ad alta frequenza presente ai capi del secondario di un trasformatore di MF è misurabile soltanto con un voltmetro a valvola. Ciò consente di misurare il guadagno di ciascun stadio MF ed effettuare in tal modo controlli di sensibilità e di taratura dell'amplificatore MF e AF degli apparecchi radio.

Il voltmetro a valvola è pure utile per la misura della tensione del controllo automatico di volume (CAV) degli apparecchi radio e dei televisori, per la messa a punto dello stadio rivelatore a discriminatore o a rapporto.

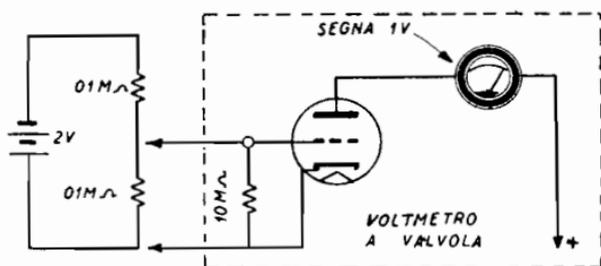


Fig. 9.3. - Con il voltmetro a valvola è possibile la misura di piccole tensioni ai capi di elevate resistenze.

Consente pure la misura delle tensioni impulsive nei televisori e l'apprezzamento del loro valore di cresta.

Il voltmetro a valvola è particolarmente utile per la ricerca di difetti e guasti in apparecchi radio, in televisori ed in trasmettitori; poichè consente di seguire il segnale AF da stadio in stadio; consente pure di localizzare tracce di tensione AF in circuiti BF o di alimentazione; riesce utile per stabilire l'efficacia dei filtri di disaccoppiamento AF, l'apertura di condensatori di disaccoppiamento, perdite, eccetera.

È usato per la misura del coefficiente di amplificazione dinamico delle valvole, quale indicatore di risonanza o quale indicatore di zero in circuiti a ponte.

Tipi di voltmetri a valvola.

I voltmetri a valvola adatti per l'uso in laboratorio radio-tecnico si possono distinguere a seconda del modo con cui è utilizzato lo strumento di misura, in due gruppi:

a) *voltmetri a valvola semplici*, nei quali lo strumento di misura si trova inserito nel circuito di placca della valvola e consente la misura della corrente anodica dovuta alla variazione della tensione di polarizzazione causata dalla tensione da misurare, applicata all'entrata della valvola. Si distinguono a loro volta in due tipi: *voltmetri a valvola rivelatrice*, alla cui entrata possono venir applicate indifferentemente tensioni continue od alternate, da misurare: in questi v.a.v. l'indice del milliamperometro è a zero della scala; e *voltmetri a valvola amplificatrice*, alla cui entrata possono venir applicate solo tensioni continue da misurare, nei quali l'indice dello strumento si trova al centro della scala;

b) *voltmetri a valvola a ponte*, nei quali lo strumento di misura si trova tra i due bracci di un ponte a resistenze, una delle quali è formata dalla resistenza interna della valvola stessa. In questi voltmetri lo strumento di misura serve per indicare lo squilibrio del ponte, squilibrio che è proporzionale alla tensione applicata all'entrata della valvola, entro certi limiti.

Essi misurano solo tensioni continue, e quelle alternate o alternative rettificate da un rivelatore a valvola o a cristallo.

A loro volta essi si dividono in più gruppi, a seconda che funzionino ad una o più valvole. Nei v.a.v. a ponte, in assenza della tensione da misurare, l'indice dello strumento è a zero.

CALIBRAZIONE DEL VOLTMETRO A VALVOLA

Il voltmetro a valvola va tarato con tensioni ben note applicate alla sua entrata; le corrispondenti variazioni di corrente anodica, indicate dal milliamperometro, vengono segnate sulla scala dello stesso; in tal modo la lettura di tensione è ottenuta direttamente dalla scala dello strumento.

Il voltmetro a valvola può essere corredato da un grafico di taratura per convertire le misure di corrente indicate dallo strumento in misure di tensione. La graduazione della scala ed il grafico di taratura sono generalmente riferiti alla portata minore; la misura di tensione relativa alle portate maggiori è ottenuta per moltiplicazione.

La calibrazione è generalmente unica sia per le tensioni continue che alternative dato che esse corrispondono sensibilmente.

Il v.a.v. indica il valore massimo della tensione alternata e quello di cresta della tensione alternativa. Per ottenere il valore efficace dal valore massimo della tensione alternata, basta moltiplicare quest'ultimo per 0,707.

La misura delle tensioni ad alta frequenza è limitata dalle capacità di ingresso della valvola per cui è opportuno usare valvole a bassa capacità griglia-catodo.

La misura della tensione oscillante può considerarsi precisa sino a frequenze di 5 Mc/s; per frequenze superiori sino a 100 Mc/s occorre tener conto di un fattore di correzione che dipende dal tipo di valvola usata, della sua capacità di ingresso e tensioni di lavoro.

Il voltmetro a valvola semplice.

Come detto, il *voltmetro a valvola semplice* può essere di due tipi: a valvola rivelatrice ed a valvola amplificatrice. Ambedue questi tipi sono largamente in uso nei laboratori radiotecnici.

VOLTMETRO A VALVOLA RIVELATRICE

Il v.a.v. a *valvola rivelatrice*, consiste di una valvola a coefficiente fisso di amplificazione usata quale rivelatrice a caratteristica di placca e di uno strumento di misura, un miliamperometro da 1 a 5 f. s., inserito nel circuito di placca o di catodo della valvola stessa, nonchè di un alimentatore anodico.

IL VOLTMETRO A VALVOLA

In fig. 9.4 è indicato lo schema di principio di un v.a.v. di tipo semplice, adatto per una sola portata, ed in grado di misurare tensioni continue, alternate o alternative di qualche volt.

La valvola funziona con tensione negativa di polarizzazione tale da corrispondere al punto di interdizione della corrente anodica. È ottenuta applicando al catodo una ten-

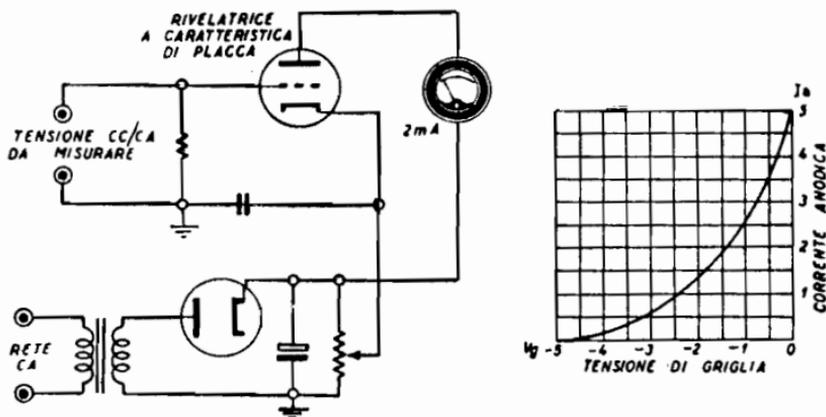


Fig. 9.4. — Principio del voltmetro a valvola di tipo semplice, per misure di tensioni continue o alternative.

sione positiva prelevata da un potenziometro in funzione di partitore di tensione presente all'uscita dell'alimentatore.

La tensione di polarizzazione è indipendente da variazioni di corrente della valvola, cioè indipendente dalla tensione da misurare applicata all'entrata della valvola stessa.

La resistenza di griglia della valvola è molto elevata, di 10 megaohm, costituisce la resistenza di entrata del v.a.v.

Lo strumento è un milliamperometro il cui indice è a zero in assenza di tensione da misurare; quest'ultima va applicata con polarità positiva dal lato griglia e negativa dal lato massa. In tal modo essa si somma algebricamente alla tensione negativa di polarizzazione che risulta corrispondente-

mente diminuita; ciò provoca il passaggio di corrente anodica nella valvola che determina lo spostamento dell'indice del milliamperometro.

Poichè a variazioni della tensione negativa di polarizzazione corrispondono variazioni della corrente anodica praticamente lineari entro un tratto della curva caratteristica della valvola, la corrente di placca è proporzionale alla tensione applicata all'entrata.

Nell'esempio fatto, la corrente anodica è interdetta con la tensione di polarizzazione di $-3,5$ V; riducendo tale tensione da $-3,5$ a $-1,5$ V (ciò che si ottiene quando la tensione da misurare, applicata alla griglia, è di 2 V) la corrente anodica passa da 0 a 2 mA. L'indice va a fondo scala. Ciò è illustrato dal grafico della figura. I vari valori della tensione da misurare, compresi tra 0 e 2 volt, sono ricavabili dal grafico.

Tensioni superiori a 2 volt possono venir misurate con l'ausilio di un *partitore*, ossia suddividendo la resistenza di entrata di 10 megaohm in un certo numero di resistenze minori collegate in serie. Suddividendo ad esempio, la resistenza di 10 M Ω in due da 5 M Ω , collegando la griglia alla presa intermedia è possibile estendere la portata da 2 a 4 volt. La resistenza di entrata del v.a.v. rimane di 10 megaohm. In altra parte del presente capitolo è detto come vanno calcolati i valori delle diverse resistenze per più portate.

Quanto detto per la misura della tensione continua vale anche per la misura della tensione alternata. La semionda positiva diminuisce la tensione di polarizzazione della valvola e determina lo spostamento dell'indice, mentre quella negativa non ha alcun effetto dato che oltrepassa il valore di interdizione della corrente anodica.

VOLTMETRO A VALVOLA AMPLIFICATRICE

Il v.a.v. a *valvola amplificatrice* si distingue dal precedente per il fatto che la valvola funziona al centro della sua curva caratteristiche in assenza di tensione da misurare.

A differenza del v.a.v. precedente, questo v.a.v. richiede che la portata del milliamperometro coincida con la corrente anodica massima della valvola, affinché in assenza di tensione da misurare l'indice del milliamperometro si trovi al centro della scala. Una resistenza variabile in parallelo al milliamperometro serve a variare la sensibilità di quest'ultimo per ottenere la messa al centro dell'indice in assenza di tensione da misurare.

Questo v.a.v. presenta il vantaggio di consentire l'accurata messa al centro dell'indice mentre con il v.a.v. con valvola rivelatrice è piuttosto difficile ottenere la messa a zero dell'indice dato che vi è sempre una debole corrente anodica.

Un altro vantaggio del v.a.v. a valvola amplificatrice è quello di consentire di stabilire la polarità della tensione applicata, ed effettuare la lettura senza dover invertire i terminali. Generalmente la metà sinistra della scala è utilizzata per le tensioni negative, e la metà destra per quelle positive.

Questo v.a.v. presenta però due inconvenienti: il primo di richiedere l'uso di un rivelatore per le misure di tensioni alternative, il secondo di ridurre a metà la tensione applicabile all'entrata della valvola.

Il primo inconveniente può venir ovviato con l'uso di un probe a cristallo di germanio, il secondo può venir ovviato aumentando il numero delle portate.

Di ambedue questi tipi di v.a.v. semplici sono riportati esempi pratici nelle pagine seguenti.

Principio del voltmetro a valvola a ponte.

Nel *voltmetro a valvola a ponte*, la valvola è inserita in un ponte a resistenza, costituisce cioè uno dei suoi rami; ossia la resistenza interna della valvola sostituisce una delle quattro resistenze.

Del ponte a resistenza è stato detto nel capitolo secondo.

La fig. 9.5 illustra il principio della v.a.v. a ponte; esso è formato da due divisori di tensione, ciascuno dei quali è costituito da due resistenze, una di 50 000 ohm e l'altra di

10 000 ohm. Una delle resistenze da 50 000 ohm è costituita dalla resistenza interna del triodo.

Lo strumento di misura è usato quale *indicatore di squilibrio*, ed è perciò collegato tra i due rami del ponte, tra i punti A e B.

Poichè la corrente di alimentazione si suddivide in due parti esattamente uguali, tra i due punti A e B non vi è nessuna differenza di potenziale, per cui non vi è alcun passaggio di corrente attraverso il milliamperometro, e l'indice è a zero.

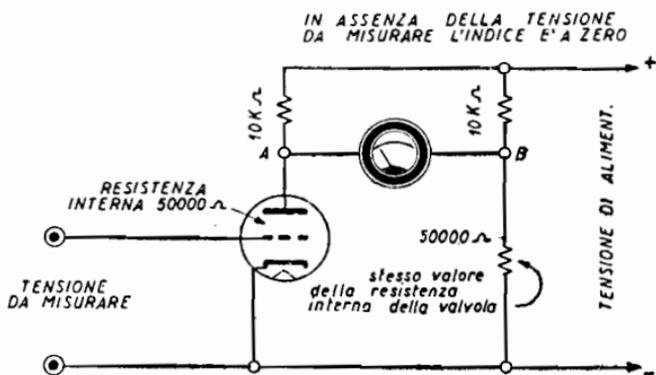


Fig. 9.5. - Principio di funzionamento del voltmetro a valvola a ponte.

Non appena all'entrata della valvola viene applicata una tensione da misurare, essa varia la tensione di polarizzazione, la corrente anodica, la resistenza interna della valvola. Per effetto della variazione di quest'ultima, il ponte non è più equilibrato, e tra i punti A e B vi è una differenza di potenziale e quindi vi è corrente attraverso il milliamperometro. Lo spostamento dell'indice di quest'ultimo è proporzionale alla variazione della resistenza interna della valvola, e alla tensione da misurare applicata alla sua entrata.

Poichè lo strumento di misura è usato quale *indicatore di squilibrio*, non è necessario che la sua portata corrisponda alla massima intensità della corrente anodica della valvola.

In tal modo il v.a.v. a ponte può essere più sensibile di quello semplice, essendo possibile utilizzare quale indicatore di zero un microamperometro. Ciò consente la misura di tensioni molto piccole.

Il v.a.v. a ponte presenta anche altri vantaggi: quello di essere quasi indipendente dalle fluttuazioni di tensione della rete-luce, quello di consentire l'accurata messa a zero dello strumento, quello di poter far funzionare la valvola sul tratto rettilineo della sua caratteristica, dato che l'indice dello strumento è a zero anche se vi è corrente di placca.

Presenta però l'inconveniente di consentire solo la misura di tensione continua, dato che la valvola funziona da amplificatrice, e non da rivelatrice. La misura delle tensioni alternate ed alternative è possibile con l'ausilio di un rettificatore, un diodo elettronico o a cristallo di germanio.

Principio del voltmetro a valvola a ponte con doppio triodo.

Il voltmetro a valvola del tipo precedentemente descritto, ad una valvola sola, presenta alcuni inconvenienti, il principale di essi consiste nel fortissimo sbilanciamento del ponte mentre la valvola è in via di raggiungere il regime normale di funzionamento, ossia durante i primi istanti di accensione. In queste condizioni un ramo del ponte è a resistenza elevatissima per cui vi è una notevole corrente attraverso il milliamperometro. Un altro inconveniente consiste nel fatto che l'indice dello strumento tende a spostarsi dallo zero e richiede una continua regolazione di azzeramento.

Questi due inconvenienti sono evitati sostituendo le resistenze fisse di un ramo del ponte con altra valvola uguale a quella a cui vengono applicate le tensioni da misurare. Serve ottimamente a tale scopo un doppio triodo. La fig. 9.6 illustra il principio del v.a.v. con doppio triodo.

I due triodi sono collegati in modo da formare le due parti di uno dei divisori di tensione, l'altro divisore di tensione è costituito da una resistenza variabile. La griglia di

uno dei triodi è collegata al partitore di tensione e ad essa è applicata la tensione da misurare. La griglia dell'altro triodo è a massa. I due catodi sono collegati insieme e polarizzati con una adeguata tensione stabilizzata.

In assenza di tensione da misurare i due triodi sono percorsi dalla stessa corrente. Lo strumento di misura è utilizzato quale indicatore, mentre la resistenza variabile pone il ponte in condizione di equilibrio e consente di portare a zero l'indice dello strumento.

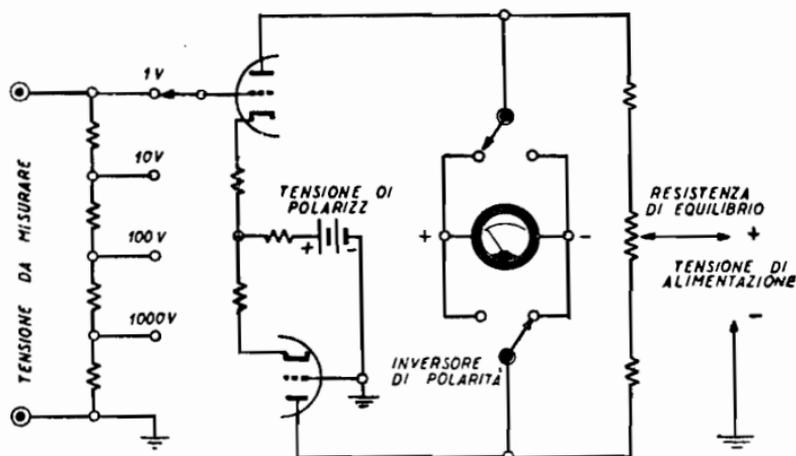


Fig. 9.6. - Principio di funzionamento del voltmetro a valvola con doppio triodo.

In presenza di tensione da misurare varia la tensione di polarizzazione di una delle due valvole, varia la sua corrente di placca e perciò pure la sua resistenza interna.

Il ponte ne risulta sbilanciato e una corrente percorre il milliamperometro. L'intensità di tale corrente è proporzionale alla tensione applicata all'entrata, ciò che consente la misura di quest'ultima.

All'atto dell'accensione il ponte non si squilibria perchè la resistenza interna delle due valvole varia simultaneamente

nello stesso modo sino a stabilizzarsi non appena raggiunta la condizione di regime.

Affinchè la corrente di squilibrio fluisca in modo preponderante attraverso lo strumento e non già attraverso i due rami del ponte è necessario che il valore della resistenza variabile sommato a quello delle due resistenze fisse in serie, sia almeno dieci volte maggiore della resistenza interna del milliamperometro.

La tensione di polarizzazione dei due triodi è ottenuta oltre che da una sorgente fissa, come necessario, anche tramite due resistenze di catodo collegate in serie ed il cui punto di giunzione è connesso alla pila di polarizzazione tramite una resistenza di valore compreso tra 5 000 e 30 000 ohm. In tal modo il ponte risulta meglio stabilizzato data l'automatica compensazione delle piccole fluttuazioni di corrente.

VOLTMETRO A VALVOLA CON DUE TRIODI IN PARALLELO

I due triodi, anzichè in serie come nell'esempio fatto, possono venir collegati in *parallelo*, come nel secondo esempio di ponte con valvola a doppio triodo di fig. 9.7. In que-

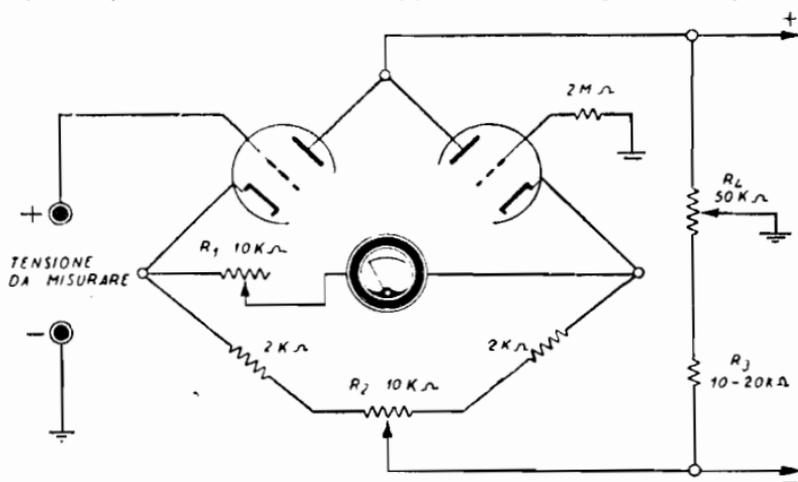


Fig. 9.7. - Voltmetro a valvola a ponte con due triodi in parallelo.

sto caso i due triodi sono presenti nello stesso ramo del ponte, ed hanno le placche collegate insieme. L'indicatore di zero, costituito dal solito milliamperometro, è collegato tra i due catodi. Come nell'esempio precedente, in assenza di tensione da misurare i due triodi sono percorsi da corrente di placca della stessa intensità per cui non vi è differenza di potenziale tra i due catodi e l'indice del milliamperometro è a zero. La tensione da misurare altera la tensione di polarizzazione di uno solo dei triodi, ne varia la corrente di placca e determina una differenza di potenziale fra i due catodi con conseguente corrente attraverso il milliamperometro.

Questo tipo di voltmetro a valvola è ulteriormente descritto nelle pagine seguenti in cui è riportato un esempio di realizzazione pratica.

VOLTMETRO A VALVOLA A PONTE A DUE VALVOLE SEPARATE

Un terzo esempio di *voltmetro a valvola a ponte a due valvole separate* è quello di cui la fig. 9.8 riporta lo schema. Esso consente misure di grande accuratezza. La tensione da misurare applicata al partitore viene da esso prelevata ed applicata alla griglia della valvola V_1 tramite la resistenza R_8 . Tale resistenza ha il valore di alcuni megohm e serve ad impedire l'avaria delle valvole, nel caso vengano erroneamente applicate tensioni eccessive. Un'altra resistenza, R_{17} che si trova collegata alla griglia di V_2 , ha lo stesso scopo; i condensatori C_1 e C_2 servono ad evitare che le letture vengano falsate per presenza di alta frequenza.

Il ponte è formato da due valvole, V_1 e V_2 , e da due resistenze, R_{15} e R_{16} ; le due valvole formano un lato del ponte, il lato opposto è formato dalle resistenze; la tensione esistente fra le due placche è indicata dallo strumento.

La condizione di equilibrio, con differenza di potenziale tra le due placche uguale a zero, è ottenuta quando il rapporto tra R_{13} e la resistenza interna di V_1 è uguale a quello tra R_{16} e la resistenza interna di V_2 . A tale scopo R_{14} è resa variabile.

IL VOLTMETRO A VALVOLA

Il circuito a ponte impiega due valvole accoppiate con una resistenza catodica comune. Il funzionamento è il seguente: quando il potenziale griglia catodo di V_1 diviene positivo una corrente scorre in R_{11} e il potenziale griglia catodo di V_2 diviene negativo. Le resistenze R_1 ed R_2 servono ad equilibrare la caratteristica delle due valvole.

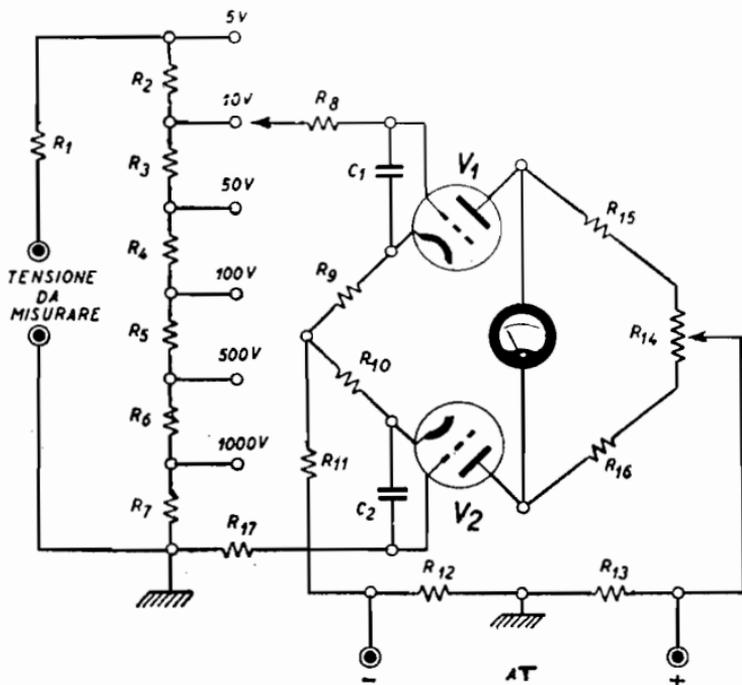


Fig. 9.8. - Voltmetro a valvola a ponte con due valvole separate.

Le resistenze R_{12} ed R_{13} formano un divisore di tensione che serve a fornire l'adatto potenziale di griglia alle due valvole. Poichè la griglia di V_1 diviene positiva quando la griglia di V_2 diviene negativa, la tensione di placca di V_1 decresce mentre quella di V_2 aumenta. La differenza di tensione che così si produce è indicata dallo strumento, calibrato in modo da indicare direttamente la tensione di ingresso.

V_2 serve inoltre allo scopo di mantenere il bilanciamento anche sotto forti variazioni della tensione di alimentazione dello strumento.

RIVELATORI A DIODO PER VOLTMETRI A VALVOLA. — I voltmetri a valvola sono generalmente adatti per la sola misura di tensioni continue; per quella di tensioni alternate o alternative sono normalmente provvisti di un rettificatore a diodo a vuoto o a cristallo di germanio.

Il rivelatore è separato dal voltmetro vero e proprio ed è contenuto nel probe dello stesso. Ciò è opportuno per minimizzare le perdite AF e la capacità di entrata del rivelatore, in modo da renderlo atto a misure su circuiti AF.

RIVELATORE CON DIODO A VUOTO. — La tensione alternativa da misurare viene applicata ad un diodo posto in serie con un condensatore (C_1 in fig. 9.9) di capacità adeguata (è di $0,02 \mu\text{F}$ in alcuni strumenti, di $0,2 \mu\text{F}$ o circa, in

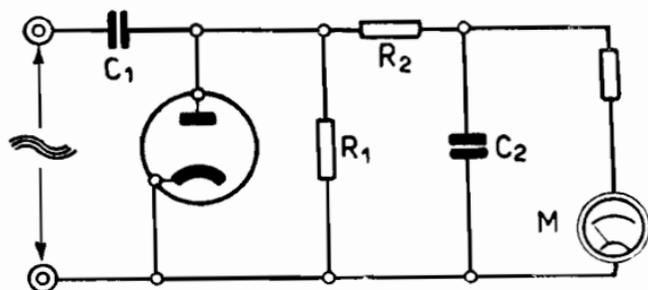


Fig. 9.9. — Principio del diodo rivelatore di tensione alternativa.

altri). In seguito a ciò, l'ampiezza della tensione rettificata presente ai capi del diodo è quasi uguale alla tensione di cresta, da cui il termine di *v. di cresta* o *di picco*.

La tensione rettificata appare ai capi di una resistenza di carico R_1 di valore molto elevato, alcuni megaohm, per assicurare l'alta impedenza d'entrata del voltmetro. Un filtro, costituito da R_2 e da C_2 provvede ad eliminare la componente

alternativa; alla sua uscita è presente una tensione continua da applicare all'entrata del voltmetro a valvola.

TENSIONE DI CONTATTO. — Lo schema di fig. 9.9 è molto semplice ma in pratica presenta un inconveniente notevole, quello di non consentire all'indice dello strumento di essere a zero neppure quando il voltmetro è in condizione di riposo, ossia quando nessuna tensione è presente alla sua entrata, e ciò per effetto del *potenziale di contatto del diodo* (corrente di lancio).

È dovuto al fenomeno per il quale fra due sostanze diverse in contatto si produce un campo elettrico, e sul quale si basano tutte le esperienze di elettricità per strofinio e tutti i generatori elettrostatici, nonché i generatori a pila, poichè anche la pila si basa sullo stesso fenomeno. Il potenziale di contatto del diodo determina una tensione costante di circa 1 volt, sempre indicata dallo strumento.

Per ovviare al suddetto inconveniente viene applicata una tensione uguale e di polarità invertita, ottenuta per es. con

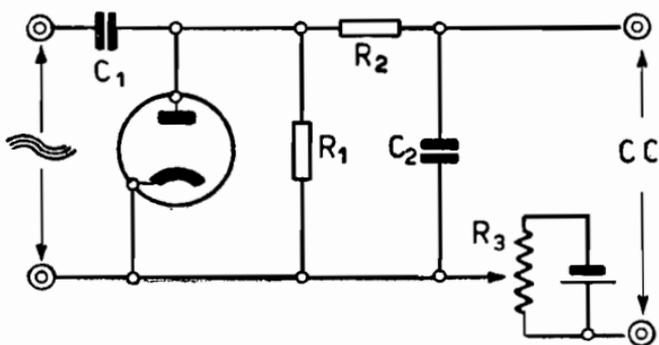


Fig. 9.10. — Esempio di diodo rivelatore polarizzato con pila.

una batteria di pile. È presente ai capi di un potenziometro R_3 il cui cursore è collegato al circuito di ritorno del diodo, come in fig. 9.10. Al posto della batteria di pile può essere collocato un altro diodo, simile a quello usato per la rettificazione.

cazione, scelto in modo da dare la stessa tensione di contatto, e disposto in circuito in modo adeguato; per es. come in fig. 9.11.

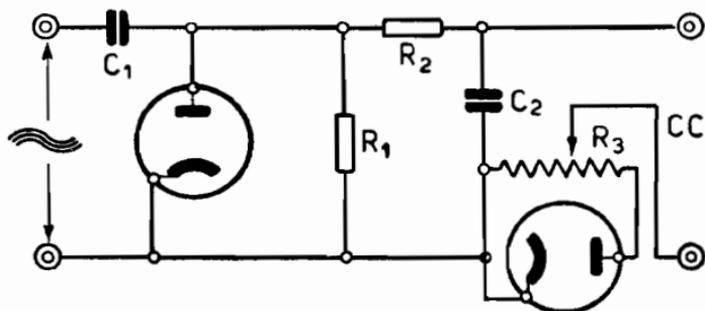


Fig. 9.11. — Esempio come il precedente con polarizzazione ottenuta con un secondo diodo.

RIVELATORE A CRISTALLO DI GERMANIO. — Il rivelatore a diodo di germanio consente il notevole vantaggio di non richiedere tensione di accensione e quindi i relativi conduttori nel cordone del probe. Presenta pure il vantaggio del minimo ingombro, e della assenza di potenziale di contatto; inoltre data la minima capacità interna, si presta ottimamente anche per rilevare tensioni AF a frequenza elevatissima, sino ad oltre i 100 Mc/s.

Presenta però lo svantaggio di consentire la rettificazione di tensioni di solo qualche decina di volt. La massima tensione applicabile al diodo di germanio 1N34 è ad es, di 21 volt.

Nelle pagine seguenti è descritto un esempio di probe a cristallo di germanio.

Determinazione delle resistenze del partitore e del ponte di un voltmetro a valvola.

Per la determinazione dei valori delle resistenze per il partitore di tensione di un qualsiasi voltmetro a valvola è necessario anzitutto stabilire la massima tensione da misu-

rare applicabile alla valvola. È opportuno che tale tensione sia di valore numerico intero ad es. 2 o 3 volt, in modo da poter ottenere le altre portate semplicemente per moltiplicazione dalla prima.

A tale scopo è necessario poter variare la sensibilità dello strumento di misura sino ad ottenere tale corrispondenza.

La formula generale per la determinazione della resistenza del partitore è la seguente:

$$\frac{\text{Resistenza complessiva del partitore} \times \text{Tensione fondo scala}}{\text{Tensione applicata al partitore}} =$$

$$\text{Resistenza per la tensione desiderata.}$$

Qualora la tensione d'entrata corrispondente necessaria per portare l'indice a fondo scala sia di 3 V e la resistenza complessiva del partitore debba essere di 10 MΩ come comunemente avviene, e qualora siano richieste le portate di 6, 30 e 150 volt come in fig. 9.12, il valore delle rispettive resistenze risulta come segue:

$$\frac{10 \text{ M}\Omega \times 3 \text{ V}}{150 \text{ V}} = 0,2 \text{ M}\Omega \text{ per i 150 volt;}$$

ossia

$$\frac{10 \text{ M}\Omega \times 3 \text{ V}}{30 \text{ V}} = 1 \text{ M}\Omega \text{ per i 30 volt;}$$

e infine

$$\frac{10 \text{ M}\Omega \times 3 \text{ V}}{6 \text{ V}} = 5 \text{ M}\Omega \text{ per la tensione di 6 volt.}$$

Essendo la resistenza complessiva del partitore di 10 MΩ, i valori delle varie resistenze del partitore risultano come segue: per la portata 150 volt è di 0,2 MΩ; per la portata di

30 volt deve essere di $1\text{ M}\Omega$, ed è perciò di $0,8\text{ M}\Omega$ che si somma a quella di $0,2\text{ M}\Omega$; per le portate di 6 volt deve essere di $5\text{ M}\Omega$, ed è perciò di $4\text{ M}\Omega$, in quanto si somma alle due precedenti di $0,2$ e $0,8\text{ M}\Omega$.

Per ciò che si riferisce alle resistenze del ponte stesso, il loro valore è determinato tenendo presente che quello di R_1

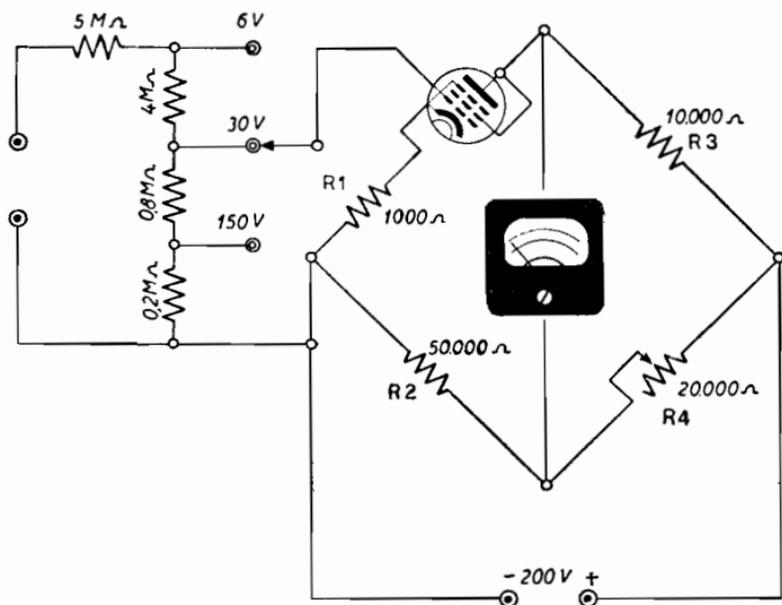


Fig. 9.12. — Esempio di valori delle resistenze del partitore di tensione e del ponte di un voltmetro a valvola.

dipende dalla tensione di polarizzazione della valvola e quindi dal tipo di valvola usata e dalla tensione anodica; che quello di R_2 deve essere uguale alla resistenza interna della valvola alla tensione di polarizzazione normale; ed infine che il valore di R_3 è generalmente di $10\ 000\ \Omega$ e quello di R_4 è variabile pure intorno a $10\ 000\ \Omega$, in quanto il rapporto tra R_3 ed R_4 deve essere uguale all'unità.

ATTUAZIONE PRATICA DI VOLTMETRI A VALVOLA

Voltmetro a valvola di tipo semplice per misure di tensioni continue e alternative.

Un *voltmetro a valvola* di realizzazione relativamente semplice, di costo poco elevato, bene adatto per il servizio radio e TV, è quello di cui la fig. 9.13 riporta lo schema elettrico completo.

Caratteristiche essenziali di questo voltmetro sono:

A) È provvisto di due probe, uno per misure di tensione continua ed un altro per quella alternativa.

B) Le tensioni C C misurabili vanno da quelle apprezzabili nella prima portata con 5 volt fondo scala, alla quinta portata con 500 volt fondo scala; in pratica la gamma delle tensioni misurabili si estende da qualche decimo di volt a 500 volt.

C) Le letture vengono effettuate con uno strumento da 1 mA f. s. il cui indice è in *posizione di riposo in centro scala*.

D) La tensione anodica di alimentazione è costante, stabilizzata con valvola al neon.

Questo voltmetro a valvola si presta ottimamente per rapide misure di tensioni su circuiti radio e TV, dato che non è necessario un commutatore per l'inversione della polarità, essendo l'indice al centro scala.

La valvola è un triodo 6C4, a coefficiente di amplificazione fisso; il milliamperometro è inserito nel circuito di catodo della valvola in serie con una resistenza fissa di 1000 ohm e di un'altra variabile R_1 pure di 1000 ohm. Quest'ultima serve a regolare la tensione di polarizzazione onde correggere le indicazioni strumentali a fondo scala. Un'altra resistenza variabile R_2 di 1000 ohm serve a regolare la corrente anodica

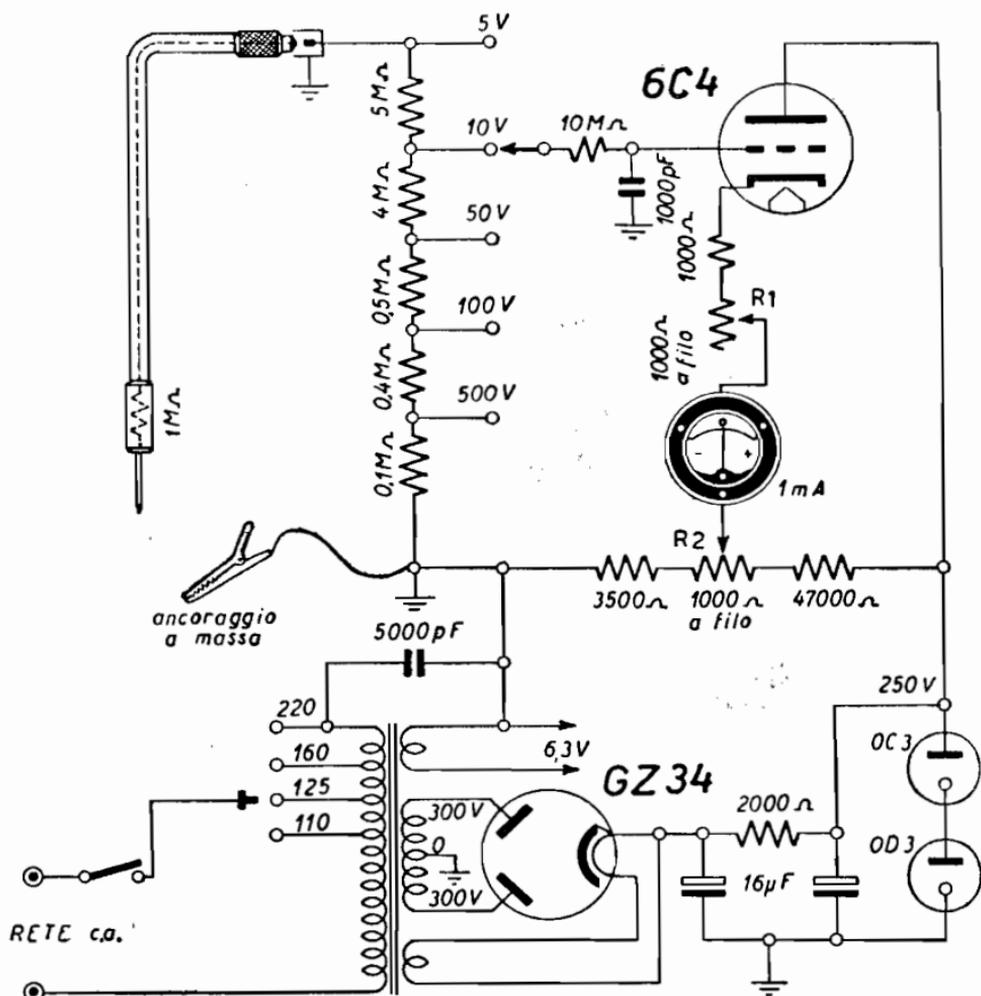


Fig. 9.13. - Schema di voltmetro a valvola di tipo semplice per la misura di tensioni continue su cinque portate. Consente anche la misura di tensioni alternative con il probe di fig. 9.14.

IL VOLTMETRO A VALVOLA

affinchè l'indice dello strumento vada a centro scala ed indichi la corrente di 0,5 mA.

All'entrata del voltmetro vi è un partitore di tensione per le cinque portate, le quali sono: sino a 5 V, sino a 50 V, sino a 100 V, e sino a 500 V. I due probe vanno collegati al voltmetro tramite la presa a boccola con vite. In fig. 9.13 è disegnato il probe per tensioni continue e in fig. 9.14 quello per tensioni alternative. Il primo consiste di un cavetto schermato con puntale nel cui interno è sistemata una resistenza di $1\text{ M}\Omega$; l'altro probe, quello per le tensioni alternate, consiste di un altro cavetto schermato con probe nel cui interno è sistemato il cristallo di germanio, due resistenze e due condensatori, formanti il rivelatore.

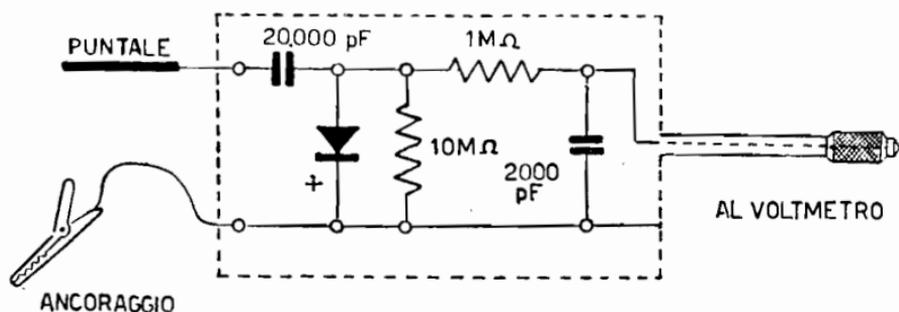


Fig. 9.14. - Probe con cristallo di germanio per la misura di tensioni alternative con voltmetro a valvola.

Per l'uso del probe con cristallo di germanio è necessario calibrare la scala dello strumento portando il commutatore su 5 V; tale portata è sufficiente data l'ampiezza ridotta dei segnali AF da misurare.

TARATURA

Prima di effettuare la taratura occorre che lo strumento abbia raggiunto le normali condizioni di regime, per cui è necessario collegarlo alla rete e lasciare le valvole accese per 10÷15 minuti. Procedere quindi nell'ordine seguente:

a) regolare anzitutto la resistenza variabile R_1 di 1000 ohm, con il cursore a metà corsa;

b) regolare la resistenza variabile R_2 sino a portare l'indice del milliamperometro al centro della scala, ossia in posizione zero;



Fig. 9.15. — Aspetto esterno del voltmetro a valvola di fig. 9.13.

c) collegare il probe per CC alle bocche dello strumento ed inserire la prima portata, quella sino a 5 volt;

d) tra il puntale del probe e l'ancoraggio a massa (bocca di coccodrillo) applicare la tensione di 5 volt CC, assicurandosi che sia effettivamente 5 volt, con adatto strumento. La tensione di 5 volt può venir ottenuta con una batteria di pile a secco in parallelo ad un potenziometro da 500 ohm.

e) regolare la posizione del cursore della resistenza R_1 sino a portare l'indice esattamente a fondo scala, ossia in posizione 5 volt. L'indice andrà ad un estremo della scala, a sinistra o a destra, a seconda della polarità della batteria; quest'ultima andrà invertita per verificare la posizione dell'indice all'altro estremo;

f) togliere la tensione e verificare se l'indice del milliamperometro ritorna esattamente al centro della scala (posizione zero), diversamente ritoccare R_2 ;

g) ripetere le operazioni e) f) sino a raggiungere la concordanza dei valori;

h) applicare al probe CC, regolando il potenziometro della batteria, le tensioni di 4 V, 3 V, 2 V ed 1 V; controllare la corrispondenza delle indicazioni.

La scala del milliamperometro essendo lineare, generalmente non corrisponde con quella del voltmetro a valvola, per cui la graduazione della scala stessa va ritoccata in base alle letture con le tensioni di 4 V, 3 V, 2 V e 1 V, a ciascun lato dello zero centrale.

La nuova graduazione corrisponde sia alle prime portate, sino a 5 volt, come pure alle altre quattro portate.

Le varie letture fornite dallo strumento possono servire per tracciare il grafico di taratura, che potrà risultare simile a quello di fig. 9.16.

La misura di tensioni alternate, da effettuare con il probe CA è limitata alla tensione massima sopportabile dal cristallo di germanio; tale tensione massima è ad es. di 20 volt per il tipo 1N34 e di 54 volt per il 1N55.

La taratura fatta per le tensioni CC corrisponde anche per le tensioni CA superiori a 5 volt; per le tensioni CA inferiori ai 5 volt è necessario procedere all'apposita taratura, da effettuare con lo stesso procedimento già indicato, e valendosi di una tensione alternata. Il valore indicato dallo strumento è quello di picco; il valore efficace risulta dalla moltiplicazione per 0,707.

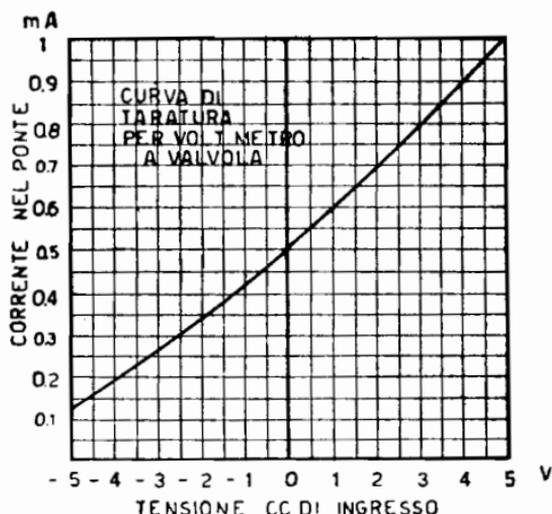


Fig. 9.16. - Grafico di taratura per il voltmetro a valvola di fig. 9.13.

Voltmetro a valvola per tensioni continue e alternative con portate sino a 5, 15 e 50 volt.

Un voltmetro a valvola, di tipo non a ponte, con pentodo rivelatore a caratteristica di placca, adatto per misura di tensioni continue od alternative sulle tre portate di 5, 15 e 50 volt, è schematicamente illustrato dalla fig. 9.13.

È di realizzazione abbastanza facile e di messa a punto poco laboriosa. La misura di tensioni viene fatta indirettamente, con l'ausilio di due grafici di taratura, uno per tensioni continue e l'altro per tensioni alternate o alternative o impulsive, da tracciare appositamente a costruzione ultimata.

Il materiale occorrente è relativamente poco costoso; lo strumento è costituito da un milliamperometro da 2 mA f. s. Il solo inconveniente di questo voltmetro a valvola è quello di richiedere una elevata tensione anodica, di 335 volt, ottenibile con un adatto alimentatore.

Non vi è alcun probe, ma soltanto un cavetto schermato provvisto di puntale con presa di massa a bocca di cocco-

IL VOLTMETRO A VALVOLA

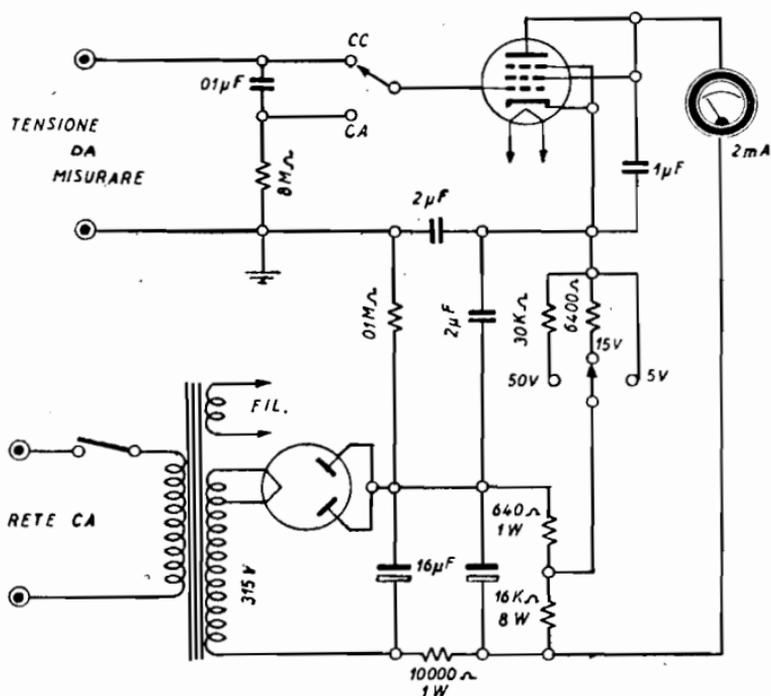


Fig. 9.17. - Voltmetro a valvola di tipo semplice con portate ottenute commutando la resistenza catodica.

drillo, come indica la fig. 9.17, che serve sia per le tensioni continue che alternate. Un inversore CA e CC consente di passare da una all'altra misura. Un commutatore consente di inserire una delle tre portate.

È necessario un pentodo a μ fisso, da usare quale triodo a rivelazione di placca. Delle valvole di tipo europeo si prestano bene la EF40, la EF12, e le vecchie EF6 e AF7.

CARATTERISTICHE PRINCIPALI. — Possono essere riassunte come segue:

- a) tre portate sia in CC che in CA;
- b) alta resistenza di entrata, e quindi possibilità di ef-

fettuare la misura della tensione c.a.g. e quelle impulsive nei televisori;

c) uso di uno strumento a bobina mobile di sensibilità non elevata e quindi di basso costo;

d) azzeramento automatico dell'indice dello strumento.

Il pentodo ad AF viene usato quale triodo rivelatore a caratteristica di placca, onde consentire oltre all'amplificazione anche la rettificazione della tensione alternativa o impul-

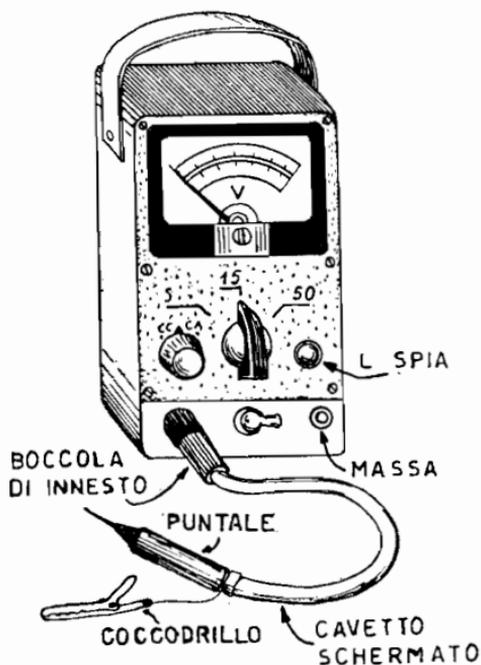


Fig. 9.18. — Aspetto esterno del voltmetro a valvola di fig. 9.13.

siva da misurare. Allo scopo di far funzionare la valvola nel punto di lavoro che in tal caso è quello di interdizione, il catodo della stessa è collegato alla presa di una partitore di tensione formato dalle resistenze di 16 000 ohm e 640 ohm.

La tensione di polarizzazione è mantenuta ad un valore costante di circa 13 volt.

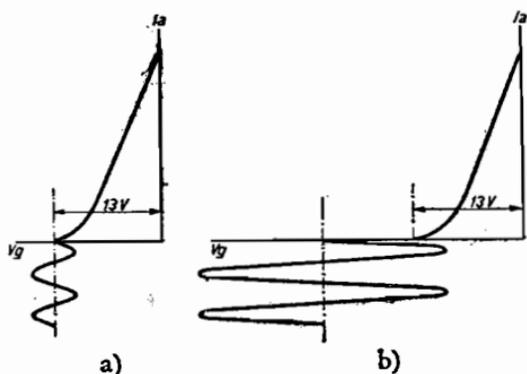
Tale tensione di polarizzazione è quella adatta per la prima portata di 5 V; per le altre due portate essa viene variata con l'inserimento di due resistenze, una di 6 400 ohm e l'altra di 30 000 ohm, inserimento ottenuto con il commutatore di portata.

Il circuito di catodo è collegato a massa tramite un condensatore a carta di 2 μ F di tipo telefonico.

Per evitare che le tensioni da misurare nelle portate di 25 e 50 V causino una notevole corrente di griglia e quindi un aumento del carico, la tensione anodica è di 335 volt.

Affinchè la corrente anodica non superi mai i 2 mA è necessario che la tensione da misurare non faccia mai funzionare la valvola nella regione positiva della caratteristica, per cui sono necessarie elevate tensioni di polarizzazione ed alta tensione anodica.

Fig. 9.19.
Come varia la tensione di polarizzazione al variare della tensione alternativa da misurare.



Nella fig. 9.19 è illustrato come varia la tensione di polarizzazione con bassa e con alta tensione alternativa da misurare.

Dopo la costruzione lo strumento deve venire accuratamente calibrato. È necessario disporre di una tensione continua di 5 volt ottenuta con una batteria di pile con in paral-

lelo un potenziometro da 1 000 ohm a filo. Occorre un voltmetro sufficientemente preciso per misurare tale tensione di 5 volt.

La tensione di 5 volt va applicata ai morsetti e l'inversore CC-CA va portato in posizione CC; la tensione positiva va applicata al puntale, e quella negativa alla bocca di cocodrillo.

L'indice del milliamperometro raggiungerà il fondo scala, oppure lo sorpasserà leggermente. Occorre prendere nota dell'indicazione dello strumento, che potrà essere ad es. di 2,1 mA. Si regolerà il potenziometro in modo da ridurre la

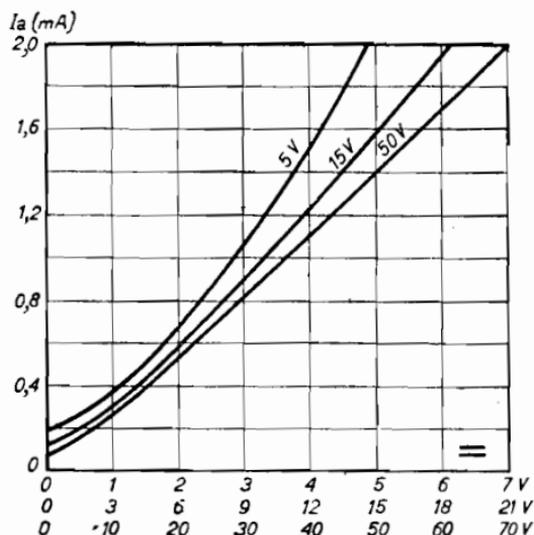


Fig. 9.20. - Esempio di grafico di taratura, per tensioni continue, per il voltmetro a valvola di fig. 9.17.

tensione continua all'entrata da 5 volt a 4 volt, e si prenderà nota della nuova indicazione, che potrà essere ad es. di 1,5 mA. Lo stesso si farà con la tensione di 3 di 2 e di 1 volt, alle quali potranno corrispondere le indicazioni di 1,08, 0,7 e 0,38 mA. Con questi dati si potrà tracciare la prima curva della tabella di taratura, come in fig. 9.20.

La stessa operazione va fatta per la seconda portata con tensione continua all'entrata di 15, 12, 9, 6 e 3 volt, e in base alle indicazioni ottenute va tracciata la seconda curva.

La stessa operazione va ripetuta per la terza portata con tensione CC all'entrata di 50, 40, 30, 20 e 10 volt, e con i dati va tracciata la terza curva.

Un secondo grafico di taratura va approntato per la misura di tensione alternativa. Le operazioni sono eseguite allo stesso modo, utilizzando tensioni alternative ben note, e tracciando con i dati ottenuti le corrispondenti tre curve di taratura, che potranno essere simili a quelle riportate in fig. 9.21.

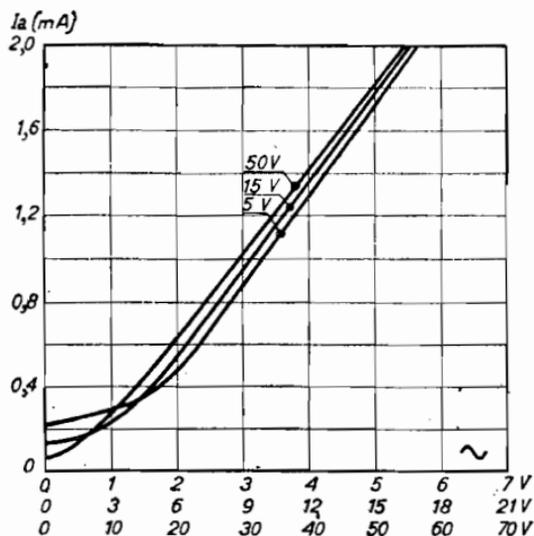


Fig. 9.21. - Esempio di grafico di taratura per tensioni alternative, per il voltmetro a valvola di fig. 9.17.

Alla scala graduata dello strumento, oltre alle indicazioni in mA, possono venir aggiunte quelle in volt, onde consentire letture dirette.

L'alimentatore consiste di un trasformatore di tensione con un secondario AT di 315 volt ed uno BT di 4 volt. La

potenza del trasformatore è di circa 20 watt. La valvola bi-placca AZ41 è usata quale rettificatrice a semionda. La livellazione è affidata ad una resistenza di 10 000 ohm 1 watt e da due condensatori di 16 μ F, 500 V lavoro.

Voltmetro a valvola di tipo a ponte per tensioni continue e alternate.

La fig. 9.22 illustra schematicamente un voltmetro a valvola del tipo a ponte, adatto per la misura sia di tensioni continue che alternative su quattro portate. La valvola è un bidiodo triodo con i due diodi collegati insieme ed usati per la rettificazione della tensione alternativa.

Questo v.a.v. presenta il notevole vantaggio di misurare sia tensioni continue che alternative su quattro portate, sino a 1 V, 10 V, 100 V e 500 volt.

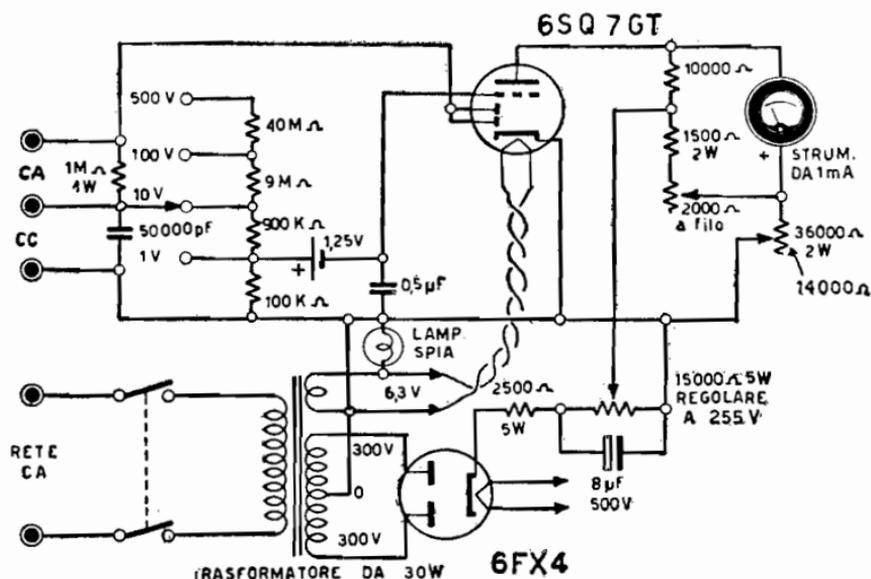


Fig. 9.22. - Schema di voltmetro a valvola a ponte adatto per misura di tensioni continue ed alternative su quattro portate.

Per questa ragione il partitore è diverso da quello di fig. 9.13 e la tensione da misurare viene applicata alle varie prese del partitore.

La resistenza di entrata del v.a.v. non è la stessa per tutte le portate, in quanto la tensione da misurare è applicata alle varie prese del partitore. Essa è di $50\text{ M}\Omega$ per la portata maggiore, di 500 V ed è costituita da tutte e quattro le resistenze del partitore. La resistenza di entrata del v.a.v. per la presa a 100 V è di $10\text{ M}\Omega$ essendo costituita dalle resistenze delle tre portate minori. Infine, la resistenza interna del v.a.v. è di $1\text{ M}\Omega$ per la portata di 10 V , essendo formata dalle due resistenze di $0,9$ e $0,1$ megaohm. Quella della prima portata di 1 V , è di $0,1$ megaohm.

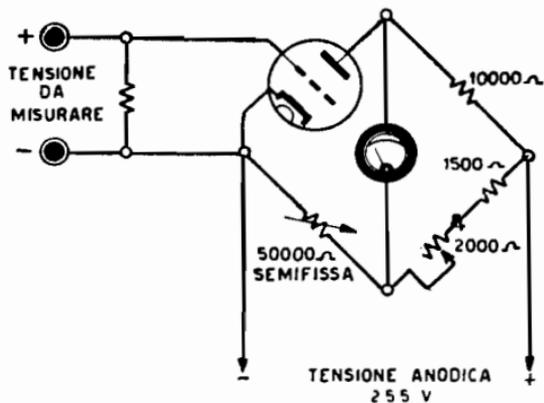


Fig. 9.23. - Principio schematico di funzionamento del voltmetro a valvola a ponte di fig. 9.22.

Per polarizzare la valvola è usata una pila a secco da $1,25$ volt, isolata dal telaio.

Questo voltmetro a valvola è del tipo a ponte e le sue resistenze sono disposte come indica la fig. 9.23. Lo strumento di misura è un milliamperometro da 1 mA fondo scala.

Un lato del ponte è formato dalla resistenza interna della valvola e dalla resistenza fissa con presa regolabile di $50\ 000\ \Omega$; in un braccio dell'altro lato del ponte vi è una resistenza

fissa di 1 500 Ω in serie ad un'altra variabile di 2 000 Ω , ed una di 10 000 ohm.

La presa della resistenza di 50 000 Ω va spostata in modo da inserire in circuito 36 000 Ω , atti a bilanciare la resistenza interna della valvola. Per la nota proporzione la resistenza interna della valvola sta ai 36 000 Ω nello stesso modo con cui la resistenza fissa di 10 000 Ω sta a quella di 2 000 Ω . La tensione anodica è di 255 volt ed è piuttosto critica.

Con tale tensione è possibile sfruttare l'intero tratto lineare della caratteristica anodica della valvola 6SQ7. Una resistenza regolabile di 15 000 Ω permette di ottenere i 255 volt necessari.

MESSA A ZERO. — Ultimata la costruzione del voltmetro a valvola, con il commutatore sulla portata 1 V e con i morsetti CC in corto circuito, chiudere l'interruttore di alimentazione; l'indice dello strumento si porterà a fondo scala dopodichè ritornerà lentamente in prossimità dello zero. Regolare la resistenza variabile di 2 000 Ω sino a portare l'indice a zero. Qualora non si riesca, variare la posizione della presa sulla resistenza di 50 000 Ω . Togliere il corto circuito dai morsetti CC. Può accadere che tolto il corto circuito l'indice si sposti dalla posizione di zero: ciò è dovuto a campi dispersi e non influisce sulla taratura dello strumento.

CALIBRAZIONE DEL VOLTMETRO A VALVOLA. — La scala dello strumento può venir calibrata direttamente in volt, e precisamente da 0 a 1 V, in corrispondenza alla prima portata. La calibrazione può venir eseguita con l'ausilio di una pila da 1,4 V ed un potenziometro di 500 ohm posto in parallelo. È necessario disporre di un voltmetro per corrente continua di sufficiente precisione per poter misurare la tensione di 1 volt da applicare, necessaria per portare l'indice del voltmetro a valvola a fondo scala.

Non è necessario procedere alla calibrazione delle altre portate la quale va riferita alla prima. La precisione delle letture su ciascuna portata dipende dal grado di precisione di

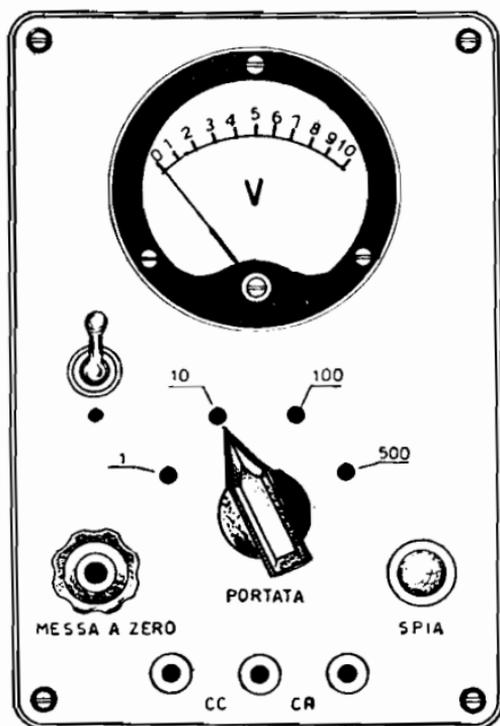


Fig. 9.24. - Aspetto del voltmetro a valvola ultimato.

taratura delle resistenze del partifore, per cui è necessario che la loro tolleranza sia almeno dell'1 %.

Per la misura di tensioni alternative non occorre alcuna ulteriore calibrazione; le letture si riferiscono al valore massimo. Qualora sia necessario conoscere il valore efficace, basta moltiplicare la lettura per 0,707.

Esempio di voltmetro a valvola a ponte con doppio triodo.

La fig. 9.25 riporta lo schema di un voltmetro a valvola a ponte con doppio triodo 12AU7, il cui principio di funzio-

namento è stato illustrato nelle pagine precedenti, e dalla fig. 9.17.

I due triodi sono inseriti nello stesso ramo del ponte ed hanno le placche collegate insieme. La tensione da misurare è applicata tra una delle griglie e massa. La griglia dell'altro triodo è a massa.

In assenza della tensione da misurare, i due triodi sono percorsi da corrente anodica della stessa intensità; in presenza di tensione da misurare varia la polarizzazione di gri-

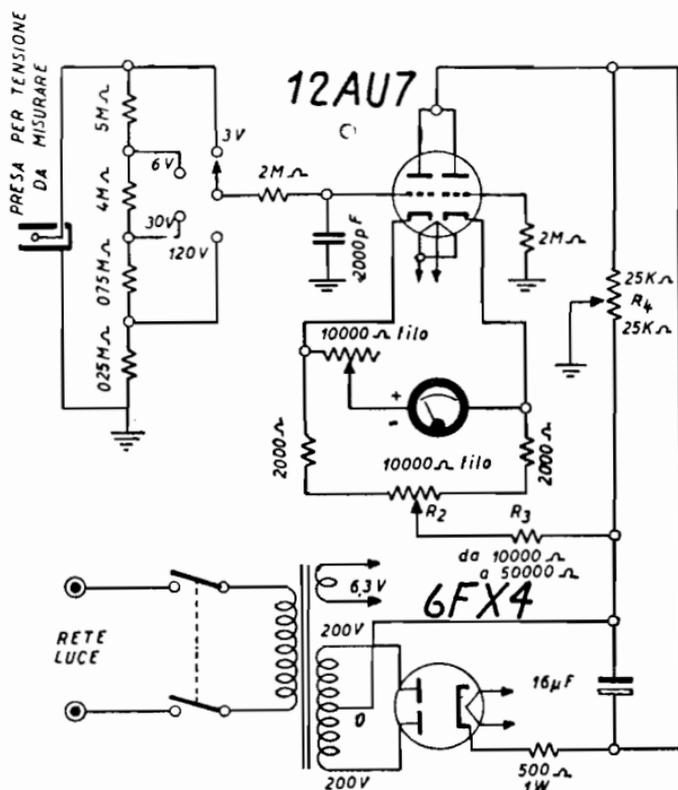


Fig. 9.25. - Schema di voltmetro a valvola a ponte con doppio triodo per tensioni continue su quattro portate ed alternative con probe a rettificatore.

glia e la corrente di placca di uno dei triodi, mentre rimane invariata la corrente di placca dell'altro triodo.

La portata minima di questo v.a.v. è di 3 V; sono previste altre tre portate di 6, 30 e 120 volt, mediante un commutatore ad una via e quattro posizioni.

La resistenza complessiva del partitore è di 10 megaohm; esso è suddiviso in quattro resistenze minori di 5 M Ω , 4 M Ω , 0,75 M Ω e 0,25 megaohm.

Tra il partitore e la griglia vi è un filtro AF costituito da una resistenza di 2 M Ω e da un condensatore di 2 000 pF a mica; esso serve ad eliminare le tracce di alta frequenza eventualmente presenti e sovraccarichi.

Lo strumento di misura è un milliamperometro da 1 mA fondo scala, ed è collegato tra i due catodi della valvola.

Vi sono due resistenze variabili: R_1 , di 10 000 Ω , in serie allo strumento ed R_2 , di 10 000 Ω , collegata tra i due catodi.

La prima resistenza variabile, in serie al milliamperometro, può essere semifissa dato che serve a regolare la sensibilità del milliamperometro all'atto della calibrazione dello stesso. L'altra resistenza serve ad equilibrare il ponte ed a portare a zero l'indice del milliamperometro.

La resistenza fissa R_3 è comune ai due catodi ed il suo valore dipende dalle tensioni di lavoro e dal tipo di valvola, qualora sia usato un doppio triodo diverso dalla 12AU7. Il suo valore è compreso tra 10 000 e 50 000 ohm.

Essendo comune ai due catodi, essa causa una reazione negativa, che consente di stabilizzare il funzionamento dello strumento ed aumentarne la linearità delle indicazioni.

La resistenza R_4 collegata all'uscita dell'alimentatore è di tipo a filo di 50 000 Ω , 5 W, a presa variabile.

L'alimentatore consiste di un trasformatore di tensione con un secondario AT di 2×200 V e 20 mA, ed un secondario BT di 6,3 V.

La valvola raddrizzatrice è una 6FX4 del tipo a riscaldamento indiretto. La livellazione della tensione raddrizzata è ottenuta con una resistenza di 500 Ω 1 W e con un condensatore di 16 μ F 350 volt.

TARATURA DELLO STRUMENTO. — È anzitutto necessario provvedere a mettere approssimativamente in equilibrio il ponte, regolando opportunamente la presa della resistenza R_4 e scegliendo il valore più opportuno per la resistenza fissa R_{21} , in modo che l'indice dello strumento si trovi a zero, quando il cursore della resistenza R_2 è circa a metà corsa.

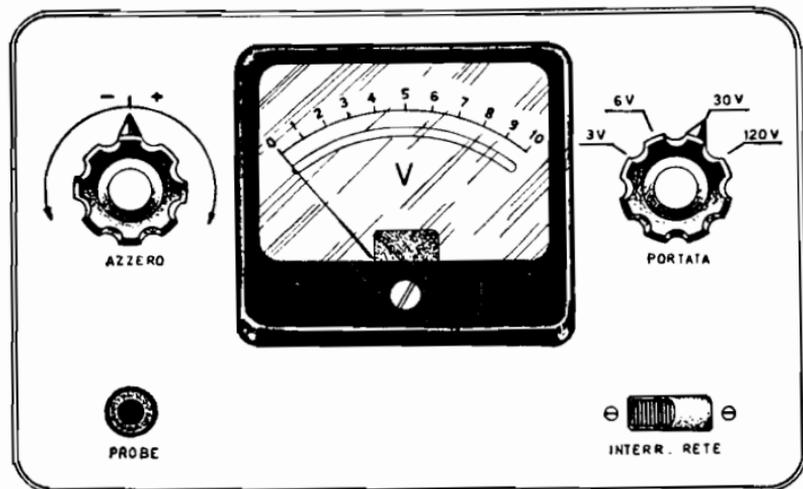


Fig. 9.26. — Aspetto esterno del voltmetro a valvola della figura precedente.

Con il commutatore sulla portata minore di 3 V, all'entrata del v.a.v., va applicata la tensione nota di 3 V, la quale dovrebbe portare l'indice dello strumento a fondo scala; qualora l'indice oltrepassi la scala, la sensibilità del milliamperometro va ridotta regolando la resistenza in serie R_1 . Una volta portato l'indice esattamente a fondo scala con la tensione di entrata di 3 V, occorre provvedere alla calibrazione dello strumento, riducendo la tensione di 3 V gradatamente sino a zero, e prendendo nota delle corrispondenti indicazioni da parte dello strumento, per tracciare con esse il grafico di taratura.

Non è necessario provvedere alla taratura delle altre portate, dato che esse possono venir riferite alla calibrazione della prima portata. Ciò richiede però, che le resistenze del partitore siano sufficientemente precise, diversamente occorre provveder a ripetere la taratura con adeguate tensioni note applicate all'entrata e con il tracciamento di altrettante curve sullo stesso grafico. Le resistenze calibrate consentono di estendere la taratura della prima portata a tutte le altre.

In tal caso le letture relative alle portate maggiori vanno ottenute moltiplicando rispettivamente per 2, per 10 e per 40 quelle della prima portata.

Eventuali altre portate si possono ricavare dal partitore calcolando le relative resistenze con la formula riportata nelle pagine precedenti.

Voltmetro a valvola a ponte a due valvole, Philips mod. GM 6004.

Caratteristiche generali di questo voltmetro a valvola a ponte illustrato dalla fig. 9.27, sono le seguenti:

a) funziona con due pentodi separati e collegati in parallelo;

b) lo strumento di misura è un microamperometro da 100 microampere f. s.;

c) il microamperometro è collegato tra i catodi delle due valvole ed indica la differenza tra le correnti anodiche delle stesse;

d) consente la misura di tensioni continue ed alternative su cinque portate, le seguenti: sino a 3 V, 10 V, 30 V, 100 V e 300 volt;

e) la misura viene effettuata con un solo probe provvisto di commutatore per il passaggio da CC a CA;

f) la rettificazione della tensione alternativa da misurare è ottenuta con un diodo a vuoto EA50, contenuto nel probe;

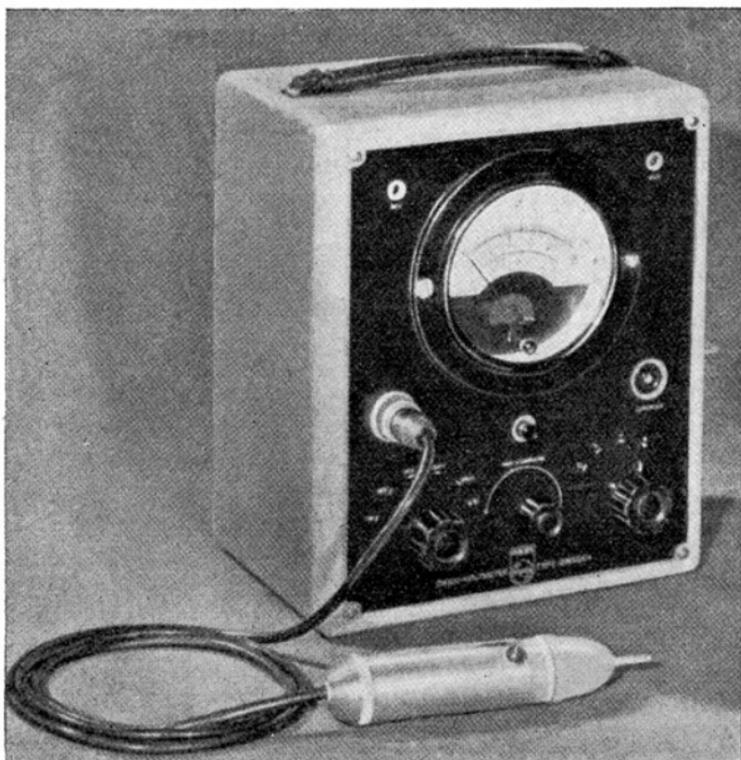


Fig. 9.27. - Aspetto esterno del voltmetro a valvola a ponte Philips mod. GM 6004.

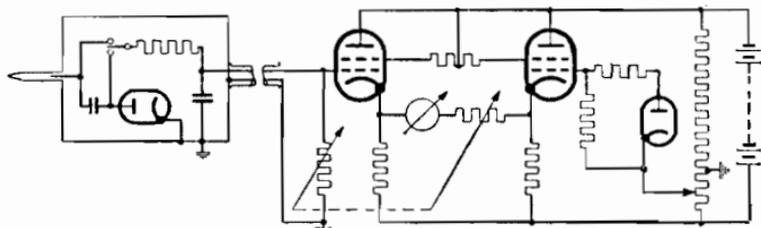


Fig. 9.28. - Schema del principio del v.a.v. Philips mod. GM 6004, cui la figura precedente.

g) la resistenza CC di entrata di questo v.a.v. è di $15\text{ M}\Omega$;

h) la frequenza della tensione alternativa misurabile va da 50 c/s a 100 Mc/s ;

i) consente l'inversione di polarità dello strumento.

Si tratta di uno strumento di notevole sensibilità e linearità, adatto per il servizio radio e videotecnico.

Lo schema di principio è riportato dalla fig. 9.28.

Volt-ohmmetro a valvola.

In fig. 9.29 è schematicamente illustrato un volt-ohmmetro a valvola, per la misura di tensioni a corrente continua ed alternata da 0 a $3\ 000\text{ V}$ e per la misura di resistenze da $0,5\ \Omega$ a $500\text{ M}\Omega$.

Lo strumento è un microamperometro da $400\ \mu\text{A}$, con resistenza interna di 500 ohm ; esso misura la differenza tra le correnti catodiche di un doppio triodo, tipo 12AU7, collegato in circuito a ponte.

Le portate voltmetriche sono: 3, 10, 30, 100, 300, 1 000 e $3\ 000\text{ V}$, fondo scala.

Le portate ohmetriche sono: $500\ \Omega$, $50\ 000\ \Omega$, $5\text{ M}\Omega$ e $500\text{ M}\Omega$, fondo scala.

L'alimentatore comprende un doppiodiodo tipo 6AL5; uno dei suoi diodi provvede alla rettificazione delle tensioni alternative da misurare; l'altro diodo provvede, invece, alla rettificazione della tensione di alimentazione del multimetro.

In fig. 9.30 è illustrato il quadrante dello strumento, sul quale sono tracciate tre scale per la misura delle tensioni ed una scala per la misura delle resistenze. La scala inferiore è a zero centrale ed è utile per effettuare la taratura dei circuiti discriminatori.

I commutatori di portata e di funzione ed i potenziometri di azzeramento e di regolazione ohm sono situati sul pannello frontale del multimetro. I potenziometri di taratura e di bilanciamento in CA sono interni, poichè debbono es-

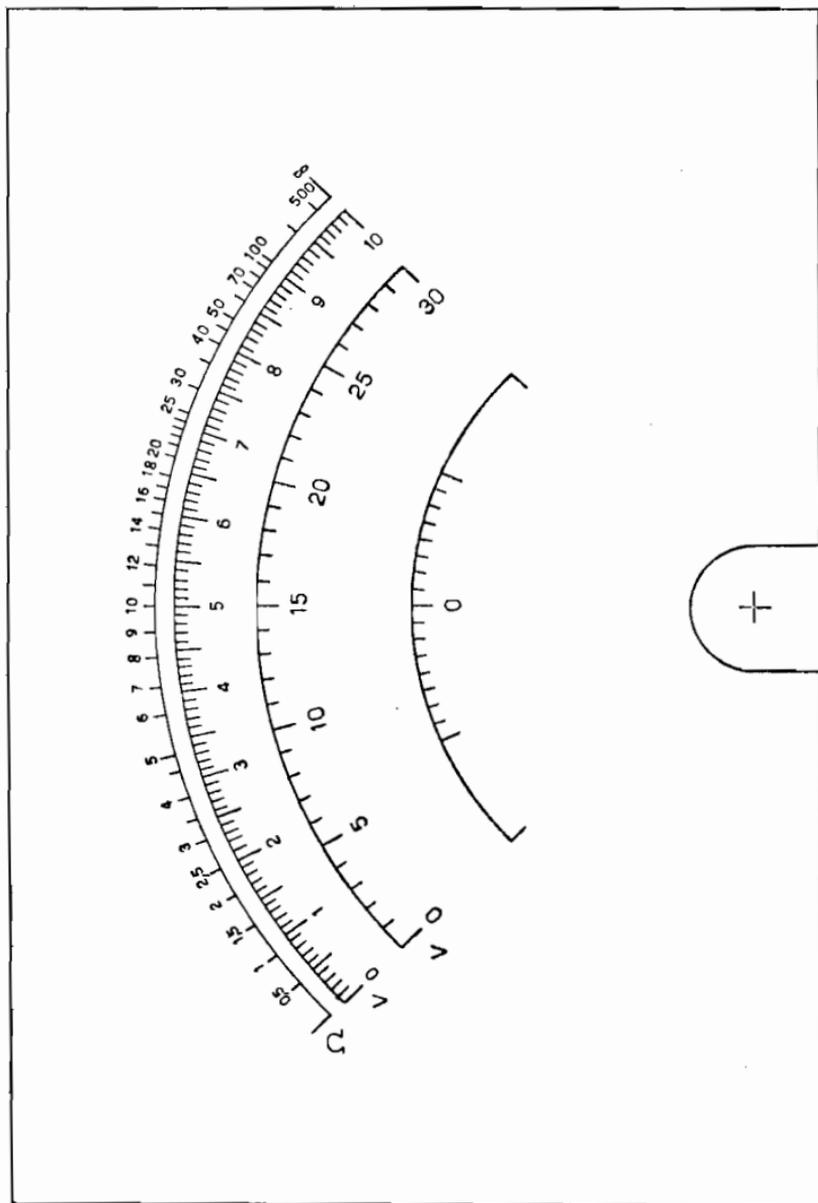


Fig. 9.30 - Quadrante del volt-ohmmetro a valvole.

sere regolati soltanto durante la taratura iniziale dello strumento, o nel caso in cui sia necessario sostituire la valvola del ponte.

Il commutatore di portata è ad una via e 11 posizioni, di cui 7 per le portate voltmetriche e 4 per quelle ohmmetriche; il commutatore di funzione è a 4 vie, 4 posizioni (ohmetro, voltmetro per tensioni positive, voltmetro per tensioni negative e voltmetro per tensioni a corrente alternata).

Il potenziometro di azzeramento, P_4 , viene regolato per portare l'indice dello strumento all'inizio della scala in ciascuna delle portate ohmmetriche e voltmetriche e al centro della scala per effettuare la taratura dei circuiti discriminatori.

Il potenziometro di regolazione ohm, P_2 , viene regolato per portare l'indice dello strumento al valore di fondo scala, prima di collegare ai puntali del multimetro la resistenza da misurare.

Il potenziometro di bilanciamento in CA, P_3 , viene regolato in modo che lo strumento resti azzerato commutandolo da CA a CC, e viceversa. Per ottenere tale risultato è necessario determinare sperimentalmente il valore da assegnare al resistore R_1 (circa $3\text{ M}\Omega$).

Il potenziometro di taratura, P_1 , viene regolato disponendo il commutatore di portata nella posizione 3 V e applicando all'ingresso del multimetro, disposto per la misura delle tensioni a CC, una tensione di 3 V, fino a portare l'indice dello strumento a fondo scala, ossia nella posizione corrispondente a 3 V.