

L'ALIMENTATORE DELL'APPARECCHIO RADIO

Caratteristiche generali.

Un tempo gli apparecchi radio funzionavano con batterie di pile, come attualmente avviene per quelli a transistor; in seguito vennero fatti funzionare con la *tensione alternata* della rete-luce. Tale tensione alternata è bene adatta per l'accensione delle valvole, ma non si può adoperare per gli altri elettrodi, per i quali è necessaria la *tensione continua*.

Inoltre, tutti gli apparecchi radio richiedono varie tensioni continue di funzionamento. Vi sono i piccoli apparecchi, per sole onde medie, da 1 watt di resa d'uscita, i quali funzionano con basse tensioni continue, da circa 120 volt in giù. Vi sono gli apparecchi radio di maggiore potenza, con resa d'uscita di 4 watt e più; anch'essi funzionano con tensioni continue, ma più elevate, circa il doppio. Infatti, la *tensione anodica* massima, ossia la tensione continua di polarità positiva più elevata, disponibile, è in media di 240 volt.

Tutti gli apparecchi radio devono perciò provvedere a ottenere le varie tensioni continue di cui hanno necessità, dalla tensione alternata della rete-luce. A ciò provvede il loro *alimentatore*.

Vi sono due categorie di alimentatori:

- a) alimentatori a valvola;
- b) alimentatori a selenio.

Il principio di funzionamento è identico; sia la valvola come il selenio sono adatti a qualsiasi tipo di apparecchio radio. Tanto gli alimentatori a valvola, quanto quelli a selenio, si possono distinguere in altre due categorie:

- a) alimentatori a semionda;
- b) alimentatori ad onda intera.

I primi sono adatti per piccoli apparecchi, a bassa resa d'uscita; gli altri sono adatti per gli apparecchi maggiori. Essendo la tensione della rete-luce da una continua successione di semionde positive e di semionde negative, gli *alimentatori a semionda*, utilizzano una sola delle due semionde, quella positiva, mentre gli *alimentatori ad onda intera* utilizzano ambedue le semionde della tensione della rete-luce, come sarà detto.

Un'altra, terza distinzione degli alimentatori è la seguente:

- a) alimentatori ad autotrasformazione;
- b) alimentatori a trasformatore di tensione.

Il principio di funzionamento è lo stesso; l'autotrasformatore è più semplice, meno costoso e meno ingombrante; è adatto per piccoli apparecchi; il trasformatore di tensione è meglio adatto per apparecchi maggiori. Saranno prima descritti gli alimentatori a valvola, poi quelli a selenio.

Principio della valvola rettificatrice e raddrizzatrice.

Gli alimentatori a semionda funzionano con valvola *rettificatrice*, in quanto utilizzano una sola semionda della tensione alternata; gli alimentatori ad onda intera utilizzano ambedue le semionde e sono provvisti di *valvola raddrizzatrice*. Le valvole rettificatrici hanno una placchetta, quelle raddrizzatrici ne hanno due; funzionano nello stesso identico modo.

PRINCIPIO DELLA VALVOLA RETTIFICATRICE. — La fig. 7.1 illustra il principio di funzionamento della valvola rettificatrice, compito della quale è di lasciar passare soltanto le semionde positive della rete-luce.

In A) della figura è indicato cosa avviene se non vi è la valvola: la resistenza

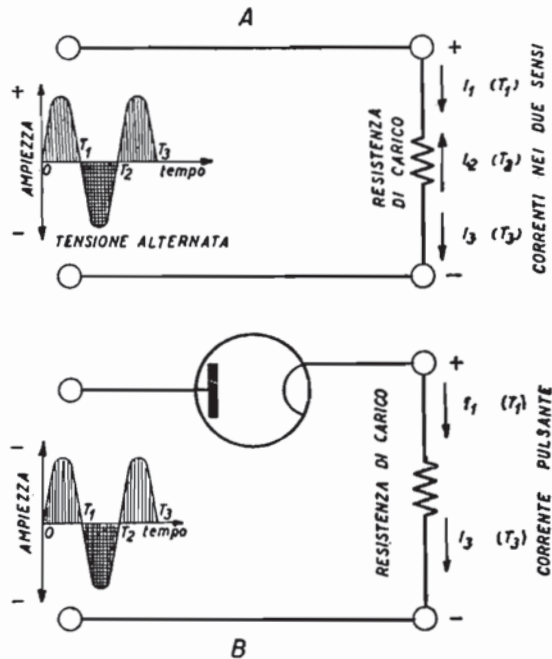


Fig. 7.1. - In A) la corrente fluisce nel due sensi, In B) la corrente fluisce in un senso solo.

di carico è percorsa dalla corrente alternata; in B della stessa figura è indicato ciò che avviene quando vi è la valvola rettificatrice: la resistenza di carico è percorsa soltanto da una *corrente pulsante*, una corrente che ha sempre la stessa direzione, come quella continua.

Tale corrente pulsante non si può adoperare, ma si può però facilmente convertire in corrente continua.

Le semionde della corrente alternata rendono ritmicamente positiva o negativa la placca della valvola. Quando è positiva, essa attira gli elettroni negativi emessi dal filamento incandescente. Attirati dalla placca, gli elettroni percorrono velocemente il tratto dal filamento alla placca, e vengono da essa assorbiti. In tal modo si stabilisce nella valvola, e quindi anche nella resistenza in serie, una corrente elettrica.

Non appena la tensione di placca si inverte e diventa negativa, per la presenza della semionda successiva, gli elettroni vengono respinti, cessa la corrente nell'interno della valvola e nella resistenza. In tal modo vi è corrente nella valvola in presenza delle semionde positive e non vi è corrente in presenza delle semionde negative. La resistenza è percorsa da una corrente pulsante.

È possibile fare in modo di eliminare le intermittenze della corrente e di ottenere una corrente continua. Basta collegare ai capi della resistenza un condensatore di

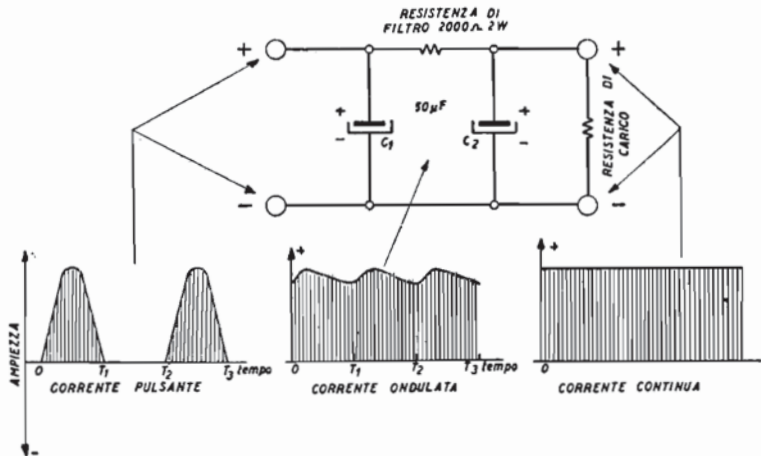


Fig. 7.2. - Il filtro di livellamento rende continua la corrente pulsante intermittente.

grande capacità, per es., un condensatore elettrolitico di 50 μF . Esso si comporta come un volano: si carica quando la valvola rettificatrice è percorsa da corrente, ossia quando la sua placca è positiva, e si scarica nella resistenza quando nella valvola non vi è corrente, ossia quando la sua placca è negativa.

Ne risulta che la resistenza è percorsa da corrente non più pulsante, ma continua. Essa non è ancora adatta per far funzionare le valvole dell'apparecchio radio, essendo ondulata.

Può venir ulteriormente livellata con l'aggiunta di una resistenza e di un condensatore di grande capacità, come in fig. 7.2. Il condensatore e la resistenza formano il filtro di livellamento, detto anche sezione filtrante dell'alimentatore. All'uscita di tale filtro la tensione è continua e priva di ondulazione apprezzabile.

La tensione continua disponibile all'uscita del filtro dipende dalla tensione alternata della rete-luce, ed in pratica si può considerare la stessa. L'alimentatore di questo tipo, funzionante con le sole semionde positive della tensione alternata della rete-luce, è detto alimentatore a semionda.

IL TRASFORMATORE DI ALIMENTAZIONE. — Le valvole di tutti gli apparecchi di media e grande potenza funzionano con tensione anodica di 200 volt o più, mentre la tensione della rete-luce varia da una località all'altra ed è compresa tra 110 e 220 volt.

Affinchè le valvole degli apparecchi di media e di grande potenza possano funzionare con la necessaria tensione anodica anche in località in cui la tensione della

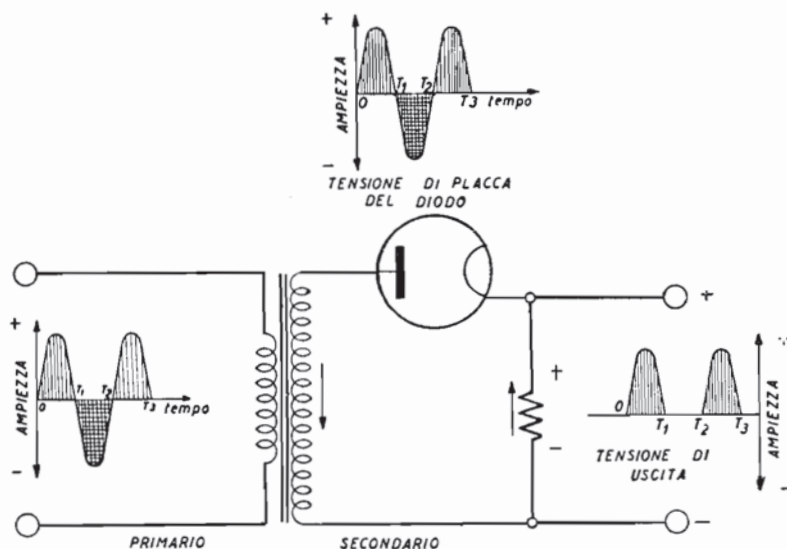


Fig. 7.3. - Principio del trasformatore elevatore di tensione; eleva la tensione della rete da 125 a 250 V a semionda.

rete-luce è bassa, ad es. 110 o 125 volt, l'alimentatore di tali apparecchi è provvisto di un trasformatore in grado di elevare la tensione della rete-luce di quanto necessario. È detto *trasformatore di alimentazione*; è indicato in fig. 7.3. In tale figura, il trasformatore eleva la tensione della rete-luce di quanto necessario. Se, ad esempio, la tensione della rete deve venir raddoppiata, l'avvolgimento secondario ha un numero di spire pari al doppio dell'avvolgimento primario. Il funzionamento dell'alimentatore con trasformatore di tensione è eguale a quello già descritto.

ALIMENTATORE AD ONDA INTERA. — Gli apparecchi di grande potenza, nonché in genere gli apparecchi con buona riproduzione sonora e gli amplificatori, sono provvisti di alimentatore anodico a due diodi, con il quale è possibile utilizzare ambedue le semionde della tensione alternata.

La fig. 7.4 illustra il principio di funzionamento di un altro tipo di alimentatore anodico, in grado di utilizzare ambedue le semionde della tensione alternata della rete-luce. Consiste di un trasformatore di tensione simile a quello della fig. 7.3, ma con avvolgimento secondario a doppio numero di spire e con presa centrale. Al posto

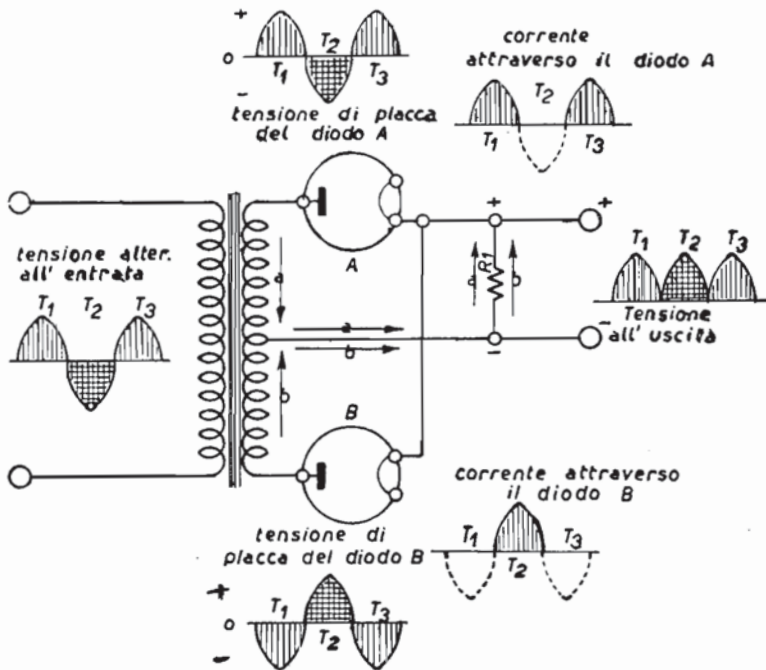


Fig. 7.4. - Principio di funzionamento di alimentatore anodico ad onda intera.

di un diodo ve ne sono due, ciascuno dei quali provvede alla rettificazione di una delle due semionde.

I diodi A e B hanno il catodo in comune, e una resistenza di carico R_1 è inserita tra il catodo e la presa centrale del trasformatore. All'onda sinusoidale di tensione presente ai capi del primario del trasformatore corrispondono, agli estremi del secondario e rispetto alla presa centrale, onde sinusoidali in opposizione di fase.

Di esse, è indicata con T1 la prima semionda, con T2 la seconda, con T3 la terza, ecc. Durante la semionda T1 la placca del diodo A è positiva rispetto al catodo, per cui in tale diodo vi è corrente. La freccia a indica la direzione della corrente, la quale determina una tensione ai capi R_1 . La polarità di questa tensione è positiva dal

lato del filamento, ed è negativa dal lato della presa centrale del secondario. Nello stesso tempo la placca del diodo B è negativa, e quindi non vi è nessuna corrente in esso.

Non appena giunge la semionda successiva (T2), la placca della valvola A diventa negativa e la placca della valvola B diventa positiva; cessa immediatamente la corrente in A e si produce in B. La freccia *b* indica la corrente che si forma in questo caso; essa percorre la resistenza di carico nello stesso senso della corrente precedente. È così ottenuta l'utilizzazione di ambedue le semionde, ossia dell'onda intera.

La tensione così raddrizzata è detta *tensione pulsante* e viene livellata con lo stesso filtro livellatore a cui è già stato accennato.

ESEMPIO DI ALIMENTATORE CON VALVOLA RADDRIZZATRICE BIPLACCA. — Negli apparecchi radio vi è un'unica valvola raddrizzatrice, contenente i due diodi della fig. 7.5; è detta *valvola raddrizzatrice biplacca*.

Il trasformatore di tensione consiste di un avvolgimento primario con presa a 110, 125, 160 e 220 volt, con *cambio tensioni*. Gli avvolgimenti secondari sono tre:

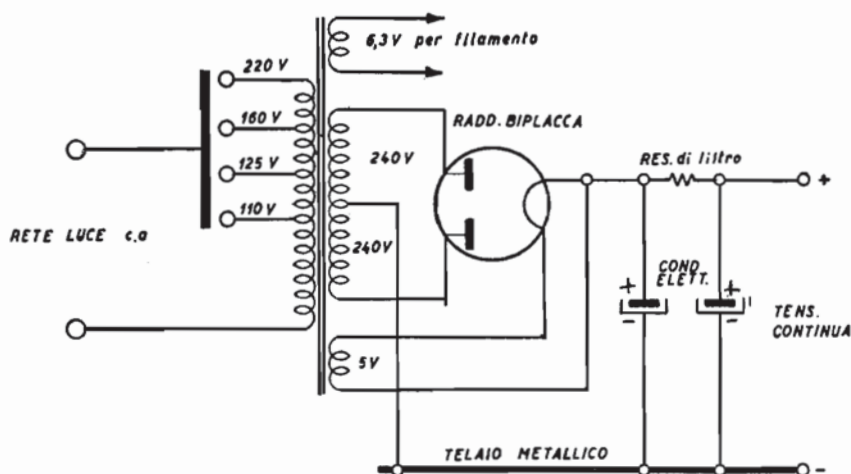


Fig. 7.5. - Esempio di alimentatore anodico con valvola raddrizzatrice biplacca.

uno di alta tensione e due secondari a *bassa tensione*. L'avvolgimento ad alta tensione fornisce 2×240 volt; la tensione raddrizzata è presente tra il filamento della raddrizzatrice ed il telaio; essa viene livellata da due condensatori elettrolitici di capacità elevata, ad es. 32 o 50 μF , e da una resistenza di 1000 ohm. La tensione anodica all'uscita del filtro livellatore è di circa 200 volt.

Uno degli avvolgimenti a bassa tensione è utilizzato per l'accensione del filamento della valvola raddrizzatrice, l'altro provvede alla tensione di accensione delle altre valvole dell'apparecchio.

Autotrasformatore e filamenti in serie.

Gli apparecchi di piccola potenza, con resa d'uscita da 1 a 2 watt funzionano con le stesse valvole degli apparecchi di media potenza, con resa d'uscita da 3 a 4,5 watt; la minore potenza è conseguente alla più bassa tensione di lavoro. Mentre le valvole degli apparecchi di media potenza funzionano con tensioni anodiche comprese tra 180 e 250 volt, quelle degli apparecchi di piccola potenza funzionano con tensioni anodiche da 70 a 130 volt.

Date le basse tensioni di lavoro, gli apparecchi di piccola potenza fanno a meno del trasformatore elevatore della tensione della rete-luce, essendo la stessa sufficiente

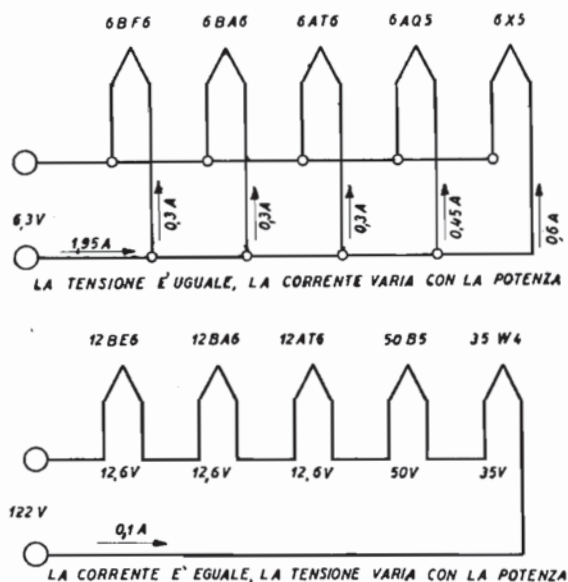


Fig. 7.6. - In A) i filamenti sono collegati in parallelo; la tensione d'accensione è uguale per tutti i filamenti, varia invece la corrente d'accensione, a seconda della potenza della valvola. In B) i filamenti sono in serie; in tal caso è la corrente d'accensione che è uguale per tutti i filamenti, mentre varia la tensione d'accensione, a seconda della potenza della valvola. (La potenza della valvola rettificatrice è minore di quella della valvola finale, essendo provvista di catodo ad alto potere di emissione elettronica).

per la loro alimentazione anodica. Poiché risulterebbe ugualmente necessario un trasformatore riduttore della tensione della rete a quella d'accensione delle valvole, generalmente di 6,3 V, sono state realizzate serie di valvole con tensione di accensione più elevata; i loro filamenti vengono collegati in serie, e la tensione d'accensione complessiva corrisponde a quella della rete-luce.

La serie normale di valvole di tipo americano per apparecchi di media potenza è la seguente:

6BE6 convertitrice	6BA6 amplific. MF	6TA6 rivelatrice BF	6AQ5 finale	6X5 raddrizzatrice
a 6,3 V	6,3 V	6,3 V	6,3 V	6,3 V
e 0,3 A	0,3 A	0,3 A	0,45 A	0,6 A

Queste valvole funzionano tutte con la stessa tensione d'accensione di 6,3 V; la corrente d'accensione è invece diversa per le valvole di maggior potenza, quali ad es. la finale e la raddrizzatrice. La potenza dissipata nei catodi di ciascuna delle prime tre valvole è di $6,3 \text{ V} \times 0,3 \text{ A} = 1,89 \text{ watt}$, quella della finale è di $6,3 \text{ V} \times 0,45 \text{ A} = 2,8 \text{ watt}$, e quella della raddrizzatrice è di $6,3 \text{ V} \times 0,6 \text{ A} = 3,78 \text{ watt}$. I filamenti delle valvole di questo tipo sono collegati in parallelo.

La serie normale di valvole di tipo americano per apparecchi di piccola potenza è la seguente:

12BE6 convertitrice	12BA6 amplific. MF	12TA6 rivelatrice BF	50B5 finale	35W4 rettificatrice
a 12,6 V	12,6 V	12,6 V	50 V	35 V
e 0,15 A	0,15 A	0,15 A	0,15 A	0,15 A

Queste valvole funzionano con la stessa corrente d'accensione, di 0,15 A, e con diversa tensione d'accensione, a seconda della potenza. La potenza dissipata nel catodo delle prime tre valvole è di $12,6 \text{ V} \times 0,15 \text{ A} = 1,89 \text{ watt}$, quella della finale è

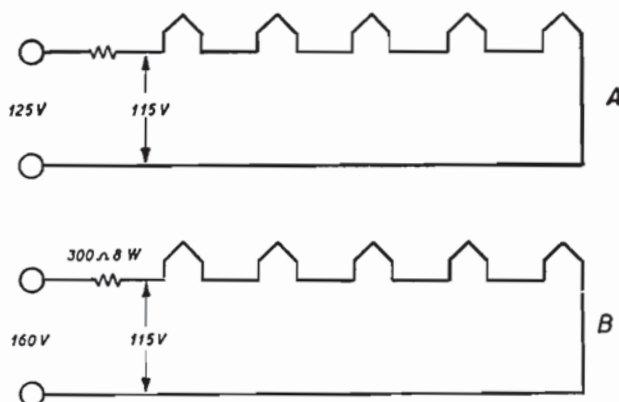


Fig. 7.7. - In A) la resistenza di 67Ω provoca la caduta di tensione da 125 a 115 V; in B), la resistenza di 300Ω provoca la caduta di tensione da 160 a 115 V.

di $50 \text{ V} \times 0,15 \text{ A} = 7,5 \text{ watt}$, quella della rettificatrice è di $35 \text{ V} \times 0,15 \text{ A} = 5,25 \text{ watt}$. I filamenti di queste valvole vengono collegati in serie.

La tensione d'accensione dei cinque filamenti in serie è di:

$$12,6 + 12,6 + 12,6 + 50 + 35 = 122,8 \text{ volt.}$$

Qualora la tensione della rete-luce sia di 125 V, essa viene ridotta a 115 V, per accendere i filamenti con un certo margine di sicurezza; la caduta di tensione di 10 V è ottenuta con una resistenza di $10 \text{ V} : 0,15 = 67 \text{ ohm}$, e 3 watt, come in fig. 7.7-A. La placca della rettificatrice 35W4 è collegata ad un capo della rete-luce. In questo caso l'alimentatore è ridotto alla valvola rettificatrice ed alla resistenza di caduta.

Una resistenza di caduta di valore maggiore è necessaria se la tensione della rete-luce è di 160 V. In questo caso la resistenza di caduta è di $(160-115) : 0,15 = 300 \text{ ohm}$ e 8 watt, come in fig. 7.7-B.

La tensione di placca della rettificatrice non può essere di 160 V, dato che la potenza dell'apparecchio aumenterebbe e non corrisponderebbe più a quella dell'altoparlante e degli altri organi; deve perciò venir ridotta da 160 a 125 V. Poichè la corrente anodica totale è in genere di 50 mA, il suo valore è di $(160-115) : 0,05 = 900 \text{ ohm}$ e 3 watt. Al posto delle due resistenze è sufficiente una sola resistenza. Per tensioni della rete-luce superiori, il calcolo va effettuato nello stesso modo.

ESEMPIO DI ALIMENTATORE AD AUTOTRASFORMATORE. — Un esempio di alimentatore ad autotrasformatore, adatto per apparecchio di piccola potenza, a 5 valvole di tipo europeo, è quello di fig. 7.8. L'autotrasformatore consiste di un unico

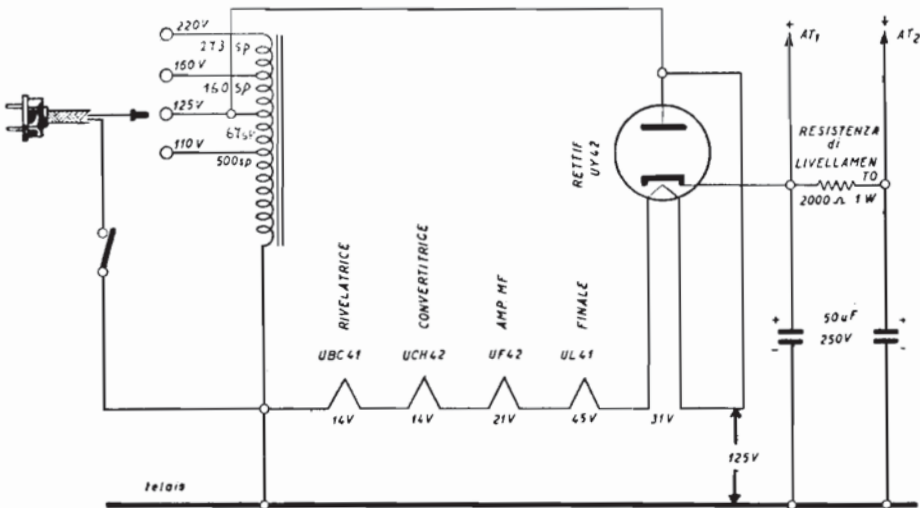


Fig. 7.8. - Esempio di alimentatore ad autotrasformatore per apparecchi di piccola potenza con filamenti in serie.

avvolgimento con quattro prese, a 110, 125, 160 e 220 volt. I filamenti delle varie valvole sono disposti in serie e collegati alla presa a 125 volt. La tensione di accensione di ciascuna valvola è di 14 V per la UBC41, 14 V per la UCH42, 21 per la UF42, 45 V per la UL41 e 31 V per la UY42; la corrente di accensione è di 0,1 ampere per tutte e cinque.

La tensione di accensione complessiva è data dalla somma delle tensioni singole, ed è di 125 volt. I cinque filamenti in serie sono collegati alla presa di 125 volt.

Alla placca della valvola rettificatrice UY42 è pure applicata la tensione a 125 volt, per cui la tensione rettificata, presente ai capi del primo condensatore elettrolitico, ed applicata alla placca della valvola finale, è di 130 volt. La resistenza di livellamento è di 2 000 ohm, e poichè è percorsa da corrente di 20 mA, provoca la caduta di 40 V; la tensione anodica disponibile per la griglia schermo della finale e per le altre valvole è di 90 volt.

Con tali tensioni anodiche, il consumo complessivo è di:

$$0,04 \text{ mA} \times 125 \text{ V} = 5 \text{ watt, per la placca della UL41;}$$

$$0,02 \text{ mA} \times 125 \text{ V} = 2,5 \text{ watt, per la griglia schermo della UL41 e per le altre valvole;}$$

$$125 \times 0,1 = 12,5 \text{ watt, per l'accensione dei filamenti.}$$

$$\text{Complessivamente: } 5 + 2,5 + 12,5 = 20 \text{ watt.}$$

Occorre tener presente che il rendimento dell'autotrasformatore è dell'80%, per cui l'effettiva potenza consumata è di 25 watt.

L'autotrasformatore dell'esempio fatto, ha le seguenti caratteristiche: un pacchetto di lamierini della sezione netta di 10 cm², con finestra di circa 7 cm²; avvolgimento di 1 000 spire di filo, con prese a 500, 567, 727, in corrispondenza delle tensioni di 110, 125, e 160 volt. Il filo è smaltato di 0,3 mm sino alla 567^a spira e di 0,25 mm per tutte le altre.

L'ordine in cui sono collegati i filamenti delle varie valvole è quello indicato in figura.

Qualora la tensione della rete-luce fosse di 220 volt, essa risulterebbe eccessiva, per apparecchi di piccola potenza, e dovrebbe venir ridotta a 125 volt. Senza riduzione può venir utilizzata solo per apparecchi di media o di grande potenza, provvisti di altoparlante e di altri organi componenti adatti.

Alimentatori per apparecchi a modulazione di ampiezza e di frequenza.

La fig. 7.9 riporta lo schema di un alimentatore adatto per apparecchio a sei valvole, compresa la raddrizzatrice, e più due lampadine. Tutte le valvole hanno i filamenti collegati in parallelo, insieme con quelli delle due lampadine; essi fanno capo ad un secondario a 6,3 volt, in grado di erogare 1,6 ampere.

La valvola convertitrice FM, presente nel gruppo a modulazione di frequenza, è provvista di un doppio filamento, in quanto consiste di un doppio triodo, con catodi e filamenti separati. Ciascuno dei due filamenti è a 6,3 volt, per cui essi sono collegati in parallelo, come indicato in figura. Inoltre, i due filamenti della convertitrice FM sono separati dai filamenti delle altre valvole, mediante due impedenze AF (L1 e L2), e due condensatori fissi, uno di 4700 pF e l'altro di 1500 pF.

La valvola raddrizzatrice è una 5Y3 GT, per l'accensione della quale è necessario un avvolgimento separato, a 5 volt e 2 ampere.

Il trasformatore di alimentazione è da 50 watt; è provvisto del solito avvolgimento primario, con prese per 100, 125, 140, 160 e 220 volt; e di tre secondari, due a bassa tensione, già indicati, e uno ad alta tensione da $230 + 230$ volt. La presa

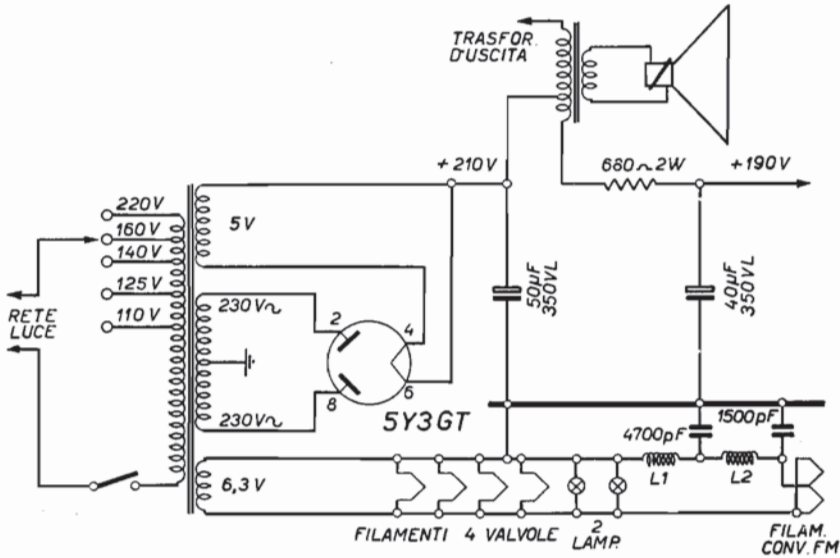


Fig. 7.9 - Alimentatore per apparecchio a modulazione di frequenza.

al centro è collegata a massa, ossia al telaio metallico dall'apparecchio, insieme con i condensatori elettrolitici e gli altri componenti, nonchè un capo dell'avvolgimento a 6,3 volt.

La tensione applicata alle placche della raddrizzatrice è perciò di 230 volt. L'alta tensione raddrizzata risulta di 210 volt, ai capi del primo condensatore di livellamento, e di 190 volt ai capi del secondo. Per la livellazione della tensione raddrizzata è utilizzata una parte del secondario del trasformatore d'uscita, in serie con una resistenza di 680 ohm, 2 watt. In tal modo le altre valvole sono meno soggette a risentire gli sbalzi di tensione anodica, dovuti al funzionamento della valvola finale.

La fig. 7.10 illustra un altro esempio di alimentatore per apparecchi AM/FM; in tal caso si tratta di un apparecchio a 6 valvole, compresa la rettificatrice, da 2 watt di resa acustica. L'apparecchio è di classe inferiore al precedente; anche l'alimentatore è di tipo più economico, con un autotrasformatore al posto del trasformatore di alimentazione.

La valvola rettificatrice è una 35×4 ; il suo filamento è collegato in serie con quelli delle altre cinque valvole; la tensione d'accensione complessiva è di 125 volt. Tutti i filamenti sono collegati tra la presa a 125 volt del cambio-tensione e la massa, ossia al telaio dell'apparecchio, insieme con un capo della rete-luce.

In serie ai filamenti vi è anche un termistore da 150 mA, il quale consente una sufficiente protezione dei filamenti, durante i primi 60 secondi d'accensione, in cui la tensione d'accensione è superiore ai 125 volt, mancando l'assorbimento di corrente da parte delle valvole, per l'inerzia termica dei catodi.

Il doppio filamento della valvola convertitrice FM è separato dagli altri fila-

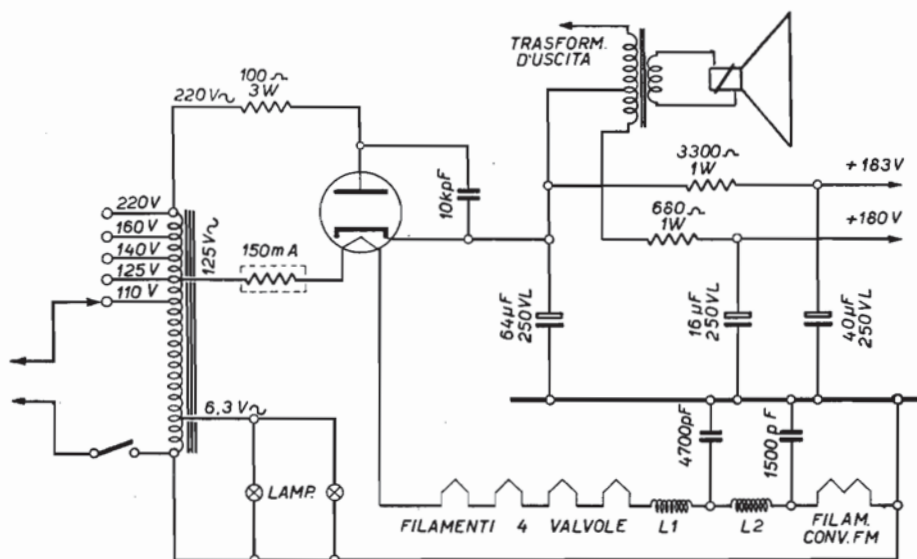


Fig. 7.10 - Alimentatore per piccolo apparecchio radio AM/FM.

menti, come nell'esempio precedente. I due filamenti sono in serie anzichè in parallelo.

Le due lampadine dell'apparecchio sono collegate in parallelo, e fanno capo ad una presa a 6,3 volt.

Alla placca della rettificatrice è applicata la tensione a 220 volt, prelevata dal cambio-tensione, tramite una resistenza di protezione di 100 ohm, 3 watt.

La tensione rettificata è suddivisa in due parti, per assicurare una maggiore stabilità di funzionamento all'apparecchio; le due tensioni d'uscita sono all'incirca le stesse (180 e 183 volt); le resistenze di livellamento sono notevolmente diverse (una di 680 ohm e l'altra di 3300 ohm) essendo notevolmente diverse anche le intensità di corrente assorbita.

Principio del rettificatore a selenio.

Il rettificatore metallico a selenio sostituisce utilmente la valvola rettificatrice ogni qualvolta sia necessario ridurre al minimo l'ingombro dell'alimentatore anodico, come, ad es., negli apparecchi radio portatili e negli apparecchi riceventi di televisione.

La sostituzione della valvola rettificatrice con il rettificatore a selenio comporta pure il vantaggio del minor consumo complessivo da parte dell'apparecchio, dato che viene eliminato il filamento della valvola rettificatrice.

Il rettificatore a selenio si presta meglio della valvola rettificatrice nei piccoli apparecchi senza trasformatore, poichè consente di ottenere una tensione rettificata

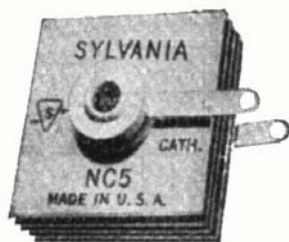


Fig. 7.11.
Rettificatore metallico
a selenio.

maggiore di quella ottenibile con la valvola rettificatrice, ciò che riesce particolarmente vantaggioso quando la tensione della rete è bassa, di 110 o di 125 V.

Il fenomeno fisico su cui si basa il raddrizzatore a selenio è il seguente: due metalli diversi posti in contatto e separati da una sottile pellicola di ossido, consentono il passaggio della corrente elettrica più facilmente in un senso e meno in senso opposto; in altri termini, la resistenza che la corrente alternata incontra nel passaggio da un metallo all'altro, è maggiore per una semionda e minore per l'altra.

Questo effetto rettificatore sarebbe poco utile se la differenza fra le due resistenze fosse di qualche centinaio di volte; risulta invece efficace quando tale differenza è di qualche migliaio di volte, come appunto avviene per il rettificatore a selenio.

Il rettificatore a selenio consiste di una piastrina metallica di alcuni centimetri quadrati di superficie, con un foro al centro. Generalmente è di ferro o di alluminio. Sopra la piastrina metallica è depositato un sottile strato di selenio, appositamente

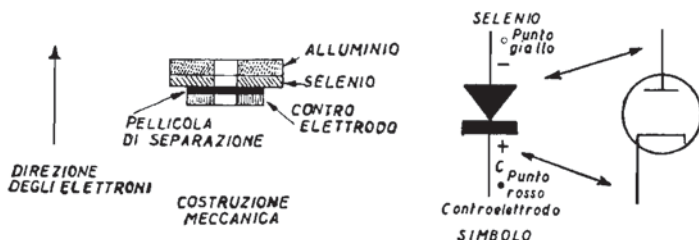


Fig. 7.12. - Simbolo di rettificatore a selenio e corrispondenza con diodo ad alto vuoto.

preparato e sottoposto ad un trattamento termico tale da fargli assumere una consistenza cristallina.

Sopra lo strato di selenio è spruzzato uno strato metallico, consistente di una lega a basso punto di fusione. Lo strato di selenio vien detto *elettrodo*, lo strato di lega metallica deposto sopra di esso vien detto *controelettrodo*. I due strati formano un *elemento rettificatore*. La piastrina metallica sulla quale poggiano i due strati costituisce il supporto e vien detta *radiatore*, in quanto consente la dissipazione del calore.

L'elemento costituito dallo strato di selenio e da quello della lega metallica subisce un particolare processo elettrochimico di formazione, dopo il quale tra i due

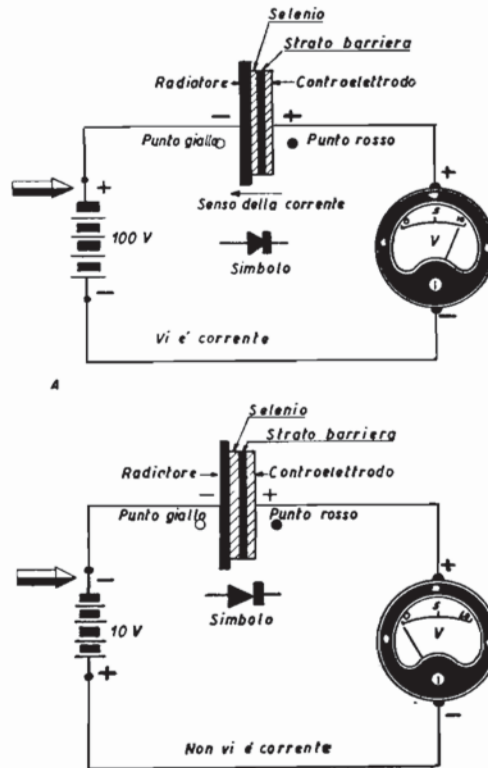


Fig. 7.13. - Principio di funzionamento del rettificatore a selenio.

strati è presente una sottilissima pellicola isolante, detta *pellicola di barriera*. Essa separa i due strati e si comporta in modo analogo al vuoto presente nell'interno delle valvole rettificatrici. Lo strato di selenio agisce come la placca di tali valvole, mentre lo strato di lega metallica, il controelettrodo, funziona come il catodo (fig. 7.12).

L'elemento funziona da rettificatore per il fatto che nello strato di lega metallica

vi è abbondanza di elettroni liberi, mentre nello strato di selenio gli elettroni liberi sono molto scarsi; quando una tensione elettrica viene applicata all'elemento, in modo che il controelettrodo sia negativo e l'elettrodo (il selenio) sia positivo, gli elettroni liberi presenti in abbondanza nel controelettrodo subiscono l'attrazione da parte del selenio positivo, attraversano la pellicola di barriera e dal controelettrodo passano al selenio; vengono quindi sostituiti da altri elettroni provenienti dal circuito esterno.

Non appena la polarità viene invertita e il selenio diventa negativo e il controelettrodo positivo, gli elettroni presenti nel selenio si trasferiscono al controelettrodo ma, poichè sono pochi, formano una corrente esigua, praticamente trascurabile.

A seconda dell'efficienza del rettificatore, la corrente nel senso selenio-controelettrodo è da 2 000 a 4 000 volte minore di quella dal controelettrodo al selenio; è su tale differenza che si basa l'effetto rettificatore dell'elemento.

Il fenomeno è illustrato dalla fig. 7.13; in A la batteria è collegata col polo positivo al selenio tramite il radiatore, sul quale il selenio stesso è depositato; il polo

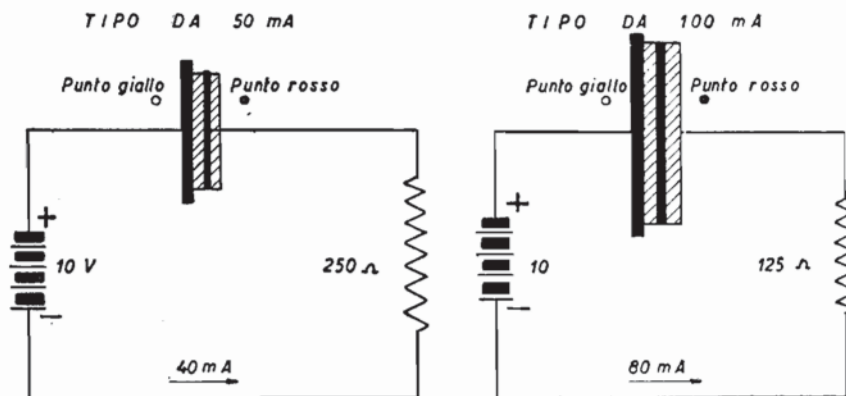


Fig. 7.14. - L'intensità della corrente rettificata normale di lavoro dipende dalla superficie dei due elettrodi.

negativo della batteria è collegato al controelettrodo tramite il voltmetro. In tali condizioni, data la tensione positiva del selenio, esso attira gli elettroni presenti in abbondanza nel controelettrodo, per cui vi è passaggio di corrente dal controelettrodo al selenio e quindi in tutto il circuito come indicato dalle frecce.

L'indice del voltmetro indica la tensione di circa 10 volt, un po' meno della batteria, dato che la resistenza interna dell'elemento rettificatore è di circa 10 ohm.

In B della stessa figura, la batteria è a polarità invertita; il selenio è a tensione negativa, mentre il controelettrodo è a tensione positiva. Essendo minimo il numero di elettroni presenti nel selenio, la corrente nel circuito è quasi trascurabile.

L'indice del voltmetro è prossimo allo zero, poichè con tale polarità la resistenza dell'elemento rettificatore non è infinita, ma è di circa 40 000 ohm, ossia circa 4 000 volte maggiore di quella del caso precedente.

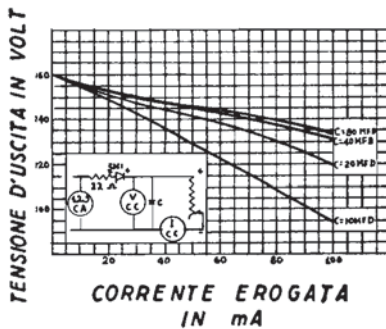
La superficie degli elettrodi del rettificatore determina la massima corrente di lavoro in condizioni normali di funzionamento. In A di fig. 7.14 è indicato un elemento rettificatore da 50 mA, al quale è applicata la tensione di 10 V attraverso una resistenza di 250 Ω ; la corrente è di 40 mA. La corrente massima di lavoro può venir raddoppiata purchè, come in B, venga raddoppiata anche la superficie degli elettrodi.

Caratteristiche dei rettificatori a selenio.

Il rettificatore a selenio più semplice consiste di un solo elemento, il quale può sopportare una tensione massima compresa tra gli 8 e i 25 volt, dato che la sottilissima pellicola di barriera verrebbe distrutta da una tensione maggiore.

Per poter rettificare la tensione della rete-luce vengono uniti insieme gli elementi rettificatori; a tale scopo serve il foro centrale di ciascuna piastrina; attraverso di essa passa una vite isolata che unisce saldamente i vari elementi.

Non è praticamente conveniente formare pile di numerosi elementi per poter



ANDAMENTO DELLA TENSIONE D'USCITA, AL VARIARE DELLA CORRENTE EROGATA DA UN RETTIFICATORE.

Fig. 7.15.

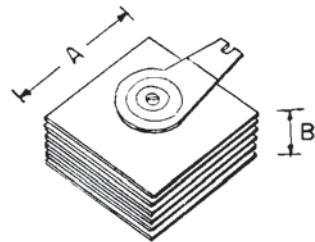


Fig. 7.16.

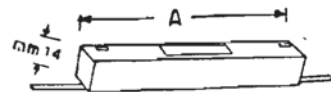


Fig. 7.17.

Rettificatore a selenio del tipo Selenum R.

rettificare tensioni alternate molto elevate, poichè tale tensione non si distribuirebbe uniformemente ai capi di ciascun elemento, non essendo possibile far assumere a tutti gli elementi la stessa resistenza. L'elemento a resistenza più alta dovrebbe sopportare una tensione eccessiva ed andrebbe in cortocircuito, provocando talvolta il cortocircuito degli altri elementi.

È perciò che i rettificatori a selenio vengono costruiti per rettificare tensioni alternate non superiori ai 500 volt; la tensione alternata massima che il rettificatore può sopportare dipende dal numero dei suoi elementi e comunemente per i tipi radio è di 130 V o di 160 V.

L'intensità della corrente, che può percorrere ciascun elemento, dipende dalla su-

perficie di ciascun strato; i rettificatori con piastrine di $2,5 \times 2,5$ cm possono fornire 75 mA, quelli con piastrine di $3,2 \times 3,2$ cm forniscono 150 mA, infine quelli con piastrine di 5×5 cm possono fornire 400 mA.

I tipi normali sono adatti per erogazioni di 75, 100, 150, 200, 250, 400 e 500 mA. I tipi più comuni sono quelli da 100 mA per apparecchi radio portatili, e da 250 mA per gli apparecchi di televisione.

La fig. 7.15 indica l'andamento della tensione d'uscita al variare della corrente d'uscita, nel caso di un rettificatore a selenio da 160 V e 100 mA.

Il rettificatore a selenio va collocato sul telaio, in posizione orizzontale, ossia con le piastre verticali per consentire la facile dissipazione del calore. È importante che il calore non abbia la possibilità di accumularsi, poichè le sopraelevazioni di temperature potrebbero rovinare irrimediabilmente gli elementi rettificatori; è perciò necessario che il rettificatore si trovi in posizione ventilata. Sono temibili anche le sopraelevazioni di corrente, per cui il rettificatore va messo in circuito con una resistenza in serie, il cui valore è dell'ordine dei 25 ohm, 0,5 watt.

Principio dell'alimentatore con rettificatore a selenio.

Il principio di funzionamento è illustrato dalla fig. 7.18; il rettificatore a selenio si comporta come un interruttore automatico aperto per le semionde di corrente in un senso, e chiuso per le semionde di corrente nel senso opposto.

Il circuito è chiuso, e la corrente passa, in presenza delle semionde che rendono positivo il selenio (anodo) e negativo il controlettrodo (catodo); il circuito è aperto, e la corrente non passa, in presenza delle semionde che rendono negativo il selenio e positivo il controlettrodo.

In fig. 7.18 il selenio dell'elemento è collegato ad una estremità del secondario,

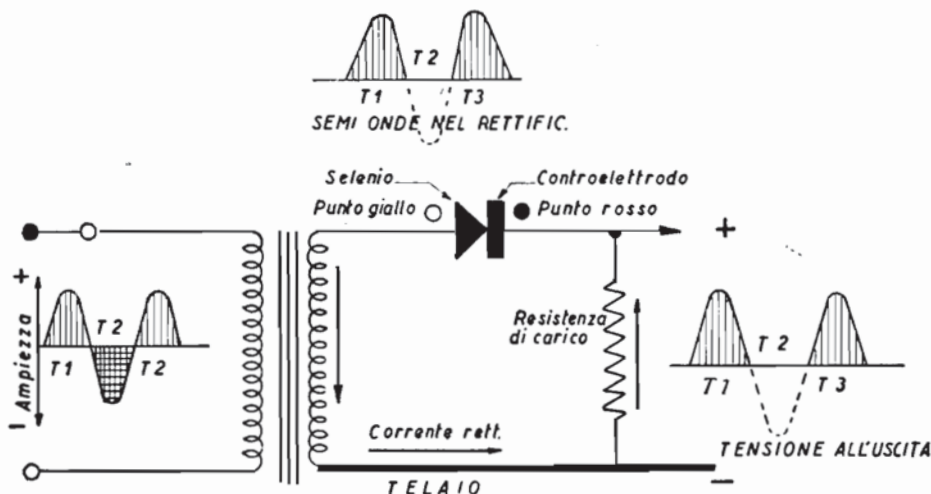


Fig. 7.18. - Principio di funzionamento di alimentatore a selenio, a semionda.

mentre il controelettrodo è collegato ad un estremo della resistenza di carico. All'entrata dell'alimentatore, ossia ai capi dell'avvolgimento primario, vi sono le semionde nei due sensi; all'uscita dell'alimentatore, ossia ai capi della resistenza di carico, vi sono soltanto metà delle semionde presenti all'entrata, ossia quelle aventi un certo senso. La corrente scorre nella resistenza di carico in un senso solo, per cui ai capi di

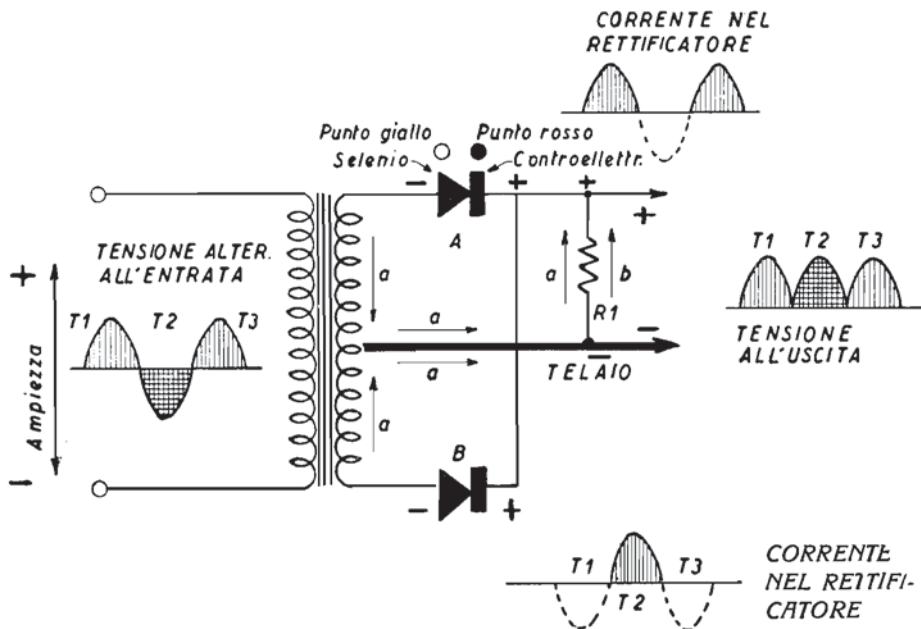


Fig. 7.19. - Principio di funzionamento di alimentatore a selenio, ad onda intera.

tale resistenza vi è una tensione, a polarità positiva al lato del rettificatore e negativa al lato opposto.

Invertendo l'elemento rettificatore, ossia collegando il controelettrodo ad una estremità dell'avvolgimento secondario, la polarità ai capi della resistenza di carico risulterebbe invertita, ossia il telaio risulterebbe positivo e la tensione a disposizione negativa.

Con il sistema descritto, con un solo rettificatore, si ottiene la rettificazione della tensione alternata della rete-luce, ossia si consente il passaggio di una semionda sola.

La fig. 7.19 illustra il principio di funzionamento di un alimentatore ad onda intera, con due rettificatori a selenio. In tal caso, è necessario un trasformatore con un secondario AT con doppio numero di spire e con presa al centro. I due rettificatori a selenio si comportano a loro volta come due interruttori che funzionano alternativamente, ossia quando uno è aperto l'altro è chiuso, e quando uno si chiude l'altro si apre, e viceversa.

Il selenio di ciascun rettificatore è collegato ad un estremo dell'avvolgimento secondario; in presenza della semionda T_1 , della tensione alternata, il selenio del rettificatore A è negativo, mentre il controelettrodo è positivo la corrente scorre nel circuito di carico nel senso indicato dalle frecce, per cui la tensione al telaio è negativa.

Nello stesso tempo, ai capi del rettificatore B la polarità è opposta e non vi è corrente in questo lato del circuito.

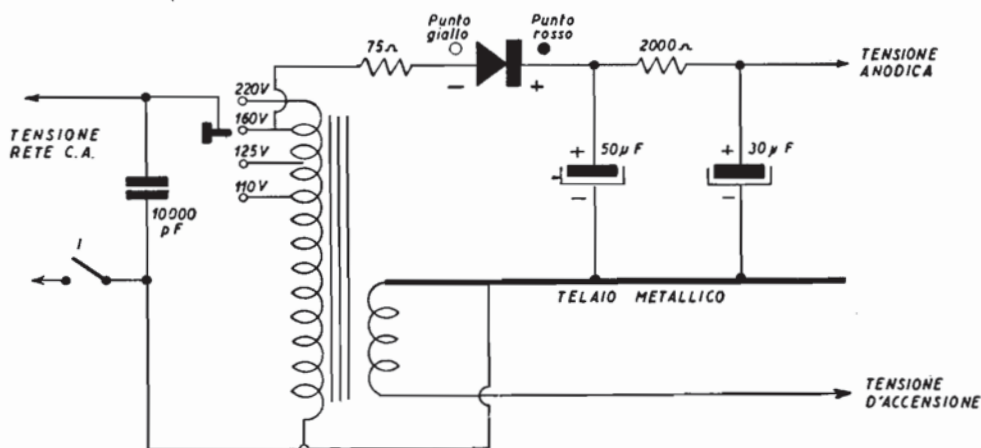


Fig. 7.20. - Alimentatore a selenio per apparecchi di piccola potenza, ad autotrasformatore.

In presenza della seconda semionda, la T_2 , la polarità ai capi dei due rettificatori si inverte per cui non vi è più corrente nel lato A del circuito, mentre vi è corrente nel lato B. La corrente che percorre la resistenza di carico ha lo stesso senso della precedente, ossia il telaio continua ad essere a polarità negativa. Si ottiene in tal modo la rettificazione delle due semionde, ossia il raddrizzamento dell'onda intera della tensione alternata.

Alimentatori con rettificatori a selenio.

La fig. 7.20 illustra un esempio pratico di utilizzazione di rettificatore a selenio per piccolo apparecchio con autotrasformatore. Il polo negativo (selenio) è collegato, tramite una resistenza di protezione di 75Ω , alla presa a 160 V dell'avvolgimento primario. La tensione rettificata è presente ai capi del primo condensatore elettrolitico di livellamento ($50 \mu\text{F}$), ed è di circa 140 V. Tale tensione è livellata anche con la resistenza di 2000 ohm, 1 W, nonché con il secondo condensatore elettrolitico di $30 \mu\text{F}$.

Qualora l'assorbimento di corrente anodica da parte dell'apparecchio fosse di 50 mA, la caduta di tensione ai capi della resistenza sarebbe di 10 V, ed ai capi del secondo elettrolitico la tensione disponibile sarebbe quindi di 130 V. In figura è indicato anche un avvolgimento secondario per fornire la tensione d'accensione ai filamenti delle valvole.

La fig. 7.21 indica un altro esempio di alimentatore con rettificatore a selenio ed autotrasformatore; esso è adatto per piccoli apparecchi con valvole ad accensione diretta, ossia tali da poter funzionare anche con pile. In questo caso, anche la tensione di accensione dei filamenti è ottenuta tramite il rettificatore a selenio; ciò è possibile

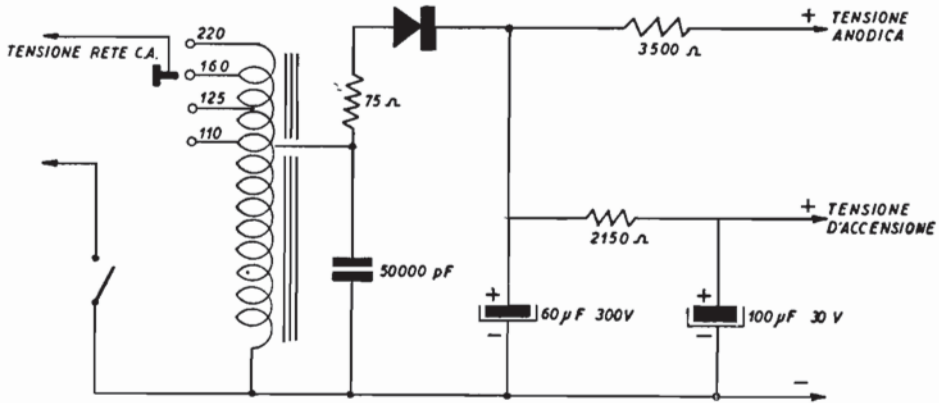


Fig. 7.21. - Esempio di alimentazione a selenio per apparecchio portatile, con valvole ad accensione diretta.

per il fatto che con tali valvole la corrente anodica è molto ridotta, di circa 20 mA; la corrente d'accensione dei filamenti è di 50 mA; la corrente complessiva di 70 mA viene prelevata dal rettificatore che, in questo caso, è da 100 mA, e suddivisa in due parti.

Quello di fig. 7.22 è un esempio tipico di alimentatore per apparecchio AM/FM, a 5 valvole, di tipo corrente. I filamenti delle valvole sono in serie, collegati tra la

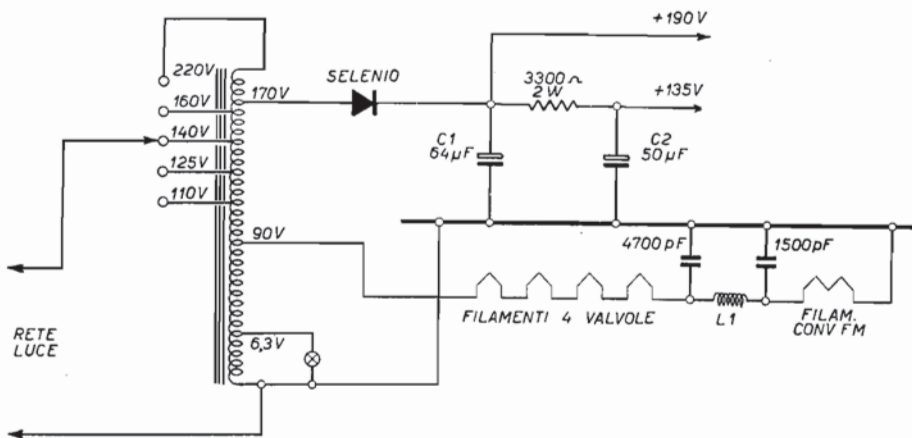


Fig. 7.22 - Alimentatore per apparecchio AM/FM a 5 valvole.

presa a 90 volt dell'autotrasformatore e la massa; i due filamenti della valvola convertitrice FM sono anch'essi in serie, e sono separati dagli altri con un'impedenza AF (L1) e con due condensatori fissi. Per la lampadina della scala di sintonia vi è una presa a 6,3 volt.

Il rettificatore a selenio è un EL50-C85, da 170 volt e 60 milliampere; è collegato ad una presa a 170 volt.

L'alta tensione rettificata presente all'uscita del selenio, ai capi del primo condensatore di livellamento, C1 di 64 microfarad, è di 190 volt. La resistenza livellatrice è di 3300 ohm 2 watt; dopo di essa la tensione è di 135 volt.

L'altro esempio, riportato dalla fig. 7.23 si riferisce invece ad un apparecchio

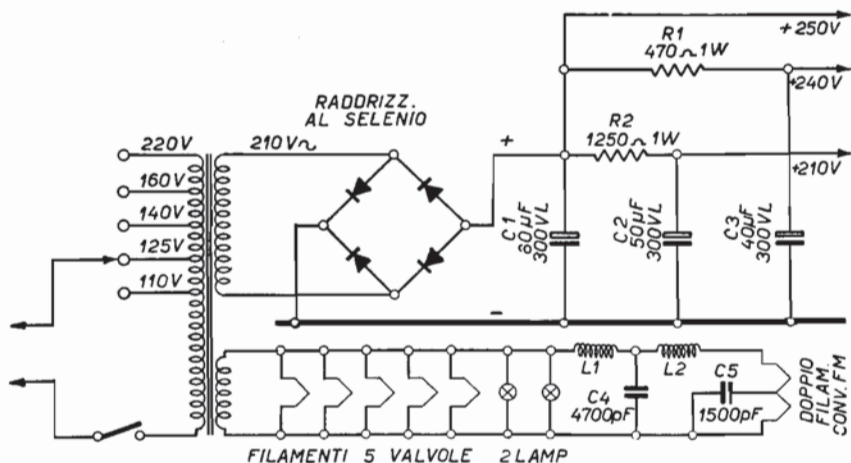


Fig. 7.23. - Alimentatore per apparecchio AM/FM a 6 valvole.

di alta classe, a modulazione d'ampiezza e di frequenza, a 6 valvole, con due finali in controfase. Per tale apparecchio, l'alimentatore dell'esempio precedente sarebbe stato inadeguato. Al posto del rettificatore è usato un raddrizzatore, con quattro elementi a selenio disposti a ponte.

Il trasformatore di alimentazione è provvisto del solito primario con varie prese, e di due secondari, uno ad alta tensione, di 210 volt, e l'altro a bassa tensione, a 6,3 volt e 1,6 ampere. All'uscita del raddrizzatore a selenio, la tensione è di 250 volt; essa è applicata alle valvole in controfase.

La resa sonora d'uscita è di 10 watt; la corrente assorbita è di 0,45 ampere a 160 volt; la potenza è di 62 watt.

Principio di funzionamento degli alimentatori a duplicazione di tensione.

I circuiti *duplicatori di tensione* consentono di raddoppiare la tensione alternata della rete-luce e di rettificarla senza l'impiego di trasformatore elevatori di tensione;

ciò risulta utile in molti casi, particolarmente quando si tratti di apparecchi radio adatti per funzionare con tensioni anodiche elevate, ad es. di 250 V, e debbano essere molto compatti.

Esistono vari tipi di circuiti raddoppiatori, ad una sola semionda o ad onda intera. Il principio di funzionamento del circuito di fig. 7.24 è il seguente: la semionda positiva T_1 della tensione di rete rende positivi il selenio dell'elemento A e il contro-elettrodo B. Essa carica il condensatore C_1 , ai capi del quale, per effetto di tale carica, è presente una tensione positiva corrispondente al valore di picco della tensione di rete; l'elemento B invece non conduce.

La semionda successiva T_2 è negativa e rende negativi il selenio di A e il contro-

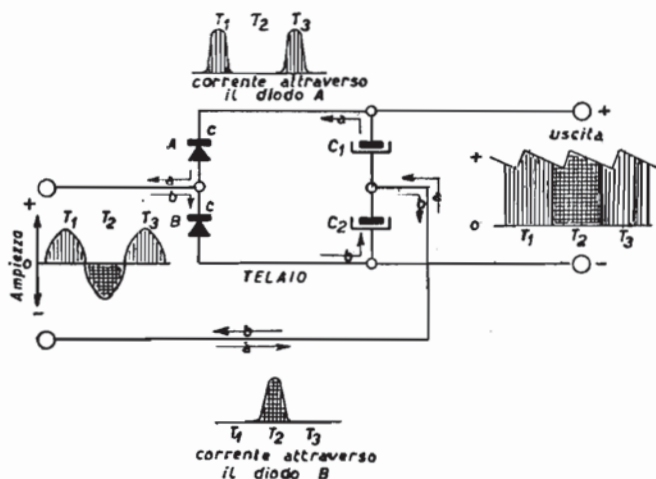


Fig. 7.24. - Principio di alimentatore a duplicatore di tensione, a selenio.

elettrodo di B. In questo caso A non conduce, mentre B conduce. La direzione della corrente è indicata dalla freccia b. Essa carica il condensatore C_2 , ai cui capi vi è una tensione positiva.

Con la semionda T_3 ha inizio il ciclo successivo.

Il valore delle capacità di C_1 e C_2 è abbastanza elevato, in modo che il tempo di scarica sia molto maggiore di un semiperiodo della tensione di rete. In tal modo, quando C_2 si carica, C_1 non si è ancora scaricato in modo apprezzabile.

Come è illustrato in figura, la corrente che percorre C_1 ha la stessa direzione della corrente che percorre C_2 e le due tensioni, quella ai capi di C_1 e quella ai capi di C_2 , si sommano.

La tensione risultante, tra il terminale positivo di C_1 ed il terminale negativo di C_2 , è circa doppia della tensione di rete.

È così ottenuta la duplicazione di tensione. Poichè vi è passaggio di corrente

attraverso i condensatori tanto durante la semionda positiva, quanto durante la semionda negativa, tale duplicatore è detto *duplicatore di tensione ad onda intera*.

In fig. 7.25 è invece illustrato un altro tipo di duplicatore di tensione. Tale circuito presenta un vantaggio notevole rispetto a quello illustrato precedentemente, poichè il telaio dell'apparecchio può venir collegato a un capo della rete-luce e costituire il ritorno comune dei circuiti di alimentazione anodica e di accensione.

Al contrario, nel caso del duplicatore a onda intera, il potenziale filamenio-catodo è pari alla metà della tensione di alimentazione, ciò che può compromettere la durata delle valvole.

Il funzionamento di questo secondo duplicatore di tensione avviene nel modo

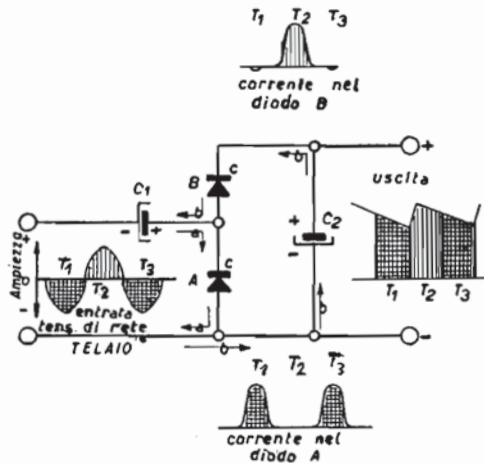


Fig. 7.25. - Altro esempio di alimentatore a duplicatore di tensione a selenio.

seguente: durante la semionda negativa T_1 , l'elemento A conduce e la corrente ha la direzione indicata dalla freccia a. Il condensatore C_1 si carica assumendo la polarità indicata.

Durante la semionda positiva T_2 , l'elemento B conduce e la corrente ha la direzione indicata dalla freccia b. Il condensatore C_2 si carica assumendo la polarità indicata.

Alla fine della semionda T_1 , ai capi del condensatore C_1 vi è una tensione positiva circa eguale alla tensione di rete e perciò durante la semionda successiva T_2 , al selenio dell'elemento B vi è la somma della tensione di rete e di quella esistente ai capi di C_1 .

La tensione che durante la semionda positiva vi è ai capi del condensatore C_2 è approssimativamente doppia del valore di picco della tensione di rete.

Poichè C_2 si carica soltanto durante le semionde positive, il duplicatore illustrato è detto *duplicatore a una semionda*. Tale circuito presenta lo svantaggio di richiedere un filtraggio maggiore.

Esempio di alimentatore duplicatore di tensione.

Il duplicatore di tensione può sostituire il trasformatore elevatore di tensione negli apparecchi di media potenza. Ciò risulta particolarmente vantaggioso quando la tensione della rete-luce è bassa, di 110 o 125 volt. Con il duplicatore di tensione si possono costruire apparecchi di media potenza con resa di 3 o 4 watt senza trasformatore di tensione e senza autotrasformatore. La tensione della rete-luce viene du-

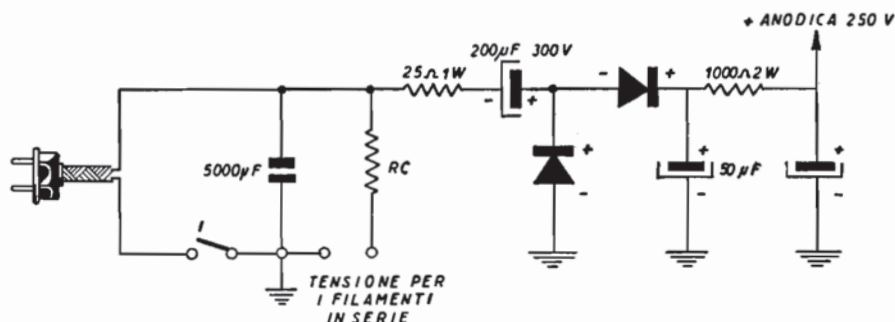


Fig. 7.26. - Schema di alimentatore a selenio, con raddoppiamento di tensione della rete-luce, adatto per apparecchi di media potenza, senza trasformatore di tensione.

plicata, per cui la tensione anodica disponibile può essere da 200 a 250 volt, a seconda della tensione di rete.

La fig. 7.26 indica lo schema di un alimentatore di questo tipo. La tensione alternata della rete-luce è applicata tramite un condensatore elettrolitico da 200 $\mu\text{F}/300\text{ V}$ a due rettificatori a selenio disposti in serie. Il principio di funzionamento è illustrato dalla figura precedente. La tensione elevata e rettificata è livellata da un comune filtro costituito da due condensatori di 50 $\mu\text{F}/300\text{ V}$ e da una resistenza di 10 000 Ω 2 W. I filamenti delle varie valvole possono essere collegati in serie e alimentati direttamente dalla tensione della rete-luce con o senza resistenza di caduta RC.