

Apparecchiature di bassa frequenza per modulazione d'ampiezza

La modulazione di ampiezza dell'uscita di un trasmettitore per radiotelelonia può essere eseguita in due modi: o sul circuito anodico dell'amplificatore finale a radiofrequenza — e in tal caso verrà definita come modulazione di ampiezza ad alto livello o più semplicemente modulazione anodica dello stadio finale — oppure può essere compiuta ad un livello più basso. La modulazione a basso livello si accompagna ad un rendimento del circuito anodico dello stadio finale dal 30 al 45 per cento, mentre il rendimento ottenibile con la modulazione di ampiezza ad alto livello è all'incirca il doppio, aggirandosi dal 60 all'80 per cento.

Valori intermedi di rendimento sono ottenibili usando un compromesso di modulazione ad alto e a basso livello; uno di tali compromessi consiste nella modulazione catodica dello stadio finale.

La modulazione di ampiezza ad alto livello è caratterizzata dal

fatto che è necessaria una potenza ad audiofrequenza approssimativamente uguale alla metà della potenza impiegata per la alimentazione anodica dello stadio finale.

La modulazione a basso livello, come per esempio la modulazione sulla tensione di polarizzazione negativa di griglia dello stadio finale, richiede invece soltanto pochi watt di potenza ad audiofrequenza, per un trasmettitore di potenza media, e 10 o 15 W per un trasmettitore il cui stadio finale assorba un kilowatt di potenza di alimentazione anodica.

Per la modulazione catodica di uno stadio è normalmente necessaria una potenza ad audiofrequenza uguale al 20 per cento della potenza di alimentazione anodica assorbita dallo stadio stesso.

Una trattazione dettagliata dei vantaggi relativi ai vari sistemi atti ad eseguire la modulazione di ampiezza del segnale di uscita di un trasmettitore, è riportata nel

Capitolo VIII del « Radio Handbook ».

Si possono individuare due tendenze nel progetto di sistemi per ottenere la modulazione di ampiezza ad alto livello dello stadio finale dei trasmettitori per dilettanti. La prima consiste nell'uso di tetrodi come tubi di uscita dell'amplificatore di potenza ad audiofrequenza, usato come modulatore del trasmettitore. La seconda tendenza consiste nell'uso del « soppressore di bande laterali spurie negli stadi ad alto livello » cioè nel circuito ad alta tensione fra il secondario del trasformatore di modulazione e il circuito anodico dello stadio modulato.

5-1 Modulazione

Modulatori a tetrodo Per quanto concerne l'impiego di tetrodi, i vantaggi che si ottengono con questi tubi hanno fatto sì che oggi siano pressochè di uso universale nei modulatori la cui potenza di uscita sia compresa fra 10 e 100 W. Tubi del tipo 6V6, 6L6, e 807 servono egregiamente per ottenere potenze di tale ordine.

Recentemente sono entrati in uso, per amplificatori ad audiofrequenza di maggiore potenza di uscita, altri tipi di tetrodi, quali il 4-65A, l'813, il 4-125A e il 4-250A.

I tetrodi a fascio offrono il van-

taggio di una bassa potenza di pilotaggio (perfino una potenza quasi nulla in alcuni casi), in confronto alla discreta potenza di pilotaggio necessaria per i normali triodi di prestazioni equivalenti per quanto concerne la potenza di uscita.

Per contro i tetrodi a fascio necessitano, per il loro funzionamento, anche di tensioni di griglia schermo e di polarizzazione negativa di griglia, che dovranno essere fornite dall'alimentatore. Ciò rende conveniente in alcuni casi l'impiego di triodi a polarizzazione nulla, anche se a basso coefficiente di amplificazione (come per esempio il 304-TL) nella costruzione di modulatori di media ad alta potenza di uscita.

Assieme ai diversi tipi di modulatori che verranno descritti, verrà dato anche un elenco delle diverse combinazioni che si possono suggerire per ottenere modulatori delle più diverse potenze di uscita.

Aumento della percentuale efficace di modulazione È noto che se un trasmettitore deve irradiare segnali modulati nei quali

l'inviluppo di modulazione non subisca alcuna alterazione, è necessario che la percentuale efficace di modulazione venga tenuta ad un valore molto basso se non si vuole avere sovr modulazione in corrispondenza dei frequenti pic-

chi, di ampiezza molto elevata, che si riscontrano nella forma d'onda della voce.

In varie pubblicazioni sono stati suggeriti molti metodi atti ad aumentare la percentuale efficace di modulazione rispetto alla percentuale di picco di modulazione ed ora questi metodi sono divenuti familiari ai radiodilettanti.

I due sistemi migliori che possono essere suggeriti a tale scopo, consistono nel « Regolatore Automatico di modulazione » e nel « Compressore di Volume ». Entrambi tali sistemi hanno dato delusioni quando sono stati impiegati dai radiodilettanti e poiché tali sistemi sono usati in molte stazioni dilettantistiche, sarà utile dare qualche consiglio al fine di ottenerne il migliore funzionamento possibile. In ogni caso saranno però sempre necessarie molte prove e molti tentativi, nel senso di apportare alterazioni di vario tipo alla forma d'onda dei segnali ad audiofrequenza, sempre allo scopo di migliorare il rapporto fra modulazione media e di picco, prima di poter trovare il sistema che consenta di ottenere i migliori risultati. È stato provato che le più nocive conseguenze di una sovr modulazione, consistono nella radiazione di forti bande laterali spurie in corrispondenza dei picchi negativi di modulazione. In corrispondenza ai picchi positivi di modulazione, una sovrmodula-

zione superiore al cento per cento non dà origine ad effetti indesiderabili sul segnale irradiato, a meno che non venga fortemente oltrepassata la zona di caratteristica lineare di modulazione dell'amplificatore finale.

Da quanto detto sopra, deriva che il problema si riduce a quello di costruire un complesso modulatore-amplificatore finale, tale che il taglio dei picchi negativi di modulazione (modulazione superiore al 100 per cento in senso negativo) non possa in alcun modo avere luogo, almeno per ragionevoli livelli di segnale di entrata ad audiofrequenza.

Asimmetria della voce

La forma d'onda dell'audiofrequenza corri-

spondente ad una normale voce maschile è caratterizzata, come si è detto avanti, da picchi di grande ampiezza e di breve durata. Ma è anche caratteristico di questa forma d'onda il fatto che tali picchi di grande ampiezza siano tutti posti in una unica direzione rispetto all'ampiezza media dell'onda.

Il metodo più semplice per ottenere un alto livello medio di modulazione senza taglio dei picchi negativi, consiste nell'assicurarsi che tali picchi di grande ampiezza siano sempre rivolti nella direzione positiva, sul secondario del trasformatore di modulazione. Que-

sto accorgimento può essere attuato al seguente modo: si accoppia un oscilloscopio a raggi catodici all'uscita del trasmettitore in maniera che siano visibili sul tubo l'onda portante e il suo involucro di modulazione. Si parli ora dinanzi al microfono e si osservi se i picchi appuntiti di modulazione sono diretti verso l'esterno della fascia visibile sull'oscilloscopio, oppure se questi picchi sono diretti verso il centro della fascia stessa, dando luogo a tracce centrali orizzontali assai luminose, che denotano l'esistenza del taglio dei picchi negativi di modulazione. È ovvio che, se la polarità del trasformatore di modulazione non è correttamente scelta, si dovrà invertirla, invertendo così la polarità del segnale di modulazione. Siccome quasi sempre si fa uso di un modulatore in controfase, la via più semplice per invertire la polarità del segnale è quella di invertire fra loro i collegamenti che vanno alle griglie dei tubi del modulatore o quelli che provengono dagli anodi.

Quando sarà stata ottenuta la corretta polarità del segnale di modulazione, seguendo la procedura che si è detta sopra, occorre che non venga più cambiato il microfono che è stato usato durante la messa a punto della polarità, dato che i diversi microfoni hanno polarità differenti fra loro e quindi, sostituendo il microfono, potreb-

be essere necessario invertire la polarità del segnale di modulazione. È perciò necessario, ogni qualvolta si desidera cambiare tipo di microfono, ripetere la prova suddetta.

**Taglio di segnali
ad audiofrequenza
agendo su stadi
a basso livello**

Il taglio dei segnali ad audiofrequenza effettuato su stadi a basso livello è teoricamente un metodo molto efficace per migliorare il rapporto fra ampiezza di modulazione media e di picco. Un tale sistema, usato unitamente ad un filtro per la gamma di frequenza della voce, può dare un notevole miglioramento nel valore efficace della percentuale di modulazione. Ma nei normali trasmettitori da radiodilettanti il suo funzionamento è tutt'altro che ideale: l'eccessiva variazione di fase fra lo stadio a basso livello in cui avviene il taglio e il circuito anodico dell'amplificatore finale del trasmettitore può provocare una profonda alterazione del segnale ad onda quadra uscente dal filtro di taglio. (Un tale segnale si ha quando è molto forte l'entità del taglio eseguito dal filtro). Il segnale ad onda quadra che esisteva sui terminali del filtro può divenire a forma di un doppio dente di sega quando, passando attraverso i vari stadi, avrà raggiunto il circuito anodico dell'amplificatore modu-

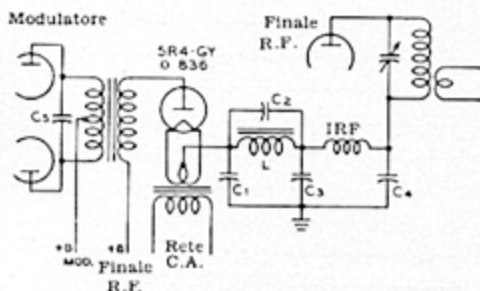


Figura 1.

SOPPRESSORE DI «BANDE LATERALI SPURIE» AD ALTO LIVELLO

Il diodo ad alto vuoto funziona come un limitatore in serie e ha il compito di sopprimere i picchi negativi di modulazione che nell'amplificatore a radiofrequenza modulato, risulterebbero tagliati quando l'ampiezza del picco negativo del segnale di modulazione è eccessiva. Inoltre il filtro passa-basso che è posto dopo il diodo, sopprime i transitori che verrebbero a crearsi in seguito all'azione di taglio dei picchi esercitata dal diodo. Infine il filtro attenua tutte le armoniche, generate nel sistema modulatore, la cui frequenza sia al di sopra della frequenza di taglio del filtro. L'uso di un giusto valore per la capacità C_1 , determinato sperimentalmente nel modo descritto nel Capitolo 8°, del Radio Handbook (Edizione CELI) derivata sul primario del trasformatore di modulazione provoca una ulteriore attenuazione delle armoniche ad alta frequenza del modulatore. I valori corretti per le capacità C_1 , C_2 , C_3 e C_4 , per una ampia varietà di condizioni di lavoro, sono specificati nel paragrafo dedicato alle induttanze del soppressore di «spurie».

lato. Il risultato delle successive azioni esercitate dal dispositivo di taglio, dal filtro e dalle alterazioni di fase che avvengono nei vari stadi che seguono a quello a basso livello, sul quale è stato effettuato il taglio, porta ad un miglioramento nel valore efficace della percentuale di modulazione, ma non si ha alcuna sicurezza contro la sovrarmodulazione. Nel Capitolo VIII del Radio Handbook è ripor-

tata una estesa trattazione di queste considerazioni e sono state illustrate le forme d'onda che ne rendono più chiara la comprensione. Nello stesso Capitolo VIII sono riportati i circuiti relativi ai sistemi che possono essere raccomandati.

Soppressore di «spurie» («splatter») su stadi ad alto livello

Il solo metodo fino ad oggi praticabile per ottenere una efficace eliminazione del taglio dei

picchi negativi, in un trasmettitore modulato in ampiezza sul circuito anodico dello stadio finale di potenza a radiofrequenza, è il cosiddetto «soppressore di bande laterali spurie su stadi ad alto livello».

Come chiaramente indica la Fig. 1, è solo necessario aggiungere un tubo rettificatore a vuoto spinto, uno zoccolo per il tubo stesso, un trasformatore per il filamento e un semplice filtro passabasso, ad un complesso costituito dal modulatore e dall'amplificatore finale a radiofrequenza, per ottenere la soppressione delle bande laterali spurie sullo stadio finale. Il tubo V_1 ha la funzione di un interruttore che disinserisce dall'alimentatore di alta tensione il circuito anodico dell'amplificatore finale, tutte le volte che il valore di picco della tensione alternata esistente sul secondario del

trasformatore di modulazione diventa uguale in ampiezza, ma di segno opposto alla tensione continua applicata all'anodo dello stadio amplificatore finale. Un filtro passa-basso ad una sola sezione serve ad eliminare le componenti ad alta frequenza che prendono origine nel funzionamento del sistema di taglio.

Il tubo V_1 può essere un normale rettificatore da radiorecettori con filamento da 5 V per tutti i trasmettitori, fatta eccezione per quelli di più alta potenza.

Il tubo 5Y3-GT è idoneo per una corrente anodica dello stadio finale non superiore a 125 mA, mentre i tubi 5R4-GY e 5U4-G possono essere impiegati per correnti fino a 250 mA.

Per trasmettitori di alta potenza e con tubi funzionanti con alti valori di tensione anodica, il tubo più idoneo è il tipo 836 a vuoto spinto, normalmente usato per apparati trasmettitori. Questo tubo è equivalente come forma esteriore, accensione di filamento e erogazione di corrente media, al tubo 866-A. Però il tubo 836 è un rettificatore a vuoto spinto e impiega un doppio catodo di grandi dimensioni e a riscaldamento indiretto, che richiede un tempo di 40 secondi per il suo riscaldamento, durante il quale tempo non deve passare alcuna corrente attraverso il tubo. La corrente media che può passare nel tubo 836 è

di 250 mA. Qualora l'amplificatore finale assorbisse una corrente maggiore, occorrerà montare due o più tubi raddrizzatori in derivazione fra loro.

Il trasformatore del filamento del tubo soppressore di « spurie » deve essere isolato per circa il doppio della tensione continua di alimentazione dell'anodo dello stadio modulato, per avere un adeguato coefficiente di sicurezza durante i picchi di modulazione. Per tale applicazione può venire impiegato un trasformatore per filamenti del tipo normalmente usato per l'accensione dei tubi rettificatori ad alta tensione.

5-2 Progetto dei preamplificatori e modulatori

In questo capitolo verranno esposti i più interessanti progetti di preamplificatori e amplificatori ad audiofrequenza e di modulatori. In altri capitoli, a proposito dei vari apparati, sono stati descritti altri progetti di amplificatori e modulatori. Quindi quelle persone che volessero progettare un amplificatore ad audiofrequenza o un modulatore che soddisfi le loro esigenze, possono riferirsi a detti capitoli e soprattutto al Capitolo V del Radio Handbook, che tratta gli amplificatori con tubi elettronici e nel

quale vi è un dettagliato esame dei diversi fattori concernenti il progetto di questi amplificatori, dei relativi materiali e nel quale sono riportati i dati concernenti le condizioni di lavoro consigliabili per gli amplificatori di tensione e di potenza.

Modulatore con tubi di potenza a fascio da 10 a 120 W È difficile che possano essere superate le prestazioni che i tubi di potenza a fascio possono fornire nella realizzazione di amplificatori e modulatori aventi livelli di potenza di uscita compresi fra 10 W e 120 W.

Una coppia di tubi di questo tipo, ad esempio di tubi 6L6, funzionanti in uno stadio modulatore, oltre a presentare un buon rendimento anodico, richiede una piccolissima potenza di pilotaggio e

non costituisce alcun problema per quanto concerne la polarizzazione negativa di griglia.

**Descrizione
del circuito**

Nel telaio del modulatore illustrato delle Figure 2 e 3 sono montati anche il preamplificatore per il microfono, lo stadio pilota e lo stadio finale con il relativo trasformatore di modulazione, oltre ad un milliamperometro per la misura della corrente anodica. Invece l'alimentatore è separato. Il primo stadio con tubo 6SJ7 a pentodo è accoppiato, mediante un potenziometro regolatore di volume, alla griglia del tubo 6J5 invertitore di fase.

Le uscite di questo tubo sono accoppiate capacitivamente alle griglie del tubo 6SN7-GT che funziona come stadio pilota in controfase per i tubi di uscita.

L'accoppiamento fra stadio pi-

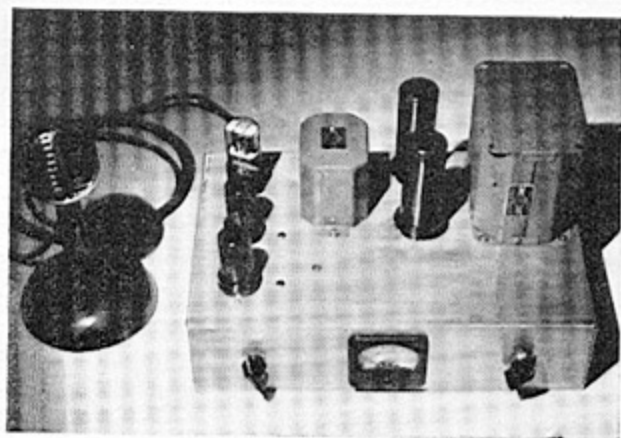
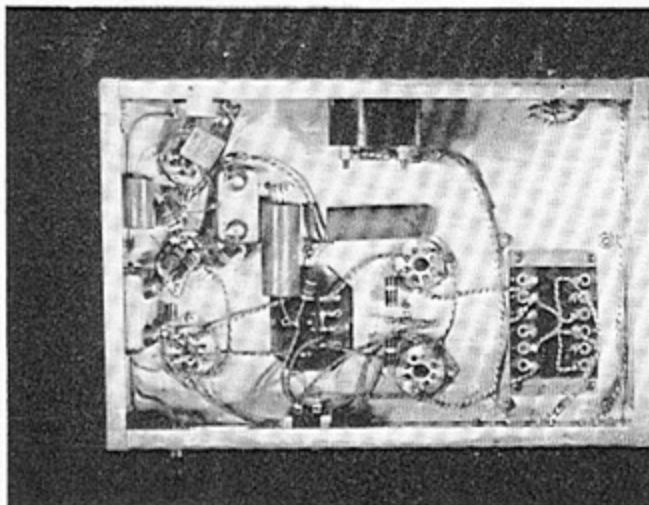


Figura 2.
IL MODULATORE CON TUBI 6L6
VISTO DALL'ALTO

Figura 3.

IL TELAIO DEL MODULATORE CON
TUBI 6L6 VISTO DAL BASSO

Per fornire la tensione di accensione dei filamenti e la tensione anodica al preamplificatore, si è usata una presa a 4 contatti, mentre una piastrina isolante con sei terminali serve per i collegamenti ad alta tensione con il trasmettitore e per il commutatore di comando del trasmettitore stesso.



lota e griglie dei tubi di uscita è eseguito mediante un trasformatore, sicchè lo stadio di uscita può indifferentemente lavorare come amplificatore in Classe AB_1 oppure come amplificatore in Classe AB_2 .

**Lo stadio
di uscita**

Nello stadio di uscita del modulatore possono essere impiegati indifferentemente tubi 6L6, 6L6G o 807.

Qualora al modulatore fosse richiesta una potenza minore, tali tubi potranno essere sostituiti dai tubi 6L6GT o 6F6G.

Il tubo 807 è la versione trasmittente del tubo 6L6, e corrisponde a quest'ultimo tanto come dissipazione che come condizioni di lavoro. Però quando il tubo 807 è impiegato in servizio inter-

mittente, può venire sottoposto a dissipazioni maggiori rispetto al tubo 6L6.

I tubi 6L6 e 807 possono essere acquistati presso a poco allo stesso prezzo ma, essendo il tubo 807 particolarmente adatto ai trasmettitori, non sarà facile trovarlo presso i negozi di vendita dei normali tubi riceventi. Invece, se i prezzi di acquisto dei tubi 6L6 e 807 dovessero essere molto differenti, potranno essere impiegati i tubi 6L6, che certamente costano meno, negli amplificatori nei quali la tensione di alimentazione anodica non oltrepassa i 360-400 V mentre si riserveranno i tubi 807 per gli amplificatori con tensione anodica fino a 750 V.

Nella Fig. 5 è riportata una tabella contenente le condizioni di lavoro consigliabili per i differenti

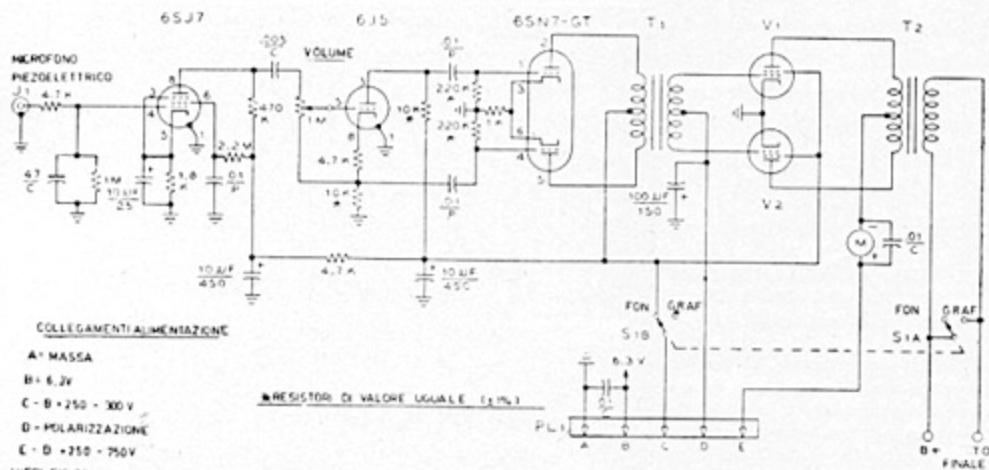


Figura 4.

SCHEMA ELETTRICO DEL MODULATORE CON TUBI DI POTENZA A FASCIO

M - Milliamperometro a corrente continua da 250 mA fondo-scala.

T₁ - Trasformatore pilota (Stancor A - 4701 oppure UTC S - 10).

T₂ - Trasformatore di modulazione a impedenze multiple (Per potenze di 60 W - Stancor A 3893 oppure UTC S - 20). (Per potenze di 125 W - Stancor A - 3894).

Figura 5.
CONDIZIONI DI LAVORO CONSIGLIATE PER I VARI
TIPI DI TUBI USATI NEL CIRCUITO DEL MODULA-
TORE DI FIG. 4

Tubi V ₁ , V ₂	Classe	Tens. anodica (E)	Tens. di schermo (C)	Polarizz. di griglia (D)	Carico da anodo ad anodo	Corrente anodica (mA)	Potenza di uscita (W)
6V6GT	AB ₁	250	250	-15	10,000	70-80	10
6V6GT	AB ₁	285	285	-19	8,000	70-95	15
6L6	AB ₂	360	270	-23	6,600	85-135	27
6L6	AB ₁	360	270	-23	3,800	35-140	47
807	AB ₁	600	300	-34	10,000	55-205	56
807	AB ₂	750	300	-35	12,000	30-140	75
807	AB ₂	750	300	-35	7,300	30-240	120

tipi di tubi da impiegare nello stadio di potenza del modulatore. Per alcune delle condizioni di lavoro elencate i tubi vengono fatti

funzionare in classe AB₁, cioè con corrente anodica che aumenta al crescere del segnale di entrata, ma senza alcuna corrente di griglia.

Le altre condizioni di lavoro, definite come Classe AB_2 , sono caratterizzate dal fatto che la corrente anodica cresce al crescere del segnale di entrata, ma si ha circolazione di corrente di griglia solo in corrispondenza ai picchi del segnale di pilotaggio.

Ambedue i tipi di funzionamento danno risultati soddisfacenti negli apparati di radio comunicazione.

5-3 Modulatori in classe B di uso generale

I modulatori ad alto livello in classe B con potenze di uscita comprese fra 125 e 400 W fanno normalmente uso di triodi di tipo molto recente, quali i tipi 809, 811, 805, 8005 o 810 funzionanti con tensioni anodiche comprese fra 750 e 2000 V.

Le Figg. 6, 7 e 8 illustrano una unità modulatrice progettata per funzionare in tale gamma di potenze.

La Fig. 8 elenca un gruppo di condizioni di lavoro consigliabili per i tubi di cui sopra.

Le dimensioni del trasformatore di modulazione dovranno naturalmente essere adeguate alla potenza ad audiofrequenza sviluppata dal modulatore.

Nel caso di modulatore da 500 W (Figg. 9 e 10), date le dimensioni e il peso dei componenti in esso

impiegati, è necessario montare il preamplificatore su un telaio separato.

Per livelli di potenza non superiori a 300 W è possibile montare tutto il sistema ad audiofrequenza, completo, in un unico telaio.

**Descrizione
del circuito
del modulatore
di uso generale**

L'unità modulatrice illustrata dalla Fig. 6 è completa, fatta eccezione dello

alimentatore ad alta tensione per la tensione anodica dei tubi modulatori.

Nel telaio sono contenuti un preamplificatore per microfono piezoelettrico e uno stadio pilota, assieme al loro alimentatore.

Un tubo 6SJ7 funziona da stadio preamplificatore ad alta am-

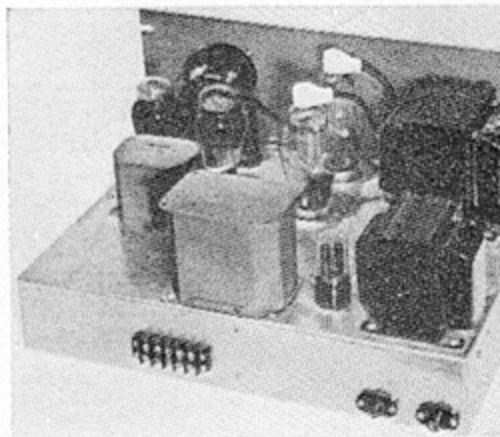


Figura 6.

VISTA POSTERIORE DEL MODULATORE
DI USO GENERALE

Figura 8.

CONDIZIONI DI LAVORO CONSIGLIABILI PER I VARI TUBI DEL MODULATORE DI USO GENERALE

Tubi V_1, V_2	Tensione anodica	Polarizz. di griglia (V)	Corrente anodica (mA)	Carico da anodo ad anodo (Ω)	Pot. di uscita segnale sinus. (W)
809	700	0	70-250	5,200	120
811-A	750	0	30-350	5,100	175
311-A	1000	0	45-350	7,400	245
311-A	1250	0	50-350	9,200	310
311-A	1500	-4,5	32-315	12,400	340
805	1250	0	148-400	6,700	300
805	1500	-16	34-400	8,200	370
810	2000	-50	60-420	12,000	450
810	2500	-75	50-420	17,500	500
8005	1500	-65	40-330	9,800	330

Il modulatore illustrato dalle Figg. 9 e 10 è progettato per l'impiego di triodi di tipo 810 in controfase in classe B, con tensione di alimentazione anodica di 2500 V. La massima potenza ad audio-frequenza sviluppabile da questi tubi alle condizioni di lavoro suddette è di 500 W, sufficiente a modulare con profondità del 100% uno stadio finale a radiofrequenza che assorba fino ad 1 kW di potenza di alimentazione anodica.

Il modulatore può essere pilotato da un semplice preamplifica-

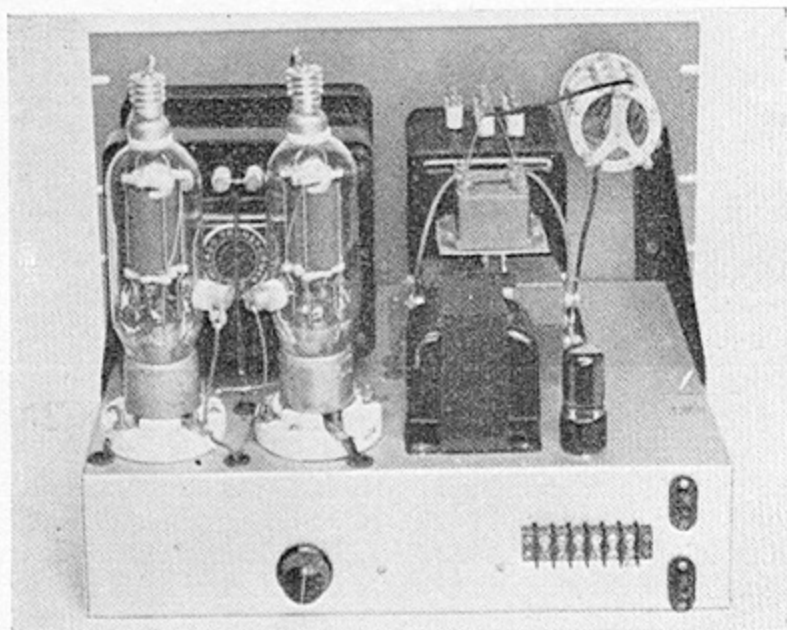


Figura 9.

IL MODULATORE DA 500 W CON TUBI 810 IN CLASSE B VISTO DA DIETRO

Il regolatore di polarizzazione è posto immediatamente sotto i tubi 810. A destra di essi vi è l'alimentatore per la tensione negativa di griglia.

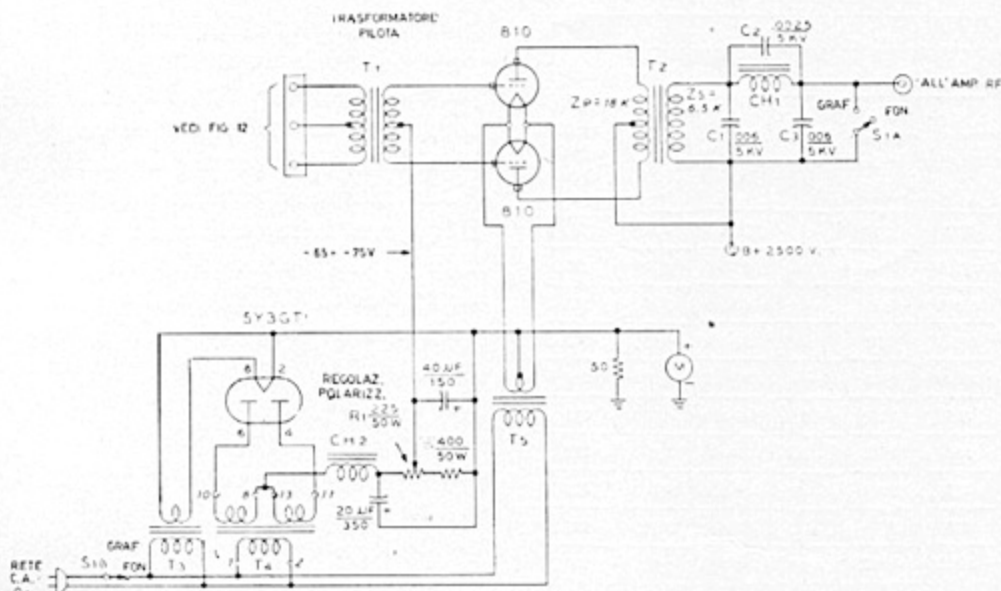


Figura 10.

SCHEMA ELETTRICO DEL MODULATORE A TRIODI DA 500 W CON ALIMENTATORE DI POLARIZZAZIONE

T₁ - Trasformatore pilota da 15 W (Stancor A - 4761).

T₂ - Trasformatore di modulazione da 500 W (Chicago Transformer Co. CMS-3).

T₃ - Trasformatore di alimentazione del filamento tubo rettificatore.

Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario 5 V - 3 A.

T₄ - Trasformatore di polarizzazione.

Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario 100 + 100 V con prese intermedie a presa centrale.

T₅ - Trasformatore di alimentazione dei filamenti.

Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario 10 V - 10 A.

CH₁ - Impedenza da 500 mA per filtro antisporie. (Chicago Transformer Co SR - 500).

CH₂ - Impedenza filtro 7 H - 150 mA.

M - Milliampmetro a corrente continua da 500 mA fondo-scala.

S₁A - B - Commutatore ad alta tensione.

tore come quello di Fig. 12 oppure da un amplificatore munito di circuito di taglio, come quello di Fig. 15.

Il telaio del modulatore contiene un piccolo alimentatore a bassa impedenza, che è in grado di sviluppare una tensione di polarizzazione di -75 V, sufficientemente costante anche con forti

variazioni di carico, quali sono quelle che si riscontrano nei circuiti di griglia dei modulatori in Classe B.

Dopo lo stadio modulatore è inserito un circuito filtro passa-basso ad audiofrequenza, il quale ha lo scopo di ridurre il livello di armoniche generato nel sistema ad audiofrequenza e che, senza di

esso, darebbe luogo al formarsi di bande laterali spurie nel segnale trasmesso.

Mediante il semplice filtro a π illustrato in Fig. 10 le frequenze superiori a 3500 Hz vengono attenuate di oltre 15 db.

Per funzionare in grafia occorre cortocircuitare il secondario del trasformatore di uscita del modulatore e disattivare i circuiti di accensione e di polarizzazione negativa di griglia del modulatore.

Il commutatore S_1A dovrà avere un isolamento per 10.000 V. Un tale commutatore può essere ricavato dal circuito di carico di antenna dell'apparato BC-306 A residuo bellico. In Fig. 9 è visibile il commutatore S_1A prelevato appunto da un apparato BC-306A.

Tutti i collegamenti a bassa tensione del modulatore faranno capo ad una piastrina in bakelite con 6 terminali posta sul piano interno del telaio.

Nel circuito di filamento dei tubi 810 è inserito un milliamperometro a corrente continua da 500 mA fondo scala. Questo milliamperometro è posto in derivazione su un resistore da $50\Omega - 1\text{ W}$ in modo che, quando lo strumento viene disinserito, non si interrompa il ritorno a massa del filamento.

Il trasformatore T_2 di modulazione è progettato per una impedenza, da anodo ad anodo di $12\text{ k}\Omega$ oppure di 18.000Ω , con un

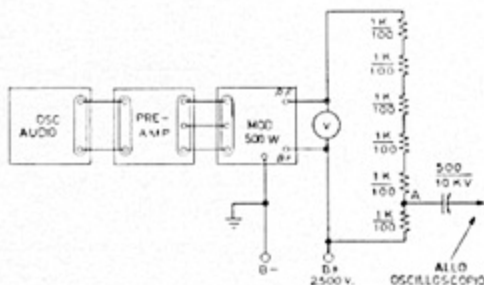


Figura 11.

DISPOSITIVO STRUMENTALE PER LE PROVE SUL
MODULATORE DA 500 W

carico di 6250Ω inserito sul secondario.

I tubi 810 richiedono una impedenza di carico da anodo ad anodo di 18.000Ω quando gli anodi vengono fatti lavorare a 2500 V e di 12.000Ω quando invece la tensione anodica è di 2000 V oppure di 2250 V.

Costruzione del modulatore

Dato il forte peso dei componenti del modulatore, sarà meglio impiegare un robusto telaio di ferro. Si impiegherà perciò un telaio da $33 \times 43 \times 10\text{ cm.}$, unito ad un pannello normalizzato, pur esso in ferro, alto 356 mm. Il telaio verrà reso solidale col pannello mediante due robusti squadretti.

Come si vede dalla Fig. 9, il trasformatore di modulazione è montato sulla parte anteriore destra del telaio, guardando questo dal pannello frontale.

ro direttamente fissati sul telaio metallico.

I componenti dell'alimentatore che fornisce la tensione di polarizzazione negativa di griglia, il trasformatore di entrata alle griglie dei tubi 810 in controfase e i componenti del filtro passa-basso a basso livello sono montati sul piano interno del telaio, che è alto 10 cm. La posizione di tutti questi componenti non è affatto critica.

Il potenziometro R_2 che regola la tensione di polarizzazione negativa di griglia è montato sulla parete posteriore del telaio, sulla quale parete vi sono anche i due terminali ad alta tensione. A questi terminali fanno capo i due collegamenti ad alta tensione del modulatore e precisamente quello che porta al modulatore la tensione di alimentazione anodica dei tubi 810 e quello che porta allo stadio amplificatore a radiofrequenza la tensione di alimentazione anodica, modulata dal modulatore.

I collegamenti che partono dai terminali ad alta tensione e quelli concernenti il circuito anodico dei tubi 810 verranno eseguiti con cavo ad alto isolamento, del tipo per televisione.

Messa a punto del modulatore

Dopo aver eseguiti tutti i collegamenti e dopo averli controllati, sarà necessario eseguire alcune misure pri-

ma di inserire il modulatore sullo amplificatore finale a radiofrequenza.

Nella Fig. 11 è riportato lo schema a blocchi dell'apparecchiatura di misura che si deve adoperare.

Le masse del preamplificatore e del modulatore verranno collegate fra loro.

Si collegano in serie sei resistori da $1000\ \Omega$ - 100 W e il resistore da $6000\ \Omega$ - 600 W che così si ottiene lo si inserisce fra i terminali ad alta tensione di uscita del modulatore. Si realizza così il carico sul modulatore.

Dopo aver inseriti nei loro zoccoli i tubi 810, si pone il commutatore S_1 nella posizione «Fonia». Si accendono i filamenti dei tubi 810 mentre con la sezione S_1A del commutatore si elimina il cortocircuito del secondario del trasformatore T_2 di modulazione.

Si regola il potenziometro R_1 del circuito di polarizzazione negativa di griglia in modo che fra la griglia controllo di ciascuno dei tubi 810 e massa esista una tensione di -75 V , misurata con un voltmetro ad alta resistenza.

Se si ha a disposizione un oscilloscopio, lo si collegherà fra il punto indicato con «A» sulla serie dei resistori di carico del modulatore e massa. Questo collegamento dovrà essere effettuato tramite un condensatore ceramico da $500\ \mu\text{F}$ - 10000 V, del tipo di quelli impiegati per livellare l'alta ten-

sione dei televisori. La massa dell'oscilloscopio verrà collegata alla massa del telaio del modulatore.

Si applica ora al modulatore la tensione di alimentazione anodica di 2500 V e si regola il potenziometro R_1 in modo che il milliamperometro da 500 mA, che misura la corrente catodica del modulatore, segni una corrente di 50 mA, che è la corrente di riposo (in assenza di segnale) dei due tubi 810 in controfase in Classe B.

Durante queste regolazioni bisogna essere estremamente cauti dato il pericolo mortale costituito dall'alto valore della tensione di alimentazione anodica.

Non si deve assolutamente toccare il modulatore quando l'alimentatore che fornisce la tensione anodica è acceso. Accertatevi della bontà del condensatore ceramico di accoppiamento fra l'oscilloscopio e il punto A della serie di resistori di carico del modulatore, dato che tali resistori sono sottoposti ad una alta tensione verso massa.

Se si ha a disposizione un voltmetro per tensione alternata che abbia una portata di 2000 V, questo dovrà essere collegato direttamente sui resistori di carico del modulatore. Siccome questo voltmetro sarà sottoposto ad una alta tensione continua verso massa, esso non dovrà essere del tipo elettronico, poichè in questo caso avverrebbe la scarica del suo tra-

sformatore di alimentazione, data l'alta tensione che viene ad esistere fra primario e secondario. Questo strumento non dovrà essere assolutamente toccato quando lo alimentatore ad alta tensione è in funzione.

Si collegherà un oscillatore ad audiofrequenza al circuito di entrata ad audiofrequenza del trasmettitore-eccitatore e si aumenterà il segnale di pilotaggio fornito al modulatore di forte potenza fino a che sul voltmetro inserito sui resistori di carico di tale modulatore non si legga una tensione efficace eguale a 0,7 volte della tensione anodica applicata al modulatore.

Se la tensione anodica del modulatore è di 2500 V, il voltmetro a corrente alternata posto sulla uscita di questo dovrà indicare 1750 V di tensione efficace ad audiofrequenza applicata ai resistori di carico, la cui resistenza totale è di 6000 Ω . Ciò equivale ad una potenza di uscita sviluppata dal modulatore, di 500 W.

Se l'impedenza di carico da anodo ad anodo del modulatore è di 18.000 Ω , quando il modulatore sviluppa questa potenza di uscita, la corrente catodica deve risultare di 350 mA. Questa corrente verrà indicata dal milliamperometro inserito nel circuito di ritorno a massa dei filamenti.

Ora si effettuerà l'osservazione della forma d'onda che si ha alla

uscita della modulazione e a questo scopo ci si servirà dell'oscilloscopio inserito fra massa e il punto « A » della serie di resistori, tramite il condensatore da $500 \mu\text{F}$ — 10.000 V .

Quando si porta ad oltre 3500 Hz la frequenza generata dall'oscillatore ad audiofrequenza, il livello di uscita del modulatore, misurato mediante un voltmetro per tensioni alternate, deve diminuire rapidamente. Se ciò avviene, significa che il filtro passa-basso ad audiofrequenza funziona correttamente.

Nella modulazione con voce, e senza alcun taglio ad essa apportato, lo strumento del modulatore deve misurare da 150 a 200 mA quando, con una tensione anodica di 2500 V , si ottiene il 100% di modulazione.

Quando alla modulazione con voce viene apportato un modesto taglio dei picchi, il milliamperometro che misura la corrente anodica indicherà circa 300 mA per il 100% di modulazione.

5-4 Amplificatore pilota da 10 W

Nella Fig. 12 è illustrato un semplice amplificatore, che può anche servire come pilota per un modulatore in Classe B di media potenza. L'amplificatore è progettato in modo da poter inserire,

alla sua entrata, un microfono piezo-elettrico.

Il primo stadio utilizza un tubo 6SJ7. Il regolatore di volume è posto fra il circuito anodico del tubo preamplificatore 6SJ7 e il circuito di griglia di un tubo 6J5 funzionante da secondo stadio amplificatore.

I tubi di uscita di questo amplificatore sono due 6B4-G, triodi a medio fattore di amplificazione, funzionanti in controfase. Essi sono autopolarizzati mediante un resistore posto fra la presa centrale del secondario di accensione di filamento del trasformatore di alimentazione e la massa.

I due tubi 6B4-G, nelle condizioni di lavoro alle quali funzionano in questo amplificatore, possono sviluppare una potenza di uscita di circa 10 W con distorsione trascurabile.

Una tale potenza è sufficiente a pilotare quasi tutti gli stadi modulatori in Classe B, la cui potenza di uscita non sia superiore a 400 W .

Nel circuito della Fig. 12 non è riportato il trasformatore di uscita del controfase di tubi 6B4-G e che accoppia perciò gli anodi di questi tubi alle griglie dei tubi amplificatori in classe B di media potenza. Ciò perchè si è preferito, in tutti gli schemi riguardanti questi amplificatori finali di media potenza, includere il trasformatore di entrata. Pertanto tale

Però i tubi 304TL hanno ottime caratteristiche sia per la loro altissima transconduttanza e sia per la loro alta sensibilità di potenza. Inoltre, siccome questi tubi si trovano molto facilmente nel mercato dei residuati e quindi possono essere acquistati a condizioni vantaggiose, può essere utile considerarne l'impiego in trasmettitori dilettantistici di forte potenza.

I tubi 304-TL si prestano molto bene ad essere usati come tubi modulatori per stazioni dilettantistiche. Infatti, avendo essi un fattore di amplificazione relativamente basso, si prestano ad essere utilizzati come modulatori Heising a triodi in Classe A. Con essi diviene agevole modulare un trasmettitore di media potenza, alimentato ad una tensione anodica di 1500 o 2000 V.

Nella Fig. 14 sono riportate le caratteristiche di impiego del tubo 304-TL come amplificatore in Classe AB₁.

Una caratteristica importante di tali tubi impiegati in Classe AB₁ è che essi non richiedono alcuna potenza di pilotaggio di griglia. Ossia per il loro funzionamento è necessario soltanto che venga applicata una tensione di eccitazione alle griglie, ma queste non assorbono alcuna corrente.

La tensione di eccitazione di griglia per due tubi 304-TL funzionanti in Classe AB₁ può essere agevolmente fornita da un piccolo

Figura 14.

Condiz. lavoro 304 TL in Classe AB₁
(nessuna potenza eccitaz. necessaria)

tensione anodica	1500	2000	2500	3000
polarizz. griglia*	—118	—170	—230	—290
corrente anodica senza segnale mA	270	200	160	130
corrente anodica segnale massimo mA**	572	546	483	444
carico da anodo a anodo	2540	5300	8500	12000
picco tensione griglia A.F. (per tubo)	118	170	230	290
potenza uscita massima (W)	256	490	610	730

* Regolare in modo da avere la corrente anodica stabilita per segnale nullo.

** I valori si riferiscono a modulazione sinusoidale. In fonìa la corrente massima sarà circa due terzi del valore per onda sinusoidale.

triolo tipo 6J5, ciò che consente di eliminare il normale stadio pilota di forte potenza, che occorre invece per pilotare modulatori impieganti altri tipi di tubi.

Nella Fig. 13 è riportato lo schema elettrico di un modulatore impiegante due tubi 304-TL in Classe AB₁ che, con uno stadio pilota costituito da un tubo 6J5, può sviluppare una potenza di uscita ad audiofrequenza di 500 W.

I filamenti dei due tubi possono indifferentemente essere collegati in serie o in parallelo. Nel primo caso essi richiedono, a 10 V, una corrente di 25 A e nel secondo caso

a 5 V la corrente assorbita è di 50 A.

Quando il trasmettitore è in attesa, ossia quando si riceve, può essere utile economizzare l'energia assorbita per l'accensione dei filamenti, per cui questi possono venire spenti oppure possono venire alimentati a tensione ridotta. Per fare ciò si potrà eseguire una commutazione al primario del trasformatore di accensione in modo da ridurre la tensione sviluppata sul secondario, salvo poi a ripristinarla interamente al momento in cui si deve trasmettere.

L'amplificazione fornita dal modulatore di Fig. 13 è tale che esso darà la piena potenza di uscita quando alla sua entrata viene posto un microfono piezoelettrico di tipo economico.

Il commutatore per il passaggio da fonia a grafia eseguirà una doppia funzione: esso deve mettere in cortocircuito il secondario del trasformatore di modulazione e deve interrompere il circuito di accensione dei filamenti dei tubi 304-TL del modulatore.

5-6 Amplificatore - limitatore da 15 W

La tecnica più recente suggerisce di usare, negli stadi a basso livello, un circuito di taglio seguito da un filtro passa-basso e nello stadio di forte potenza solo un

filtro passa-basso. Un sistema di modulazione di questo tipo darà luogo ad una modulazione gradevole e normale, pur evitando gli inconvenienti della formazione di bande laterali spurie.

Il preamplificatore che descriviamo in questo paragrafo usa appunto un circuito di taglio a basso livello, seguito da un filtro passa-basso ed è particolarmente adatto per pilotare una coppia di tubi 810 funzionanti in controfase in Classe B, come quelli impiegati nel modulatore descritto nel paragrafo 5-3.

Descrizione del circuito

Nella Fig. 15 è riportato lo schema elettrico dell'amplificatore limitatore da 15 W. Su questo amplificatore sono usati in tutto sei tubi, compreso il tubo rettificatore.

In condizione di forte taglio effettuato sui picchi del segnale, la potenza ad audiofrequenza fornita da questo amplificatore è di 15 W.

Come stadio preamplificatore per microfono è fatto uso di un doppio triodo tipo 12AX7, la cui uscita sarà dell'ordine di 20 V efficaci, quando all'ingresso di tale stadio si fa uso di un microfono piezoelettrico.

La tensione di uscita da questo stadio viene inviata ad un tubo tipo 6AL5 che adempie la funzione di limitatore. Il livello di taglio

al 5 per cento, in assenza di taglio effettuato dal circuito limitatore.

L'alimentazione anodica dell'amplificatore è ottenuta con un tubo 5U4-G seguito da un filtro con ingresso induttivo. Con un circuito alimentatore di questo tipo si ha una tensione anodica eccezionalmente stabile al variare della corrente assorbita dall'amplificatore.

Costruzione dell'amplificatore L'amplificatore limitatore può essere montato su un unico telaio, insieme al suo alimentatore, purchè si abbia cura di distanziare sufficientemente gli stadi a basso livello dell'amplificatore dal trasformatore di alimentazione e dalle impedenze filtro dell'alimentatore.

Tutti i condensatori e i resistori della parte ad audiofrequenza debbono essere montati quanto più vicino possibile ai piedini dei rispettivi zoccoli.

Per ottenere la minima captazione di ronzio, i collegamenti di alimentazione dei filamenti dei tubi a basso livello saranno eseguiti in cavetto schermato.

I resistori posti sui circuiti anodici del tubo 12AU7 e quelli dei circuiti di griglia dei tubi 6B4-G dovranno essere scelti in modo da determinare il migliore equilibrio possibile. Non è importante che essi abbiano il valore più esatto

possibile, rispondente cioè a quello riportato nello schema elettrico di Fig. 15, ma occorre che i valori dei resistori di ciascuna coppia siano esattamente uguali.

Sarà perciò opportuno che, mediante un ohmetro, vengano selezionati a coppia i resistori.

Questi resistori verranno saldati ai terminali degli zoccoli dei tubi, facendo attenzione che la loro resistenza non venga alterata per effetto del calore emanato dal saldatore nell'eseguire le saldature. Si dovrà cercare di lasciare, fra corpo del resistore e terminale sul quale il reoforo del resistore va saldato, un'ansa piuttosto lunga che disperda il calore, che altrimenti andrebbe a riscaldare il corpo del resistore durante la saldatura.

Se si seguono le precauzioni suddette, si potrà essere certi che le tensioni di eccitazione di griglia dei tubi 6B4-G risultano perfettamente bilanciate.

Messa a punto dell'amplificatore Dopo aver eseguiti tutti i collegamenti dell'amplificatore, se ne effettuerà un accurato controllo.

L'amplificatore sarà così pronto per essere provato.

Prima di inserire nei rispettivi zoccoli i tubi dell'amplificatore, si invierà la tensione di rete al primario del trasformatore che fornisce la tensione di polarizzazione

negativa di griglia. Si misurerà la tensione esistente ai capi del resistore di carico da 600 Ω . Tale tensione dovrà essere di -68 V. Qualora non fosse di questo valore, si apportioneranno lievi variazioni al valore del resistore in serie R_3 fino ad ottenere che, sul resistore di carico, si formi la tensione di -68 V.

Dopo di ciò si potranno inserire gli zoccoli e si misureranno le tensioni anodiche e di catodo dei vari stadi, controllandole con i valori riportati nello schema elettrico di Fig. 15.

Dopo aver eseguiti questi controlli, l'amplificatore verrà collegato al modulatore e si regolerà il potenziometro R_2 del limitatore in modo che risulti impossibile sovrarmodulare il trasmettitore, evidentemente con ragionevoli posizioni di R_1 .

Dopo di ciò si potrà regolare il potenziometro R_2 , aumentando man mano il segnale audio immesso nel limitatore, fino ad ottenere nel trasmettitore una forte modulazione chiara e nitida, senza eccessive bande laterali spurie.

5-7 Modulatore De-Luxe da 200 W con tubi 811-A

Gli stadi amplificatori a radiofrequenza di media potenza di uso più comune sono quelli nei quali è impiegato un tetrodo come il

4-125A, l'813 oppure il 7094, funzionante con una tensione anodica compresa fra 1200 e 1700 V e con una corrente anodica compresa fra 150 e 175 mA.

Un tale amplificatore a radiofrequenza richiede per la sua eccitazione una potenza assai ridotta, pur assorbendo 300 o 400 W di alimentazione anodica. Inoltre i componenti del circuito di alimentazione anodica di un amplificatore di questo tipo risultano di costo relativamente modesto.

Si tenga presente che passando da un trasmettitore da 300 W ad uno da 1 kW, si ha un aumento di segnale di soli 5 decibel, mentre l'aumento di costo risulta assai rilevante sia per il maggiore costo del modulatore sia per la maggiore potenza che l'alimentatore deve fornire.

Sotto l'aspetto economico, si può conseguire una forte economia se si riesce a far funzionare il modulatore e lo stadio finale a radiofrequenza alla stessa tensione di alimentazione anodica.

Con la nuova serie di trasformatori di alimentazione ad alta tensione prodotti dalla Chicago-Standard si ottengono tensioni anodiche comprese fra 1000 e 1500 V. Questi trasformatori sono particolarmente adatti per la alimentazione anodica di modulatori e di stadi finali a radiofrequenza aventi le potenze indicate al principio di questo paragrafo.

Con tensioni anodiche comprese fra 1000 e 1500 V il triodo tipo 811-A costituisce un eccellente tubo modulatore. Fino ad una tensione anodica di 1250 V, il tubo 811-A può funzionare in classe B con polarizzazione zero di griglia. Se invece la tensione anodica è di 1500 V, la polarizzazione negativa di griglia per il funzionamento in

classe B deve essere di pochi volt (9 V). Una tensione di polarizzazione così bassa verrà facilmente ed economicamente ottenuta mediante batterie di pile a secco del tipo da lampadina tascabile, oppure con altro tipo di alimentatore a bassa impedenza.

Nella Fig. 17 è riportato lo schema elettrico del modulatore De-

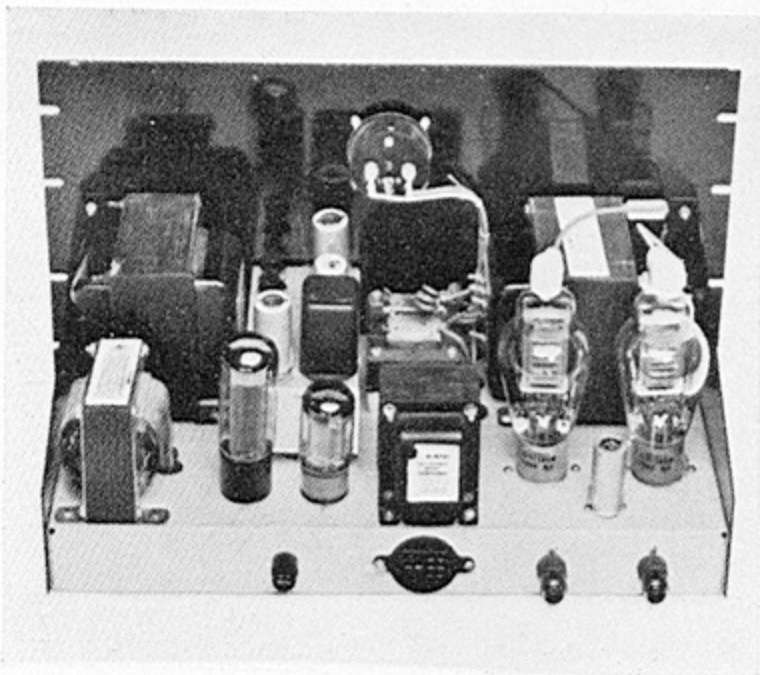


Figura 16.

IL MODULATORE CON TUBI 811-A VISTO POSTERIORMENTE

A destra sono visibili i tubi modulatori e il tubo (molto più piccolo) stabilizzatore di tensione. Al centro del telaio è sistemato il filtro passa-basso ad alto livello. A sinistra del filtro è visibile il preamplificatore innestabile. Sul piano superiore della custodia del preamplificatore vi sono i comandi di regolazione di volume e di taglio. Come stadio pilota del modulatore è usato un tubo 6L6/58B1 ad uscita catodica.

Luxe da 200 W, mentre nelle Fig. 16 e 18 sono riportate due fotografie dello stesso amplificatore.

Gli stadi preamplificatori a basso livello sono analoghi a quelli del preamplificatore descritto nel paragrafo 5-6. Come doppio stadio preamplificatore a resistenza-capacità è usato un tubo 12AX7, che pilota un tubo limitatore 6AL5 che effettua il taglio, a basso livello, dei picchi di modulazione.

Lo stadio limitatore è seguito da un filtro passa-basso a 3500 Hz che toglie dal segnale ad audiofrequenza tutte le componenti aventi frequenza maggiore di 3500 Hz, prodotte in seguito alla azione di taglio.

All'uscita del filtro vi è uno stadio amplificatore, realizzato con un tubo 12AU7 con le due sezioni in parallelo. Questo stadio è accoppiato a trasformatore con uno stadio con tubo 5881 (6L6-GB), funzionante da stadio pilota ad uscita catodica per lo stadio finale del modulatore.

L'impedenza del circuito catodico dello stadio pilota è estremamente bassa e pertanto tale stadio fornisce un eccellente pilotaggio per il circuito di griglia dei due tubi 811-A dello stadio modulatore in Classe B.

Come si è detto, quando i tubi 811-A funzionano in classe B con tensione di alimentazione anodica di 1000 V, non richiedono alcuna

tensione di polarizzazione negativa di griglia. Alla tensione di 1500 V è necessaria una polarizzazione di griglia di 9 V. Questa tensione viene fornita mediante un partitore di tensione costituito da un resistore da 20 k Ω - 10 W e da un tubo a thyatron tipo 2D21.

Quando il tubo 2D21 è collegato a triodo, agisce come tubo stabilizzatore di tensione, con una caduta costante (circa 9 V) di tensione fra anodo e catodo. Il tubo è in grado di stabilizzare una corrente fino a 300 mA mantenendo sufficientemente costante la caduta di tensione fra i suoi elettrodi.

La presa centrale del secondario del trasformatore T_2 dei filamenti dei tubi 811-A risulterà così a potenziale positivo rispetto a massa. Siccome la presa centrale del secondario del trasformatore pilota è collegata a massa, si ottiene per le griglie una tensione di polarizzazione negativa corrispondente alla caduta di tensione che si ha nel tubo stabilizzatore di tensione 2D21, posto nel circuito di catodo dello stadio amplificatore in Classe B.

La impedenza di carico da anodo ad anodo per i tubi 811-A funzionanti in Classe B, con tensione anodica di 1500 V è di 12.000 Ω .

Se si desidera, si può adoperare un trasformatore di modulazione del tipo a molte impedenze. Nel caso attuale è stato usato

un normale trasformatore di modulazione Stancor A-3829. Questo trasformatore è dimensionato per adattare una impedenza di carico da anodo ad anodo di $9000\ \Omega$, con una impedenza al secondario di $5000\ \Omega$. Con una impedenza di $12.000\ \Omega$ al primario, corrispondente alla impedenza dei due tubi 811-A, l'impedenza di carico al secondario risulta di $7500\ \Omega$. Questa impedenza al secondario corrisponde a quella di un tubo 7094 funzionante come amplificatore a radiofrequenza in Classe C ad una tensione anodica di 1500 V e con una corrente anodica di 200 mA (300 W di potenza di alimentazione anodica).

Con questo modulatore è possibile usare altri tubi e altre impedenze di carico, purchè la potenza di alimentazione anodica dello stadio amplificatore a radiofrequenza da modulare non oltrepassi i 400 W . Per esempio si può usare un tubo 4-125 A funzionante con 2000 V e 165 mA (330 W). Un tubo di questo genere verrà modulato al 100% di profondità dal modulatore che stiamo descrivendo.

La massima corrente che può passare nel secondario del trasformatore di modulazione Stancor A-3829 è di 300 mA . Con una tale corrente il trasformatore non dà luogo ad inconvenienti.

L'uscita ad audiofrequenza sviluppata dallo stadio 811-A viene

fatta passare attraverso un filtro soppressore di spurie ad alto livello, che attenua tutte le frequenze superiori a 3500 Hz .

Si constaterà che malgrado l'impiego di filtri ad audiofrequenza tanto sul canale a basso livello quanto sull'uscita del modulatore, non si ha alcuna pregiudizievole riduzione della larghezza delle bande laterali trasmesse, mentre viene sensibilmente ridotta l'interferenza causata dalle bande laterali spurie alla ricezione di stazioni funzionanti su canali anche immediatamente adiacenti.

Durante il funzionamento in telegrafia, mediante un relè RY_1 ad alta tensione viene cortocircuitato il secondario del trasformatore di modulazione e viene tolta la tensione di alimentazione anodica ai tubi del modulatore. Il relè viene eccitato mediante il commutatore « Fonia-Grafia », posto sul pannello frontale del modulatore.

Gli altri settori del commutatore « Fonia-Grafia » provvedono a spegnere il filamento dei tubi del modulatore e provvedono a chiudere o aprire altri eventuali circuiti ausiliari.

Nel modulatore è incorporato un alimentatore da 350 V che fornisce la tensione anodica al preamplificatore, allo stadio pilota e agli stadi a radiofrequenza dell'eccitatore del trasmettitore.

I vari collegamenti di alimentazione e di comando per il mo-

dulatore verranno effettuati tramite una presa a molti contatti (e una corrispondente spina), situata sulla parete posteriore del modulatore.

Costruzione del modulatore Il modulatore è costruito su un telaio in ferro avente le dimensioni di cm $20 \times 43 \times 5$. Questo telaio è fissato ad un pannello normalizzato alto 27 cm, mediante robusti squadretti, tali da assicurare una certa solidità meccanica.

Dalle Figg. 16 e 18 può essere rilevata la posizione dei componenti principali del modulatore.

Il trasformatore di modulazione T_3 e i tubi 811-A occupano la parte posteriore destra del telaio (visto come in Fig. 16) e il loro peso è bilanciato dal trasformatore T_4 di alimentazione a bassa tensione e dal trasformatore T_5 di alimentazione dei filamenti del modulatore, posti dall'altra parte del telaio.

Lo spazio centrale del telaio è occupato dal preamplificatore innestabile, dal gruppo del filtro ad alto livello contro le spurie e dallo stadio pilota 5881.

Il preamplificatore è costruito su un telaio separato di alluminio, avente la forma di una scatola e avente le dimensioni di cm $12,5 \times 7,5 \times 5$. Il fondo di questo telaio contiene due spine (maschio) che si adattano a due corrispon-

denti prese montate sul telaio del modulatore. A questo modo, il preamplificatore può venire montato a parte e provato come unità separata.

Il circuito di taglio a basso livello e i comandi sono montati sul piano superiore del telaio del preamplificatore e quindi non sono accessibili dal pannello frontale del modulatore: l'esperienza ha dimostrato che questi comandi, una volta regolati, non richiedono di essere ritoccati durante il funzionamento del trasmettitore.

Il commutatore « Fonia-Grafia », il relè ad alta tensione RY_1 e gli altri piccoli componenti sono montati sotto il piano del telaio (Fig. 18).

La presa di entrata del preamplificatore è posta vicino alla presa per microfono, situata sul pannello frontale del modulatore. Il collegamento fra le due prese deve essere più corto possibile e comunque non deve superare i 5 cm.

Sotto il telaio del modulatore sono sistemati anche l'impedenza filtro dell'alimentazione anodica a bassa tensione e i vari condensatori di livellamento e di fuga.

Montaggio e controllo del modulatore Si comincerà col montare il preamplificatore. I piccoli resistori e i condensatori di questa unità verranno montati direttamen-

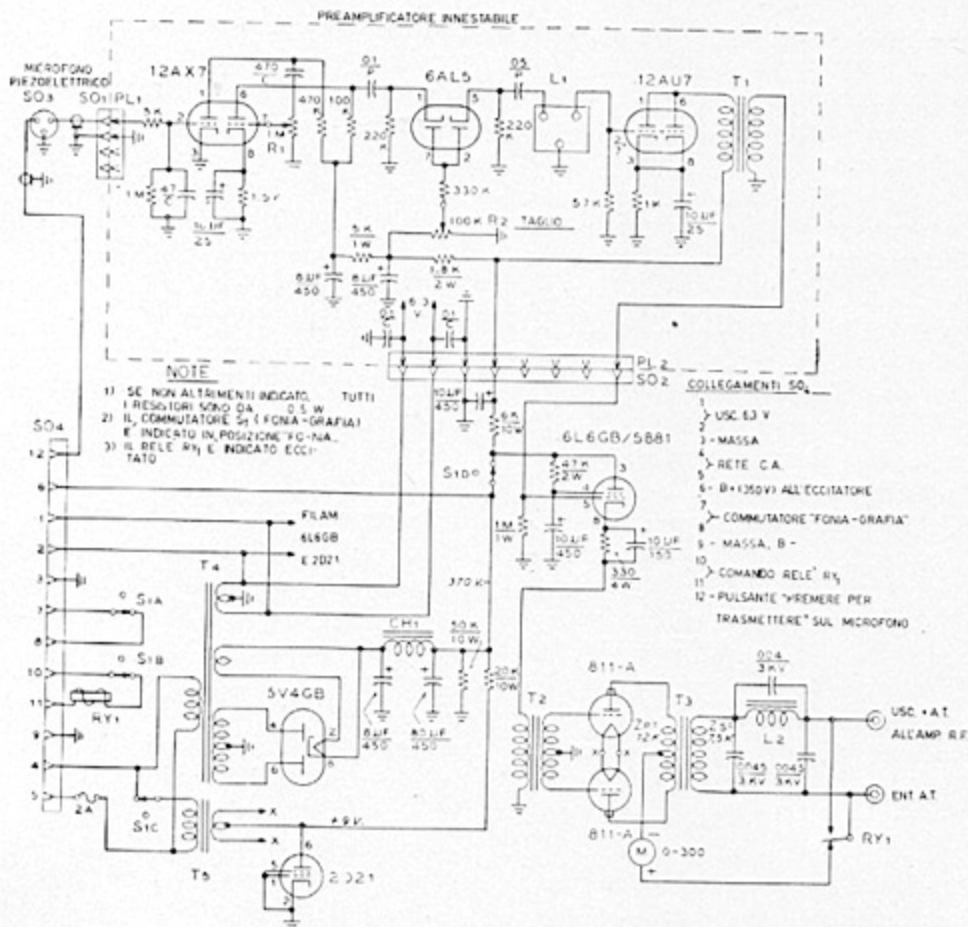


Figura 17.

SCHEMA ELETTRICO DEL MODULATORE DA 200 W CON TUBI 811-A

T₁ - Trasformatore di accoppiamento intervalvolare. Rapporto 1:3 (Stancor A - 53).

T₂ - Trasformatore pilota per Classe B ad impedenze varie - Rapporto 2:1 (Stancor A - 4761).

T₃ - Trasformatore di modulazione da 200 W. Impedenza primario 9 k Ω . Impedenza secondario 5 k Ω . (Stancor A - 3029).

T₄ - Trasformatore di alimentazione a bassa tensione. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondari: 400 + 400 V - 250 mA, 6,3 V - 5 A (con presa centrale).

5 V - 2 A.

T₅ - Trasformatore di alimentazione dei filamenti dei tubi 811-A.

Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario 6,3 V - 10 A (con presa centrale).

CH₁ - Impedenza filtro 4 M - 250 mA.

L₁ - Filtro passa-basso con 3500 Hz di frequenza di taglio (Chicago LPF-2).

L₂ - Induttanza filtro passa-basso ad alto livello, per corrente di 300 mA (Stancor C-2317).

RY₁ - Relè ad alta tensione a due chiusure, con bobina di eccitazione adatta alla tensione di rete disponibile. (Leach' N.° 1723).

te fra i piedini degli zoccoli dei tubi oppure fra questi e i capofili di piastrine isolanti.

Il trasformatore T_1 è posto dentro la custodia del preamplificatore e i collegamenti fra esso e il

circuito del preamplificatore verranno eseguiti dopo aver completato tutti gli altri collegamenti del preamplificatore.

Le spine PL_1 e PL_2 sono montate sul fondo della custodia del

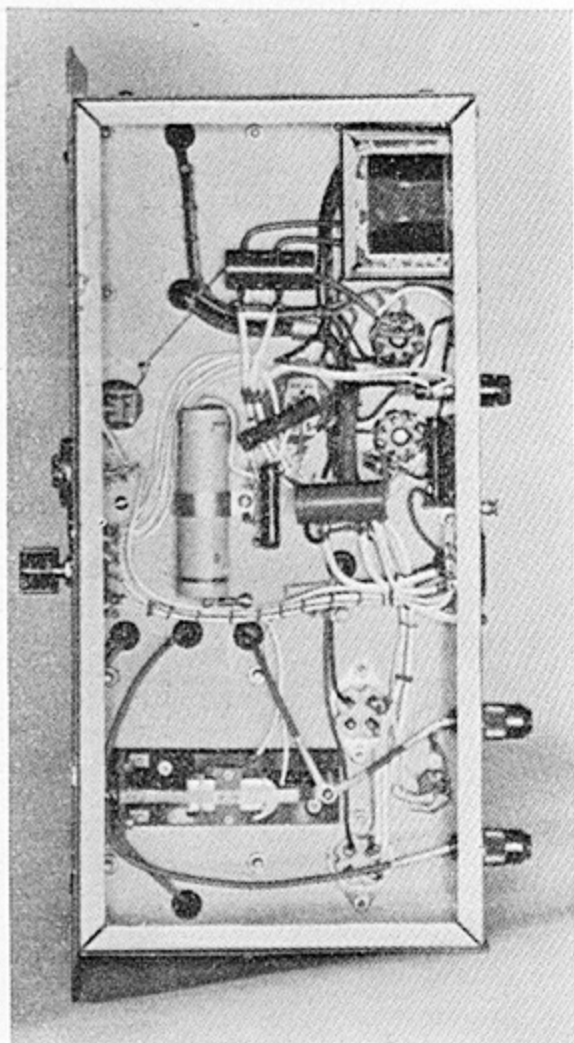


Figura 13.

**IL TELAIO DEL MODULATORE CON TUBI
811-A VISTO DAL BASSO**

I relè ad alta tensione è posto fra gli zoccoli dei tubi 811-A. I componenti dell'alimentatore a bassa tensione sono situati dalla parte opposta del telaio (in alto in questa fotografia).

preamplificatore. I collegamenti fra i piedini di queste spine e i vari punti del circuito del preamplificatore dovranno essere i più corti possibile, tali però da consentire di asportare il fondo della custodia, in modo da poter effettuare controlli visivi e elettrici sul preamplificatore, senza dover dissaldare i conduttori saldati ai piedini delle spine stesse.

Dopo aver completato il montaggio del preamplificatore si passerà al montaggio del modulatore.

Tutti i collegamenti facenti capo a T_3 , a RY_1 e al filtro passa-basso ad alto livello debbono risultare accuratamente distanziati dal telaio. Per questi collegamenti si farà uso di cavo avente un isolamento a 5 kV.

I condensatori che fanno parte del filtro passa-basso ad alto livello saranno montati direttamente sui terminali dell'impedenza filtro, la quale a sua volta è montata sotto il telaio del modulatore, isolata da questo mediante isolatori ceramici alti 12 mm.

I collegamenti ad alta tensione fra il modulatore e il relativo alimentatore ad alta tensione verranno eseguiti mediante terminali di sicurezza Millen 37001.

Dopo aver completati i collegamenti e dopo averli accuratamente controllati, si inseriranno nei rispettivi zoccoli i tubi 12AX7, 6AL5, 12AU7, 5881 e 5V4GB.

Si inserisce il preamplificatore

al modulatore mediante le due coppie di spine e prese su essi predisposte.

Si collegheranno le placche deviatrici verticali di un oscilloscopio fra massa e la griglia di un tubo 811-A.

La tensione anodica sul tubo 5881 deve essere di circa 370 V.

Si applica all'entrata del preamplificatore un segnale ad audiofrequenza sinusoidale a 1000 Hz, avente una ampiezza di 0,05 V efficaci. Si regola il livello di uscita del preamplificatore, mediante il potenziometro regolatore di taglio R_2 e mediante il potenziamento R_1 regolatore di volume, quest'ultimo inserito nel circuito di griglia del tubo 12AX7.

Il regolatore di taglio deve essere posto in modo che fra la griglia del tubo 811-A e massa la tensione del segnale non possa oltrepassare i 60 V efficaci (con entrata sinusoidale).

Si possono ora inserire nei loro zoccoli i tubi modulatori 811-A.

Fra i terminali di uscita del modulatore e precisamente fra il terminale «Usc. A.T.» e «Ent. A.T.» si inserirà un resistore da 7 k Ω -200 W. Questo resistore serve da carico fittizio sul modulatore.

Si applica la tensione di 1500 V di alimentazione anodica al terminale «Ent. A.T.» del modulatore.

In assenza di segnale applicato al modulatore, la corrente anodica

dello stadio modulatore deve essere circa di 15 mA. Essa deve salire istantaneamente a 160 mA quando il modulatore fornisce la massima uscita.

La messa a punto finale del regolatore di taglio verrà eseguita quando il modulatore è collegato allo stadio finale a radiofrequenza da modulare. Allora il potenziometro R_2 verrà regolato in modo da limitare a circa il 90% la profondità di modulazione corrispondente ai picchi, con segnale di entrata sinusoidale.

5-8 Modulatori con tetrodi a polarizzazione zero

I tetrodi possono venir fatti funzionare come modulatori in Classe B, con polarizzazione zero

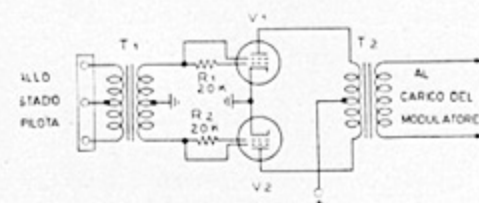


Figura 19. *

NEI MODULATORI A TETRODO A POLARIZZAZIONE ZERO NON OCCORRONO POLARIZZAZIONI DI GRIGLIA CONTROLLO E DI GRIGLIA SCHERMO

Le caratteristiche più salienti di questo nuovo modulatore sono la bassa potenza di pilotaggio e la grande semplicità. In questo circuito possono essere usati tetrodi di tipo qualsiasi, dal 6AQ5 all'813.

T_1 - Trasformatore pilota per Classe B.

T_2 - Trasformatore di modulazione.

$V_1 - V_2$ - 6AQ5, 6L6, 807, 803, 813, etc.

$R_1 - R_2$ - Non usarle per i tubi 803 e 313.

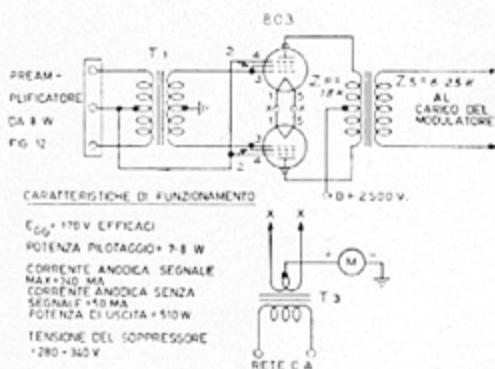


Figura 20.

ECONOMICO MODULATORE DA 500 W CON TUBI 803

T_1 - Trasformatore pilota per classe B a varie impedenze. Rapporto 2:1 (Stancor A-4761).

T_2 - Trasformatore di modulazione da 500 W. Impedenza primario 18 k Ω .

Impedenza secondario 6,25 k Ω (Chicago CMS - 3).

T_3 - Trasformatore di alimentazione per i filamenti. Primario adatto alla tensione di rete disponibile. Secondario 10 V - 10 A (con presa centrale).

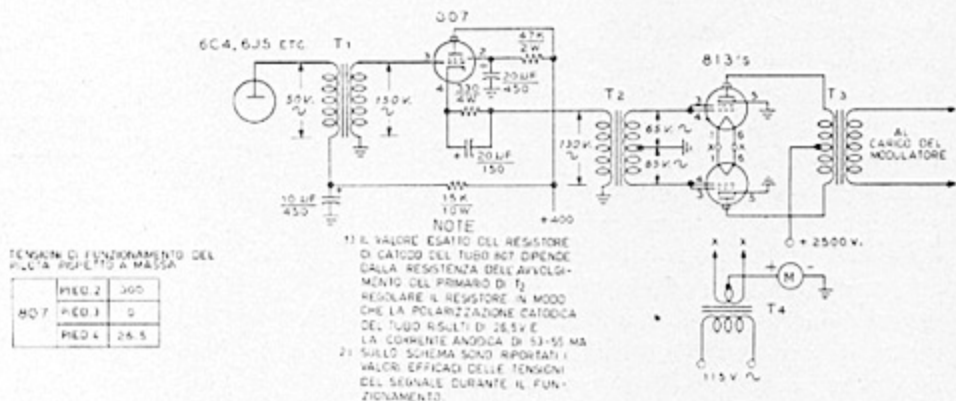
M - Milliampmetro a corrente continua da 500 mA fondo-scala.

di griglia, applicando il segnale di pilotaggio alle griglie dei tubi secondo il circuito illustrato in Fig. 19. In questo circuito possono essere usati tetrodi dei tipi 6AQ5, 6L6, 807, 803, 813.

Con il circuito della Fig. 19 non occorre alcun alimentatore che fornisca la tensione di polarizzazione negativa di griglia o la tensione di alimentazione della griglia schermo.

La potenza di pilotaggio per questo tipo di circuito è bassa e i tubi danno un eccellente rendimento anodico.

Nei tubi di potenza ridotta so-



T₁ - Trasformatore intervalvolare rapporto 1:3 (Stan-
cor A-53).

T₂ - Trasformatore pilota per Classe B a varie impedenze. Rapporto 2:1 (Stancor A - 4761).

T_j - Trasformatore di modulazione da 500 W,
Impedenza primario 18 kΩ.

Impedenza secondario 6,25 k Ω (Chicago CMS - 3).
T₄ - Trasformatore di alimentazione per i filamenti.

Primario adatto alla tensione di rete disponibile.

Secondario: 10 V - 10 A (con presa centrale).

M - Milliamperemetro a corrente continua da 500 mA fondo-scala.

N.B. - Con una tensione di alimentazione anodica di 2000 V, questo modulatore fornisce una potenza di uscita di 350 W.

no necessari i resistori in serie alle griglie. Tali resistori servono a bilanciare la corrente che circola nelle griglie. Invece nei tubi di potenza maggiore, come i tubi 803 e 813, tali resistori non sono necessari.

Di grande interesse per i radio-dilettanti è il circuito di Fig. 20, nel quale sono usati tubi 803 come modulatori di forte potenza. Con questi tubi, montati in un circuito come quello di Fig. 20, si può ottenere una potenza di uscita di 500 W, senza alcun alimentatore per la griglia controllo o per la griglia schermo.

La potenza di pilotaggio per que-

sto tipo di modulatore è di 8 W.

A differenza dei tubi 813, l'uso dei tubi 803 è consigliabile per il loro basso costo (di qualche migliaio di lire) che compensa la maggiore potenza di pilotaggio necessaria per i tubi 803. Per pilotare lo stadio modulatore con tubi 803 è sufficiente uno stadio in controfase con tubi 6B4 funzionanti con autopolarizzazione catodica (Fig. 12).

La tensione per i soppressori dello stadio modulatore può venir fornita dall'alimentatore che fornisce la tensione anodica al preamplificatore e allo stadio pilota.

Nella Fig. 24 è riportato lo sche-

ma elettrico di un modulatore di forte potenza con tubi 813. Con questi tubi, alimentati a 2500 V di tensione anodica, è possibile ottenere una potenza ad audiofrequenza di 500 W.

La potenza di pilotaggio per tale stadio è di 5,5 W e può essere fornita da uno stadio pilota ad uscita catodica utilizzando un tubo 807 alimentato ad una tensione anodica di 400 V.

L'impedenza di carico da anodo ad anodo per due tubi 813 non è critica.

Il trasformatore di modulazione da 500 W prodotto dalla Chicago Transformer (modello CMS-3), che ha una impedenza al primario di 18.000 Ω , è stato usato con ottimi risultati, malgrado l'impedenza ottima di carico da anodo ad anodo per i tubi 813 sia di 20.000 Ω .