

Amplificatore ibrido per cuffie

Triodo – MOSFET a bassa tensione per un amplificatore in classe A per cuffie

di Daniele Cappa IW1AXR

Mettiamo le mani avanti, nulla di nuovo... un progetto piuttosto noto che deriva da una serie di progetti ad opera di Roger Gomez, pubblicato su diyaudio-project e disponibile montato dal solito produttore cinese.

Il proposito è una realizzazione "valvolare" senza gli impicci tipici dei circuiti a tubi.

Le premesse sono piuttosto buone, amplificatore in classe A, il che significa una banda passante che va ben oltre le possibilità di qualsiasi cuffia... e qualsiasi orecchio. Alimentazione a bassa tensione, 12,6V massimi.

Assenza del trasformatore di uscita.

Costo modesto, circa 10 euro, più il contenitore e la valvolina.

Il primo stadio impiega il tubo mentre il finale impiega un MOSFET, i due stadi sono accoppiati in continua, le uniche limitazioni alla banda passante sono dettate dai tre condensatori classici, ingresso, uscita e catodo.

Non è mia intenzione "rubare" il progetto a nessuno, lo schema elettrico deriva direttamente dall'autore originale.

Perché un ibrido? E perché un valvolare ibrido?

Per diletto, esclusivamente per diletto. Nessuna ragione pratica ci porta oggi a una scelta del genere. E' esclusivamente la voglia di vedere una valvola accesa, con quel suo piccolo e caldo fi-



Foto 1 - L'opera terminata

lamento arancione che brilla al buio. Per questo la medesima è posta all'esterno, in bella vista sulla parte superiore del piccolo contenitore, in piedi, orgogliosa come un soldatino di piombo. Finite le premesse veniamo a noi.

Lo schema elettrico

L'amplificatore fornisce pochi mW a fronte di un consumo di oltre 5W, la classe A è caratterizzata da un rendimento indegno con prestazioni eccellenti.

Abbiamo ovviamente due canali assolutamente identici, dunque ne prendiamo in considerazione uno solo.

Il primo stadio impiega la nostra valvolina, si tratta di un doppio triodo con due particolarità che

ne rendono difficile la sua sostituzione.

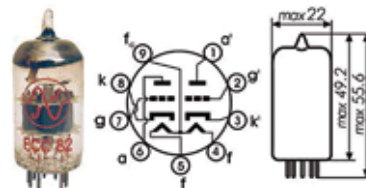
I due triodi hanno i filamenti con un capo in comune, ognuno richiede 6,3V con 150 mA. Il capo in comune ci permette di utilizzarli alimentandoli in serie, semplicemente lasciando scollegato il pin comune, in queste condizioni sono richiesti 12,6V e i citati 150 mA. Questa è la ragione per cui l'alimentazione deve essere limitata a questa tensione, se desideriamo aumentare, anche di poco, la tensione di alimentazione è indispensabile provvedere con una resistenza di caduta che riporti la

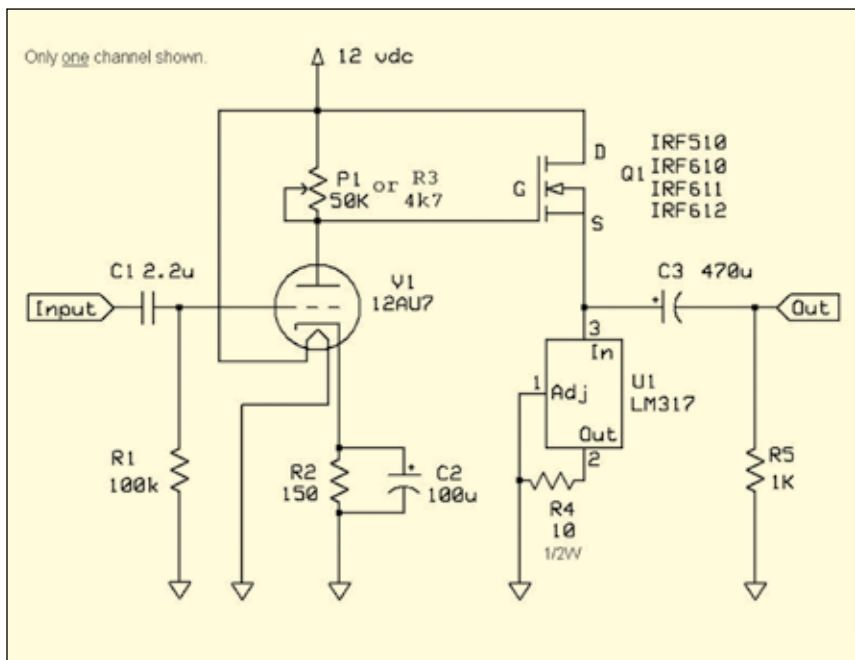
tensione disponibile ai filamenti entro il valore richiesto. Anche soli 14V possono ridurre considerevolmente la durata del filamento.

Il tubo impiegato è un ECC82, 12AU7 per la serie americana, E82CC per le siglature più recenti. Può essere reperita con altre sigle, dipendenti dal costruttore, 5184, CV4003, M8136, 6189 e 5963.

Il prezzo del nuovo varia da circa 5\$ della versione cinese fino ai

ECC82 12AU7





Schema elettrico

quasi 50\$ della Mullard selezionata, qui del tutto inutile. Anche in questo caso la rete può essere di aiuto per reperire valvola e zoccolo, che (se desideriamo montarla esterna) dovrà essere da pannello, provvisto di ghiera di fissaggio e rigorosamente in ceramica, anche l'occhio vuole la sua parte.

Il tubo funziona tipicamente con una tensione anodica intorno ai 100V, ed è uno dei pochi che inizia a funzionare, senza far cose strane, già a tensioni molto basse, dunque noi la alimenteremo direttamente a 12V. Siamo nella parte bassa delle sue caratteristiche, e la corrente assorbita in queste condizioni è ampiamente sotto il mA, mentre la resistenza di carico anodica è intorno ai 5 kohm

La resistenza di catodo fornisce una lieve polarizzazione dalla griglia, esattamente come farebbe utilizzando un FET. La griglia non assorbe corrente, dunque la resistenza da 100k verso massa la porta a livello di massa, solo per la polarizzazione in continua evidentemente, il segnale vede correttamente la resistenza da 100k verso massa... Dunque il catodo risulta lievemente positivo rispetto a massa, per effetto della resistenza da 150 ohm, e di con-

sequenza la griglia è un poco negativa rispetto al catodo.

La configurazione è "a catodo comune", possiamo considerarla equivalente all'emettitore comune di un transistor e al source comune di un FET. L'impedenza di ingresso è alta, paragonabile alla resistenza tra griglia e massa, l'amplificazione è modesta (data anche la bassa tensione anodica) ed è quantificabile in qualche dB. Il segnale di uscita è normalmente sfasato di 180° rispetto all'ingresso.

La resistenza anodica è rappresentata dal trimmer che regola la polarizzazione a riposo del MOSFET, quale è collegato a drain comune, ovvero l'uscita è prelevata dal source ottenendo un'amplificazione esclusivamente in corrente con una impedenza di uscita piuttosto bassa, tale da poter essere accoppiata direttamente con una cuffia standard da 32 ohm.

E qui viene la genialità dell'autore del progetto. Per mantenere stabile il punto di funzionamento del secondo e ultimo stadio ha utilizzato quale generatore di corrente costante un normale LM317 che, su una resistenza da 10 ohm (1/2 W) mantiene la corrente che scorre nel MOSFET stabile a 125 mA.

Ora, l'uso di un 317 in questa situazione è persino esagerato, ma è sicuramente il sistema più semplice per realizzare la cosa nel migliore dei modi.

Dato che il MOSFET è accoppiato alla valvolina in continua è necessario regolare il trimmer posto sull'anodo in modo che la tensione sul source del MOSFET (sul nodo tra il MOSFET, l'LM317 e il condensatore verso le cuffie) sia stabile a metà della tensione di alimentazione, dunque 6,3V. Questo è importante per consentire la massima simmetria della sinusoide in uscita, se questa non fosse ben regolata corriamo il rischio di avere una delle due semionde "clippata".

Il montaggio

Il progetto originale prevedeva uno stampato su cui trovano posto tutti i componenti.

La mia concezione di amplificatore valvolare implica che questo sia montato "in aria", dunque ho realizzato il tutto utilizzando quali supporti i pin dello zoccolo della valvola, una striscia di vetronite incollata al coperchio del contenitore su cui trovano posto i trimmer e fa capo l'alimentazione positiva, il tutto è visibile nella foto 2.

Il resto è supportato direttamente dai reofori dei MOSFET e degli stabilizzatori, che andranno montati sul pannello di metallo tramite i kit di isolamento per TO220.

In verità non devono dissipare molto (meno di un watt), ma avendo il contenitore a disposizione ho preferito montarli direttamente sul coperchio. Se decidiamo di utilizzare uno scatolino di legno, magari un coreografico ex contenitore di sigari, provvederemo in merito con quattro piccoli radiatori adatti al TO220 e isolati tra loro

Come ogni amplificatore che si rispetti anche questo è sprovvisto del controllo di volume, che deve evidentemente trovarsi sul pre-amplificatore. Più probabilmente il tutto sarà utilizzato in unione ad un lettore, oppure... ad uno



Foto 2 - Il montaggio dell'amplificatore

smartphone, che non avranno alcun problema pilotare il nostro amplificatore ibrido.

Dopo la taratura diamo fuoco alle polveri. Diamo tensione, attiviamo la fonte audio in ingresso e infiliamo le cuffiette del jack (prudenza vuole che si utilizzino cuffie economiche... non certo il modello blasonato da 100 euro). Dopo una trentina di secondi la valvola si sarà scaldata e il tutto inizierà a funzionare.

Una particolare cura andrà posta nella scelta dell'alimentatore,

che oltre ad essere stabilizzato ai citati 12,6 V dovrà essere accuratamente filtrato. La valvola non perdona e un minimo ripple sull'alimentazione sarà riportato pari pari in uscita dove lo avvertiremo come un fastidioso ronzio. Come da previsioni il risultato è eccellente, non sono un audiofilo e dopo pochi giorni ho consegnato il tutto all'amico che lo aspettava da mesi. La parte estetica è adeguata all'oggetto e ora fa bella mostra di se accanto al lettore CD/DVD di casa (sua...).