

MODIFIERA PRIBOJ FÖR RÖRLJUD

Jag gjorde ett fynd i en speceriaffär. Bland bråten bakom disken såg jag en gammal rörhäck av märket Priboj-50, som jag lyckades köpa för 60 000 Rubel (ungefär 200 kr). Släpade hem den, plockade ur utgångstransformatorerna vilka jag anslöt till ett par triodkopplade EL34:or och konstaterade - "Inte alls illa". Och så föddes iden att göra något mer av Pribojen. Tack vare dess konstruktör, Volodja Starodubtsev, har den ett par utgångstransformatorer av mycket hög kvalitet.

Hur som helst erbjuds hemmapularen att plocka ihop en ny PRIBOJ 50 UM 204 S av delar från en gammal (inklusive utgångsrören), och därmed själva få möjlighet att själva skaffa argument i diskussionen om rörens eventuella förträfflighet över transistorerna.

Vad följer då för att modifiera bort transistorljudet? Jag räknar upp följande moment:

Kopplingskemat måste göras enklare (i alla stycken, inklusive antal komponenter och kablar).

Alla komponenter, inklusive motstånd, kondensatorer, kontakter kablar (och LÖDTENN!!) inbegripande också nätaggregatet, måste noggrant utväljas för att maximalt harmonisera med varandra för bra ljud.

Förstärkaren får inte vara motkopplad oavsett hur liten motkopplingen än kan tänkas vara.

Utgångsimpedansen skall vara aktiv och inte beroende på momentanvärdet av signalen och inte överstiga halva nominella högtalarimpedansen (detta kriterium uppfylls bara av en triodförstärkare som arbetar i klass A).

Varje kanal skall ha separat spänningsförsörjning som skall kunna ge drivspänning befriad från varje störning och brum. (detta är speciellt viktigt för just triodförstärkare jämfört med pentodsteg)

För inträdande i "tvåtaktsparadiset" måste vi göra en del offer.

När rören 6P3C triodkopplas och går i klass A förloras ungefär 3/4 av möjlig uteffekt. Därför, oavsett "softclipping" vid överstyrning, **GENOMFÖR INTE MODIFIERINGEN OM DINA HÖGTALARE HAR EN KÄNSLIGHET MINDRE ÄN 90dB/W/m!!!!**

Enligt läroboken har vi följande verkningsgrader för olika förstärkarkopplingar

Pentod klass B -78%

Triod klass B -35,3%

Triod klass A -25%

Tyvärr är de här värdena också teoretiska p.g.a. icke-ideala anodkaraktäristika. För Pribojens 6P3C-rör saknar vi kurvor när rören går som trioder. Därför kopplar vi snabbt upp ett rör för att få fram de erforderliga parametrarna. Vi har i åtanke att max anodförlust $P_{amax}=40W$ och max gallaerförspanning $U_{g2amax}=300V$.

Mellan anod och skärmgaller sätts ett motstånd på 1kohm. Att ta upp parametrarna tar ingen lång tid i anspråk. Vi söker just bara förhållandet I_a/U_a (anodström/gallerström) vid $U_{g1}=0$ (vid 0V gallerförspanning). Se fig 1. Vid större förändringar av anodströmmen verkar förhållandet linjärt med lutningen lika med rörets inre motstånd $R_i=(U_a/I_a)=200ohm$, och vid små förändringar olinjärt (vid $I_a < 0.05A$). Här ökar rörets inre motstånd och begränsar därmed drivförmågan. I grafen visas förhållandet mellan anodström och anodgaller (vid $U_{g1}=0V$) och begränsningarna; maximal anodförlust P_{amax} , anodgallerets maxspänning U_{g2max} och, punktmarkerat, minsta anodström I_{amin} . Återstår ett område i vilket vi vill att rören ska arbeta - triod och klass A. Om vi tillåter en aktiv anodlast (alltså en last bestående av höttalare, vars last transformerad via utgångstransformatorerna som anodlast, har en komplex impedans. Att betrakta den som aktiv kan vi bara i ett första antagande med optimal impedans $R_a=2i$ - kommer trioderna att avge sin största effekt, så vid förstärkning av en signal kommer lastlinjen (fig 1 igen) att ritas upp som en linje $-1/R_a$. I kan beräkna maxeffekten genom att ta hänsyn till begränsningslinjerna $U_{g1}=0$ (med koordinaterna $U_{amin}=120,5V$ och $i_{amax}=0,325A$) och $i_{amin}=0,05A$ samt $U_{amax}=299,5V$.

Vi förlägger arbetspunkten mitt på den användbara delen av linjen $-1/R_a$ med koordinaterna:

$$U_{a0} = (U_{\max} + U_{\min})/2 = 210V$$

$$I_{\max} = (i_{\max} + i_{\min})/2 = 0,186A$$

I en kaskadkoppling med utgångstransformator, med vilospänning U_{a0} , kan vi betrakta denna som en spänning avgiven av spänningsaggregatet med en viloström i_{a0} . För att få denna viloström, bestämdes biasspänningen på styrgallren experimentellt till $U_{g1} = -15V$. I en tvåtakts förstärkare kommer biasspänningen automatiskt att balanseras över det gemensamma katodmotståndet. Effektberäkningen görs efter en noggrann rekapitulation av elementär geometri (uteffekten är lika med ytan av endera skuggade trekanterna) och studier av fig 1:

$$P_{\text{utmax}} = (U_0 - U_n - (2i_{a0} - i_{\min})R_{i0})(i_{a0} - i_{\min}) = \\ = (210 - 23 - (0,375 - 0,05) \cdot 300) \cdot (0,186 - 0,05) = 12,2W$$

där $U_n = 23V$ (enl fig 1)

R_{i0} = inre impedansen enl tidigare.

I överensstämmelse med teorin, kan den beräknade effekten överföras till högtalarna om deras impedans R_n via transformatorerna kan omvandlas till rörens anodimpedans - $R_a = 1200\text{ohm}$. För detta måste omställningskoefficienten K_{tr} vara; för $R_n = 4\text{ohm}$:

$$K_{tr} = R_a / R_n = 1200/4 = 17,3$$

Och för $R_n = 8\text{ohm}$

$$K_{tr} = 1200/8 = 12,2$$

Lyckligtvis visar det sig att genom att kombinera lindningarna i utgångstransformatorn, kan vi erhålla omsättningar nära de vi sökte. Ansluter vi en 4ohms last till 8ohms uttaget har vi en omsättning på 1300. Helt nära det ideala. Och om vi ansluter en 8ohms last till 4ohms uttaget där vi parallellkopplat lindningarna erhåller vi en lika perfekt anpassning.

Efter dessa teoretiska utsvävningar kan vi helt enkelt starta modifieringen av vår förstärkare. Schemat som visas bygger på idéer från 40-50 talet, men uppfyller praktiskt alla föreställningar om rörens överlägsenhet över transistor.

Kort om schemat. De i figuren grova linjerna och komponenterna skall anslutas så nära varandra som möjligt, och de övriga helt efter schemat. kabeln mellan A och B, men även till utgångstransformatorerna skall vara utvalda m a p hög ljudkvalitet. Samma gäller även för C2, C3 och C4.

Även om utgångstransformatorn verkar helt symmetrisk kan den anslutas mellan rörens anoder och högtalaranslutningar på flera sätt. Med hänsyn tagen till rätt fas, kan olika inkopplingar provas och testa för bästa ljud.

För att förstärkaren skall få två skilda 225V nätaggregat, måste nättransformatorn göras om en del. Sålunda: sära 192V lindningarna (länkarna 1-4) och 115V-lindningarna (15-16). Lindningarna för bias (50V), primär (220V) samt glöd (6.3 resp 12.6V) skall inte röras. Vi har nu två lindningar med resp 96V resp 57.5V. På varje bobin lindas nu på 30 varv koppartråd (jag använde 0.8mm - gick åt ca 9m/bobin) vilket ger ytterligare 11.5V. Anslut de tre lindningarna (96V, 57.5V, 11.5V) på resp bobin - med rätt fas, för att på så vis få två 165V-spänningar. Dessa likriktas och filtreras, och erhåller då två 225V DC-spänningar.

(Ett tips är att utnyttja PSU-kortet och de likriktare som finns där, skära kopparbanor och dra nya ledningar. Biasspänningen används inte alls, men håll koll på glödspänningarna! Samma metod kan användas för att montera respektive förstärkarsteg. rensa korten försiktigt från komponenter och utnyttja det befintliga ledningsmönstret så långt som möjligt. Ö. A.)

När förstärkaren är färdig, gör så här: koppla in ett motstånd på högtalaranslutningen, och ställ förstärkaren bredvid en påslagen TV.

Om ljuset inte slocknar eller TV:n störs ut efter ett tryck på "ON", slappna av och verifiera att spänningarna inte skiljer mer än 5%. Mät upp data om ni så vill. Så har såg det ut för mig:

Frekvensomfång, 4ohm 6Hz - 40kHz

8ohm 15H- 45kHz

Put vid THD 10% 12W
Signal/Brus -95dBA
Känslighet 400mV
Ingångsimpedans 500kohm

Efter avslutade subjektiva mätningar kan vi nu lyssna. Men jag är försiktig med omdömen, eftersom jag inte vill dra på mig klander från läsarna, för att ha utlovat vägen till "tvåtakt-paradiset". Men jag hoppas att första intrycket ändå skall vara att basen blivit mer energifylld och bättre artikulerad, att människoröster blivit mer kroppsliga, naturliga samt en betydande breddad dynamik.

Det stora arbetet återstår dock efter tillslaget av förstärkaren. Svårast var nu att ernå tonal balans, vilket först efter omsorgsfullt trimmande och balanserande av de ingående komponenterna och kablarna. Utgångsrören och transformatorerna ger ändå en viss färgning av ljudet, speciellt i mellanregistret. Men ni ska ändå känna er tillfreds - förstärkarens alla fördelar överväga vida dess nackdelar.

Slutligen hoppas jag att hemmapularen inte ska räddas att moddningen är för svår. Med gott handlag med lödkolv och lite grundbildning - vilket Peter Kvartrup framgångsrikt visat - kommer allt att lyckas.

© A.M. Likhnitsky och Audio Magazin SPb, Ryssland