

Elektroncsöves fejhallgató-erősítő

Plachtovics György, gyorgy.plachtovics@mail.somos.hu

A hangtechnikában jártasak tudják, hogy az elektroncsöves végerősítő hangása eltér a félvezetős végerősítőtől – másként szól. Örök vitatéma, hogy melyik szól szebben, élethűbben. Fejhallgatóhoz is készíthető elektroncsöves végerősítő. Műszakilag két megoldás terjedt el.

Kimenőtranszformátor nélküli (OTL) erősítő, példa erre a „Hobby Elektronika Füzetek 2.”-ben található leírás (73. oldal). A lényege a következő. A minőségi fejhallgatók a következő impedanciákra készülnek: 60 Ω, 120 Ω és 600 Ω. Az illesztés elemi feltevése, hogy az erősítő kimeneti ellenállása hasonló legyen. Sajnos az elektroncsöves kapcsolásokkal ezt igen nehéz megoldani. A fent említett cikkben két nagyteljesítményű triódát kapcsolnak párhuzamosan, s ezt működtetik katódkövető-kapcsolásban. Ez a megoldás a 600 Ω-os fejhallgatónál működik. A 120 Ω-ost már „izzadva” hajtja meg, a 60 Ω-ost csak igen kis teljesítménnyel, nagy torzitással szólaltatja meg.

A második megoldás a kimenőtranszformátor alkalmazása, amelynél a menetszámokkal (leágazásokkal) könnyen illeszthető bármelyik impedanciájú fejhallgató, jó hatásfokkal. Megint képbe kerül a kimenő transzformátor. Folyamatosan (a kezdők) kérik,



hogy egyszerűbb kimenő transzformátort ismeressek. Ennek az ára a lényegesen rosszabb frekvenciamenet, a nagyobb torzítás lenne. Megnyugtatom olvasóimat az alábbi cikkben levő kimenőtranszformátor viszonylag egyszerű felépítésű. A fejhallgató-erősítő a HAM-bazárban is kapható ECL86, illetve PCL86 típusú elektroncsőre épült. A két cső gyakorlatilag egyforma. Az

ECL86-os fűtőfeszültsége 6,3 V, míg a PCL86-os csőé 13,3 V. Novál cső, nagy erősítésű triódát és egy 9 W anóddisszipációjú végerősítő pentódát tartalmaz.

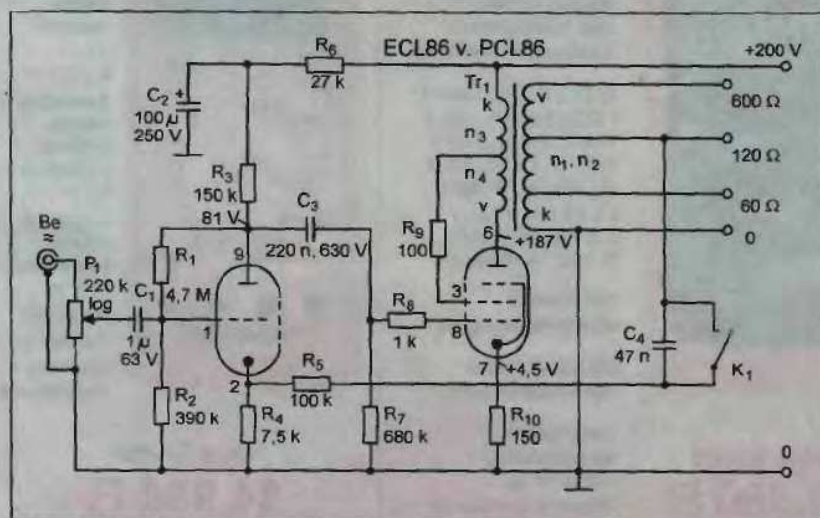
A fejhallgató-erősítő műszaki adatai:

- bemeneti érzékenység: 720 mV ($P_{ki} = 100$ mW),
- bemeneti impedancia: >390 kΩ,
- kimenőteljesítmény: 200 mW ($f = 1$ kHz, $k = 0,55\%$),
- névleges kimenőimpedancia vagylagosan: 60, 120 és 600 Ω.

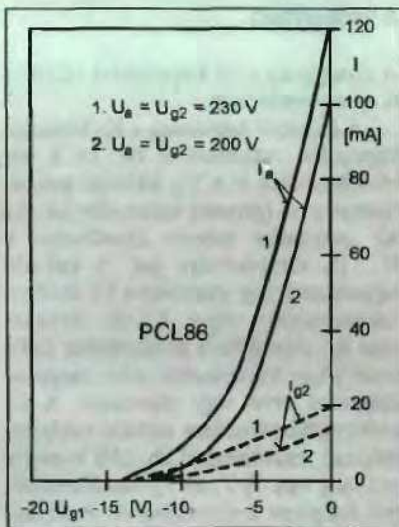
A készülék működése

A fejhallgató-erősítő működése az 1. ábra elvi kapcsolási rajza alapján jól követhető.

A hangfrekvenciás jel a P_1 potenciométer csúszkájáról a C_1 kondenzátoron át a trióda vezérlőrácsára jut. A P_1 potenciométerrel a hangerőt szabályozzuk. A kapcsolás több negatív visszacsatolást alkalmaz. Az R_1 ellenálláson át feszültség-visszacsatolás jön létre, mely csökkenti az erősítést, a torzítást, javítja a frekvenciamenetet. A trióda munkapontját az R_4 katódenállás állítja be. A felerősített hangfrekvenciás



1. ábra. A fejhallgató-erősítő kapcsolási rajza



2. ábra. A PCL86 (pentódarész) rácseleőfeszültség-anódáram (segéd-rácsáram) karakterisztikája

jel a trióda anódjáról a C_3 csatolókon-denzátoron keresztül a végpentóda vezérlőrácsára kerül. A vezérlőráccsal soros R_8 ellenállás a szerelési, valamint az elektronsó bemeneti kapacitásával integráló-tagot képez. Ez magakadályozza, hogy nagyfrekvenciás vadrezgések jöjjenek létre. A végerősítő munkapontját, rácseleőfeszültségét az R_{10} katódeellenállás állítja be. A mintapéldányban 200 V-os tápfeszültségnél 4,5 V-ot mértem az R_{10} sarkain. Ez 30 mA katódáramnak felel meg. A segéd-rácsáram kb. 2 mA, az anódáram tehát 28 mA. A 2. ábrán a PCL86-os végerősítő pentódarész rácseleőfeszültség-anódáram (segéd-rácsáram) karakterisztikája látható 200 és 230 V-os feszültségnél.

A végpentóda ultralinear kapcsolásban üzemel. Mint tudjuk, végerősítőnek a trióda felel meg a legjobban. Karakterisztikája kisebb görbületet mutat, a görbe gyakorlatilag másodfokú, tehát a trióda második harmonikus termel. A trióda belsőellenállása az optimális illesztőellenállásnál kisebb, így csillapítási tényezője 1-nél nagyobb. A triódás végerősítő hatásfoka alacsony (kb. 25...30%) erősítése kicsi, ezért a rácsra nagy vezérlőfeszültség szükséges.

A pentóda karakterisztikája magasabb görbületségű, így igen sok páratlan harmonikus is létrehoz. A pentódás végerősítő csillapítási tényezője 1-nél kisebb. A pentóda áramgenerátornak, míg a trióda inkább feszültség generátornak tekinthető. A pentóda hatásfoka,

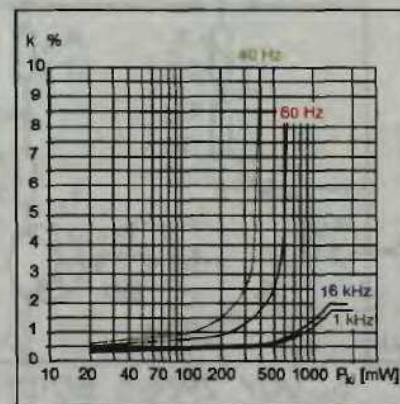
erősítése a triódáénál lényegesen nagyobb. Ez egyszerűbb (kisebb) tápegységet és kevesebb fokozatú meghajtó áramkört igényel.

Az ultralinear kapcsolásban a két végerősítő előnyös tulajdonságait próbáljuk összehozni. Az ellenszatlást úgy érjük el, hogy a végerősítő cső segéd-rácsát a kimenő transzformátor primer tekercsének leágazására kötjük. Az anód váltakozó feszültség egy részét tehát visszavezetjük a segéd-rácsra (a g2-re). Amikor a segéd-rácsot a tápfeszültségre kötjük, a $U_{g2} = 0$, vagyis nem kerül váltakozó feszültség a segéd-rácsra. Ekkor a csatolási tényező az $x = 0$.

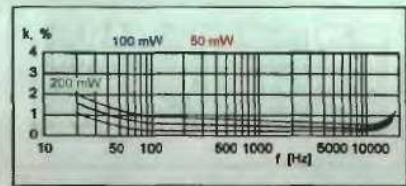
Mínél közelebb kapcsoljuk a segéd-rácsot az anódhoz, annál nagyobb x értéke. Az $x = 100\%$ érték akkor van, amikor a g2 az anódra van kapcsolva. Ilyenkor a pentóda trióda kapcsolásban erősít.

Az ezzel foglalkozó műszaki irodalom az x értékét csőtípustól függően 20...30% közöttinek javasolja. Ekkora ellenszatlásnál jelentősen csökken a torzítás, nő a csillapítási tényező. Ezekkel egyetemben csökken a hatásfok, a maximális kimenőteljesítmény. Fejhallgató-erősítőnél ez nem okoz gondot, hisz mindössze néhány száz milliwattot kell produkálnia az áramkörnek, tartalék tehát bőven van.

A végerősítő segéd-rácsa az R_9 ellenálláson át kapcsolódik a kimenő transzformátor $x = 30\%$ -os leágazásához. A segéd-rácsal soros ellenállás szerepét már többször leírtam. Ismételve röviden: a segéd-rács gerjedését akadályozza meg. Ennek hiánya esetén némely gerjedő áramkörben a segéd-rács felizzik. Érdekes módon ez a hangban nem mindig hallatszik. A segéd-rács



3. ábra. Az erősítő torzítása a teljesítmény függvényében különböző frekvenciákon



4. ábra. Az erősítő torzítása a frekvencia függvényében különböző kimenőteljesítményeknél

disszipációt viszont ebben az esetben túllépjük, mely az elektronsó idő előtti pusztulásához vezet.

A végpentóda anódkörében van a Tr_1 kimenőtranszformátor. Lényegét tekintve egy impedanciaváltó transzformátor. A végpentóda 5...6 k Ω -os impedanciáját illeszti a fejhallgatók 60, 120 vagy 600 Ω -os impedanciájához. Több 30 Ω -os fejhallgatót megvizsgáltam. A tetszetős megjelenés primitív hangsugárgót takar. A műanyag membrános fejhallgatók 100 Hz alatt alig szólnak. Az adatlapjukon a frekvencia-menet 20 Hz ... 20 kHz. A szintesés nincs megadva, ami a lényeg, jellemző, hogy még az ohmikus ellenállásuk között is eltérés van.

Ezeket vehetjük meg a tetszetős csomagolásban a marketekben, 250 és 500 Ft közötti akcióikban.

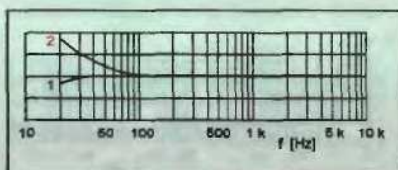
Néhány szó az erősítőben levő negatív visszacsatolásokról. Az átblokkolatlan R_{10} katódeellenállás sarkain negatív áram-visszacsatolás jön létre. További torzítás csökkentő hatása van (melyet az előzőekben leírtam) az ultralinear kapcsolásnak. A harmadik, a kimenő transzformátor szekunder tekercséről negatív visszacsatolást hozunk létre az R_5 ellenálláson át a trióda katódjába.

A negatív visszacsatolás mértéke -14 dB. A fejhallgató erősítő paraméterei jelentősen javulnak ezzel a negatív visszacsatolással.

Megmértem a végerősítő torzítását különböző frekvenciákon, a kimenőteljesítmény függvényében. A mérés eredménye a 3. ábrán szemléltethető meg. A torzítás a mélyhangoknál emelkedik jelentősen - ez az egyenáramú előmágnesezésből adódik. A vasmagkeresztmetszet növelésével a torzítás némileg csökkenthető.

Felvettem az erősítő torzítását a frekvencia függvényében 50, 100, és 200 mW teljesítménynél. A mérés eredménye a 4. ábrán látható.

Az osztott tekercselésnek, valamint a többszöri ellenszatlásnak köszönhe-



5. ábra. A frekvenciamenet jellege a K_1 kapcsoló zárt (1), illetve nyitott (2) állásánál

tően kiváló az erősítő frekvenciamenete. A névleges 100 mW kimenő teljesítménynél 20 Hz-es frekvencián a szintesés mindössze $-0,8$ dB. Szaporább frekvenciáknál (magas hangoknál) a -1 dB-es szintesés 60 kHz-nél van. Ezután a kimenőjel amplitúdója meredeken csökken.

A -3 dB-es szintesés a 80 kHz-es frekvencia közelében áll be. A kimenőjel hullámformája még itt is tökéletes szinusz. Ez a jó eredmény a következőkből adódik. A kimenőtranszformátor a kimenőteljesítményhez képest lényegesen nagyobb vasmag-keresztmetszetű (lásd: mélyhangátvitel). A jó magashangátvitel az osztott tekercse-

lésnek, valamint a többszörös ellencsatolásnak köszönhető. A K_1 kapcsoló zárt állapotában gyakorlatilag lineáris a frekvenciamenet. Amikor nyitjuk a K_1 kapcsolót, az R_5 ellenállással sorbakapcsolódik a C_4 kondenzátor. Ennek X_C -je frekvenciafüggő. A frekvencia csökkenésével kapacitív ellenállása egyre nagyobb lesz. Ez viszont csökkenti a visszacsatolás nagyságát. Az eredmény, hogy a mélyhangok felé csökken a negatív visszacsatolás, tehát növekszik az erősítés. Az eredmény egy mélyhangkiemelés.

A fejhallgató-erősítő frekvenciamenet-jellegét (vázlatosan) az 5. ábra mutatja: az 1-es görbe a K_1 kapcsoló zárt, míg a 2-es görbe a nyitott állására vonatkozik, egyaránt kb. 100 mW kimenőteljesítmény esetén. Az emelés 100 Hz-nél kezdődik, 20 Hz-nél 2,3-szeres feszültség jut a fejhallgatóra. Ez igen kellemes hangzást produkál, érdemes kipróbálni.

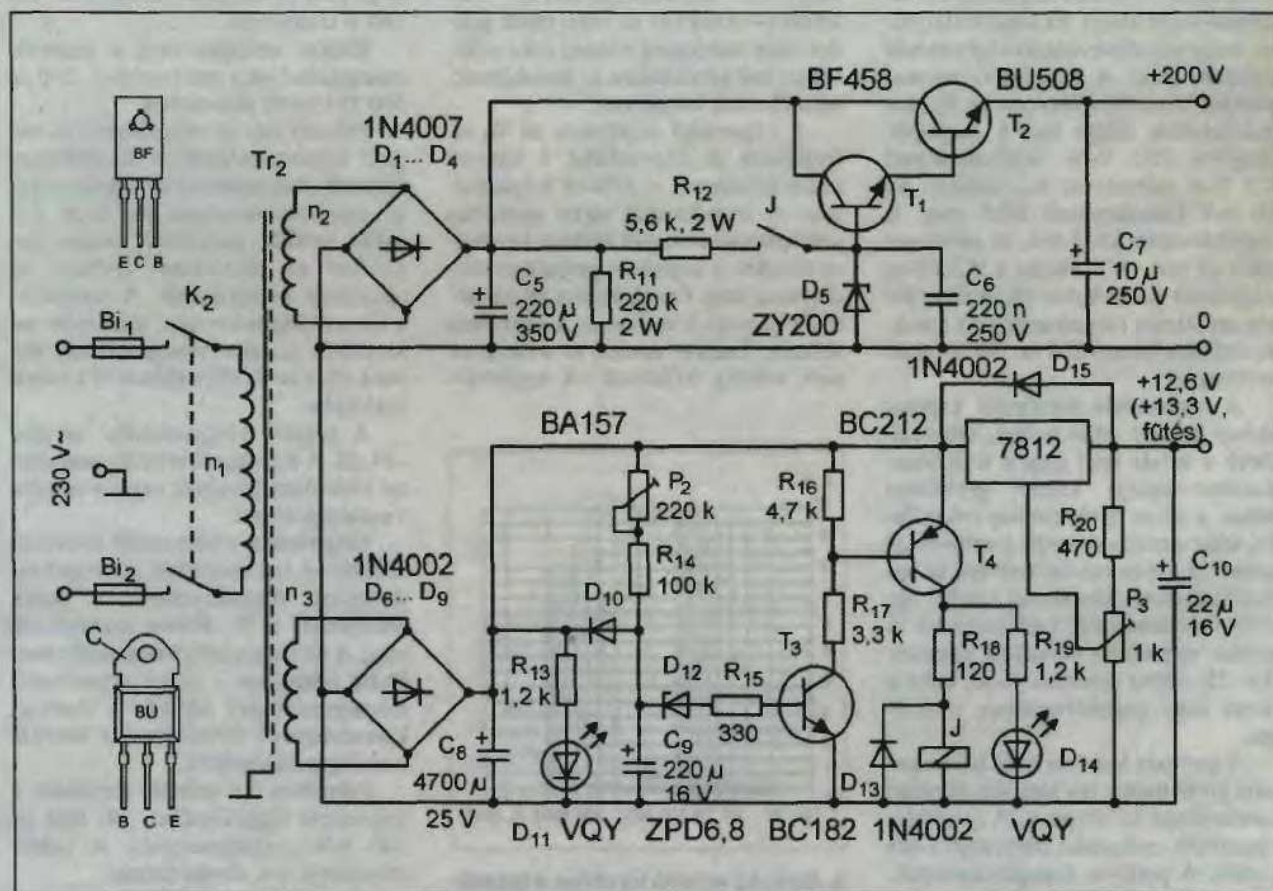
A fejhallgató-erősítőt úgy méreteztem, hogy akár 3 pár fejhallgatót is – kedvezően alacsony torzítás mellett – meghajthat.

A tápegység

A tápegység elvi kapcsolási rajzát a 6. ábra szemlélteti.

A hálózati feszültség a K_2 kétsarkú kapcsolón, valamint a Bi_1 és a Bi_2 olvadóbetéten át a Tr_2 hálózati transzformátor n1 (primer) tekercsére jut. Az n2 szekunder tekercs feszültsége a $D_1...D_4$ Graetz-hídra jut. A pulzáló egyenfeszültség simítását a C_5 elektrolitkondenzátor végzi. A vele párhuzamos R_{11} ellenállás a kondenzátor kisütését végzi kikapcsolás után, megakadályozva ezzel egy áramütést. A C_5 elektrolitkondenzátor sarkain névleges hálózati feszültségnél kb. 260 V-os feszültség van. A T_1 és T_2 tranzisztorokból felépített emitterkövetős stabilizátor ezt 200 V-ra redukálja. Az erősítő tápfeszültségét nem szükséges stabilizálni Alapfeltétel viszont az alacsony brumm. Igen jól szűrt egyenfeszültség szükséges a megfelelő jel/zaj viszony eléréséhez.

Két műszaki megoldás jöhet szóba: a klasszikus kondenzátor, fojtótekercs, kondenzátor az úgynevezett π -szűrős

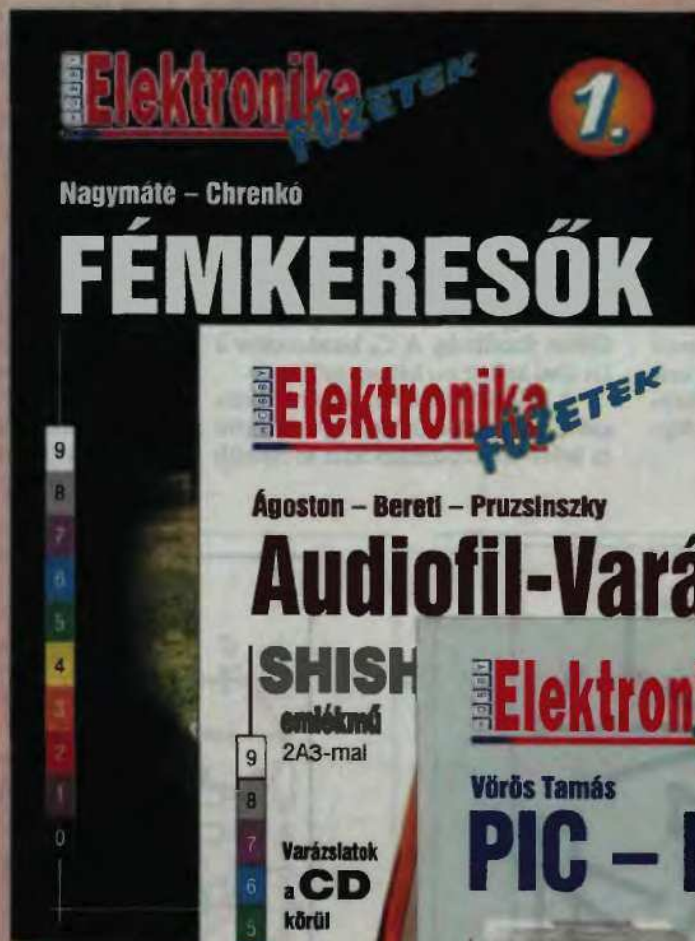


6. ábra. A tápegység kapcsolási rajza

MÁR

A HE-füzetek kizárólag csak a szerkesztőségénél kaphatók!

EGY-EGY SZÁM



Egy-egy szám ára: 2590 Ft.
Rendeljen, mert el fog fogyni!

A HAM-bazár nyitva H-P. 09-14 ó.,
Bp. XIII., Dagály u. 11. I. em.

Tel./fax: 239-4932, 239-4933 1374 Budapest, Pf. 603 hambazar@radiovilag.hu

(Postán is elküldjük, kb. 200 Ft postaköltséggel.)

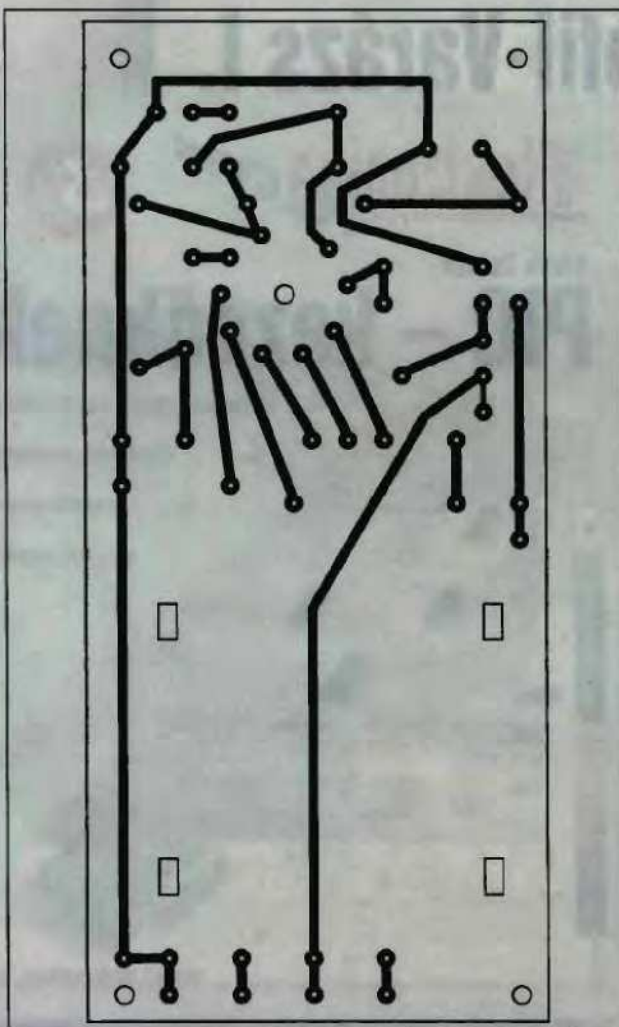
felépítés, vagy az általam alkalmazott emitterkövetős stabilizátor. A fojtótekerics elkészítése, beállítása (légrés) meglehetősen babszás. Az emitterkövetős stabilizátor hatásfoka rosszabb, de elkészítése egyszerűbb. Mitől kisebb a brumm?! Terhelésnél (bekapcsolt J relé) a C_5 elektrolitkondenzátor sarkain kb. 230 V-ot mérünk. Ha oszcilloszkóppal mérünk a C_5 sarkain, a következőt láthatjuk. A 210 V feletti DC-szintre a terheléstől függően a kétutas egyenirányításból adódóan 100 Hz-es fűrészfűrés hullámformájú jel szuperponálódik. A hálózati transzformátor belsőellenállásától függően egy meredek betöltés a C_5 kondenzátorba, és egy lassúbb kisütési görbe a terhelő áramtól függően. Ez a komponens okozza a kellemetlen morgást, amely a hangerőszabályozó potenciométer állásától függetlenül szól.

Amennyiben egy feszültségstabilizátorral „levágjuk” ezt a sávot, teljesen sima egyenfeszültséget kapunk. Az utóbbi megoldást választottam, mert így nem kell fojtótekericset készíteni. Az emitterkövetős stabilizátor kimenőfeszültségét a D_5 Z-dióda határozza meg. Ennek feszültségzórásától függ a kimenőfeszültség. Nagyságának nincs különösebb jelentősége, tekintettel az alacsony kimenőteljesítményre. A T_1 és T_2 tranzisztorokból felépített Darlington-fokozat akkor lép működésbe, amikor a J jelfogó meghúz. Ekkor az R_{12} ellenállásból áram folyik a T_1 bázisába, a Darlington-pár kinyit, a kimenetén megjelenik a D_5 Z-dióda által beállított feszültség. A C_6 kondenzátor a D_5 által keltett zaj hatását csökkenti.

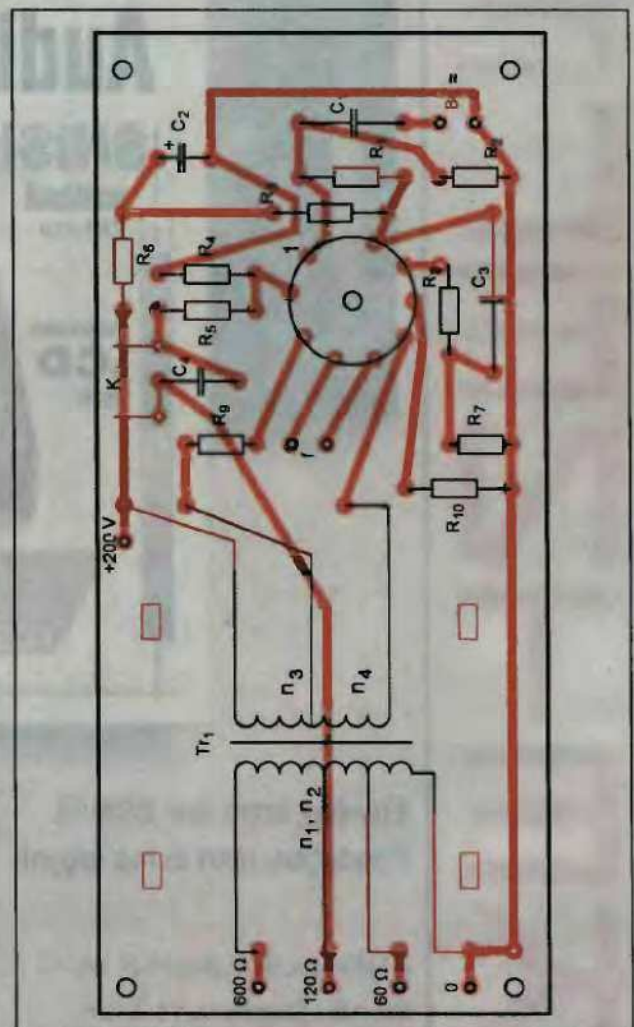
A hálózati transzformátor n3 tekercse a hozzákapcsolódó egyenirányító és szűrő alkatrészekkel adja az időzítő

(késleltető), valamint az elektroncsövek fűtőfeszültségét.

A komplementer időzítő működését előző cikkeimben már leírtam. A szükséges késleltetési időt a P_2 potenciométerrel állíthatjuk be. Mint azt már említettem, fejhallgató-erősítő ECL86 vagy PCL86-os csövel építhető meg. Az ECL86 névleges fűtőfeszültsége 6,3 V, a PCL86 csőé 13,3 V. A 7812 feszültségstabilizátor kimenőfeszültségét a P_3 potenciométerrel széles határok között szabályozhatjuk. Amennyiben a fejhallgató-erősítőt ECL86-tal építjük meg, a jobb és a bal csatorna csöveit (azok fűtőszálát) sorba kapcsoljuk. Az eredő feszültség 12,6 V. A P_3 potenciométerrel tehát ennyit állítunk be. A PCL86-os alkalmazásnál a kimenőfeszültséget 13,3 V-ra állítjuk, s a jobb és a bal csatorna fűtőszálát párhuzamosan kapcsoljuk. Amikor a K_2 hálózati kap-



7. ábra. Az erősítő fóliarajza



8. ábra. Az erősítő alkatrész-beültetési rajza

1. táblázat. Vasmag: EI54/18, A = 3,2 cm²

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n3	900	0,12 mm Mz	Három soronként 0,06 mm vastag transzformátorpapír-szigetelés.
	n4	1800		
Szekunder	n1	935, *415, *300	0,12 mm Mz	415 menedig Ø0,16 mm-es huzalal tekercselünk. A folytatása 935 menedig Ø0,12 mm-es huzalal. Két soronként 0,06 mm-es transzformátorpapír-szigetelés. A primer és a szekunder között három réteg 0,06 mm-es transzformátorpapír-szigetelés. * leágazás.
			0,16 mm Mz	
	n2	935, *415, *300	0,12 mm Mz	
			0,16 mm Mz	

2. táblázat. Vasmag: SM55 hiperszil szalagmag

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n3	630	0,14 mm Mz	Három soronként 0,06 mm vastag transzformátorpapír-szigetelés.
	n4	1260		
Szekunder	n1	660, *292, *211	0,18 mm Mz	Két soronként 0,06 mm-es transzformátorpapír-szigetelés. A primer és a szekunder között három réteg 0,06 mm-es transzformátorpapír-szigetelés. * leágazás
	n2	660, *292, *211		

csolót zárjuk, a D₁₁, majd a tápfeszültség megjelenésekor a D₁₄ LED gyújt be. Áramukat az R₁₃, ill. az R₁₉ ellenállás korlátozza.

A készülék megépítése

Az alkatrészek megvásárlásával, összegyűjtésével kezdjük a munkát.

Az erősítőben, tápegységben levő ellenállások 0,5...0,6 W-os fémréteg ellenállások. A nagyobb teljesítményűt jelöltem a kapcsolási rajzon. A kondenzátorok feszültségtűrését – ahol az szükséges – szintén megadom. A J jelző 12 V-os egy váltó (morze) érintkezőt tartalmaz. A mintapéldányba az OMRON által gyártott G5LE jelzésűt építettem be, a tekercsellenállása kb. 370 Ω. Bármilyen más 12 V-os jelfogót beépíthetünk, amely 300 V-ot kapcsolni tud. Az áram csekély (bázisáramot kapcsolunk), így nem kell robusztus, nagy felületű érintkező.

Az erősítő jobb és bal csatornáját egy-egy nyáklapra építettem. Ezeket helyeztem el a Tr₁ kimenőtranszformátort is az elektroncső mellett. A nyáklap panel fóliarajza a 7. ábrán, az alkatrész-beültetési rajza a 8. ábrán látható. A kimenőtranszformátor elkészítettem lemezel EI54-es vasmagra, valamint SM55 típ. hiperszil szalagmagra.

Az EI54-es vasmagot nagy mennyiségben gyártották. Erre készítették a fe-

kete-fehér televíziók hangkimenőtranszformátorait. A VIDEOTON rádiók kimenőtranszformátorai is erre a vasra készültek. Az EI54 vasmagra tekercselte kimenő adatait az 1. táblázat tartalmazza. A vasmagot egy oldalról helyezük a csévetestbe. Az E és az I lemezek közé 0,16 mm-es szigetelőanyagot (prespánpapír stb.) helyezünk, ez adja a légrést. A 2. táblázatban az SM55 típ. szalagmagos változat adatai vannak. A légrés itt is 0,16 mm-es prespán, amelyet a félbevágott szalagmagok közé helyezünk el.

A kimenőtranszformátor beméréséhez a 9. ábra nyújt segítséget. A szekunder tekercs 0 és 600 Ω-os kivezetésére 6 V, 50 Hz-es váltakozó feszültséget kapcsolunk. Amennyiben jól kötöttük össze az egyes kivezetéseket, valamint betartottuk a megadott menetszámokat, akkor az ábrán megadott feszültségeket kell mérnünk.

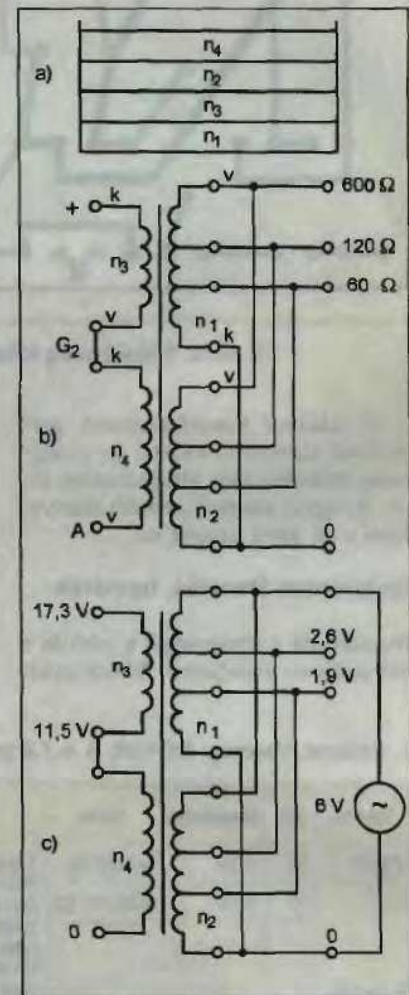
A tápegységpanel fóliarajzát a 10. ábra szemlélteti, az alkatrész-beültetési rajz a 11. ábrán látható.

A Tr₂ hálózati transzformátort három változatban is elkészítettem. A 3. táblázat EI84/28 típ. vashoz készült. A 4. táblázatban az M74/32, míg az 5. táblázatban SM74 típ. vasanyagú maghoz tartozó adatok szerepelnek. (Az utóbbi kettő táblázatra értelemszerűen vonatkoznak a 3. táblázat „Megjegyzés” rovatában közöltek.) A három

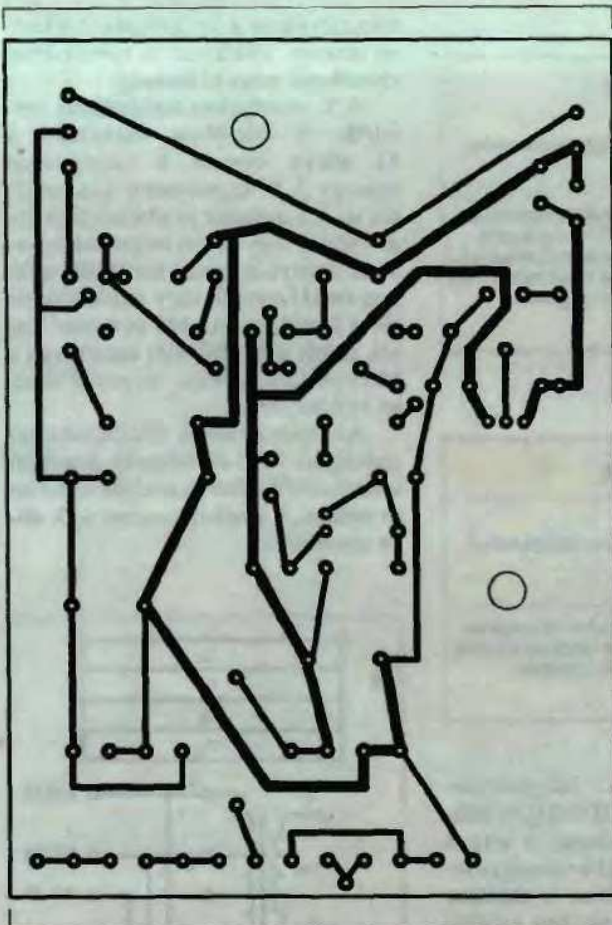
transzformátor a szolgáltatásait tekintve azonos, mindössze a méreteikben mutatkozik némi különbség.

A T₂ tranzisztort hűtőfelületre szereljük. A hűtőidom vázlatrajza a 12. ábrán szerepel. E tranzisztoron mintegy 3 W teljesítmény disszipálódik el. A tranzisztor és a hűtőfelület közé csillám vagy teflon szigetelőt helyezünk, amelynek mind a két oldalát szilikon-fettel (zsírral), vagy szilikon pasztával kenjük be. Az M3-as csavar feje alá, amely a T₂ (BU508) tranzisztort a hűtőbordához szorítja, szigetelő alátétet kell helyezni.

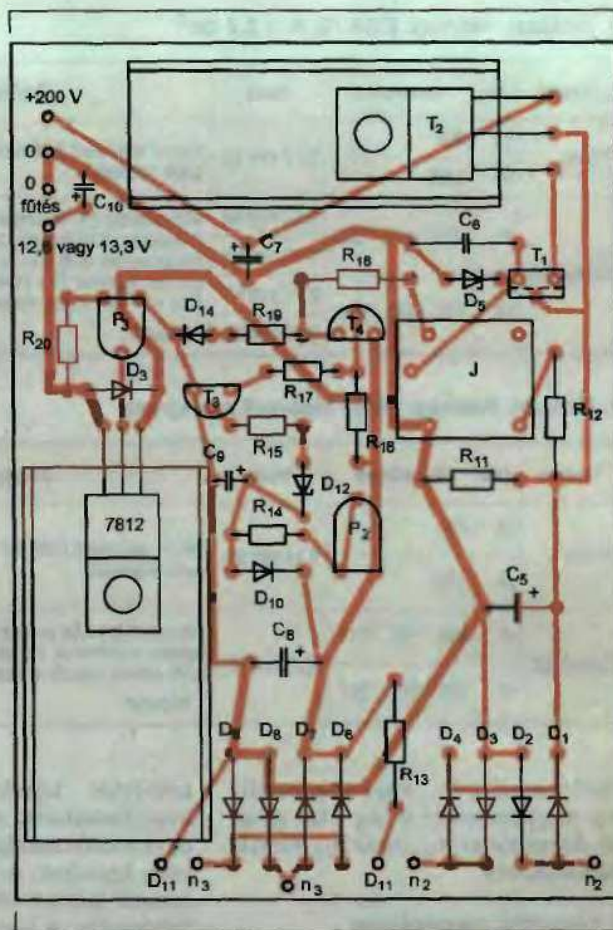
Az elektroncsövek fűtőfeszültségét stabilizáló 7812-es integrált áramkört szintén hűtőfelületre szereljük a fent leírt módon. A hűtőlemez rajzát a 13. ábra szemlélteti.



9. ábra. A kimenőtranszformátor tekercselési sorrendje (a), tekercselnek bekötése (b) s a mérhető feszültségek (c)



10. ábra. A tápegység fóliarajza



11. ábra. A tápegység alkatrész-beültetési rajza

A hálózati transzformátorok gerjesztését alacsonyra vettem, így a mágneses szórásuk még elfogadhatóan kicsi. Az egyes panelok javasolt elhelyezését a 14. ábra mutatja be.

Elektromos élesztés, bemérés

Összekötjük a tápegységet a jobb és a bal csatorna paneljaival. Ehhez nyújt

segítséget a 15. ábra. Lecsavarjuk a P_1 potenciómétert. A jobb és bal csatorna csövei nincsenek bedugva. Zárjuk a K_2 hálózati kapcsolót. A D_{11} LED rögtön, a D_{14} -es a J jelfogó meghúzásával egyszerre gyújt be.

A P_2 potencióméterrel 20...25 s késleltetési időt állítunk be. Feszültséget mérünk a C_{10} elektrolitkondenzátor sarkain. Csőtípustól függően beállítjuk

a 12,6 vagy a 13,3 V-ot a P_3 potencióméterrel.

A C_5 elektrolitkondenzátoron névleges hálózati feszültségnél 260 V-ot mérünk. A megengedett eltérés ± 15 V.

3. táblázat. Vasmag: EI84/28, $A = 7,8 \text{ cm}^2$

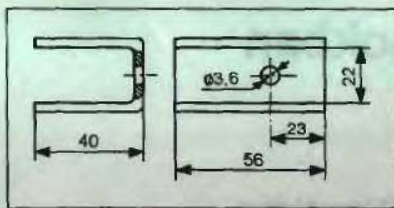
Tekeracs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n1	1440	0,3 mm Mz	A primer tekeracsnél két soronként 0,06 mm-es transzformátor papír szigetelés. A primer és a szekunder tekercek közé ámyékolást helyezünk. Három sor 0,06 mm-es transzformátorpapír, majd az ámyékolás, amely rézfólia (végei nem érhetnek össze!) vagy 0,2 mm-es Mz huzalból egy sor, melynek egyik végét kivezetjük. Ezután két réteg 0,06 mm-es transzformátor papír, majd az n2 tekeracs következik. Az n2 tekeracs sorai között egy réteg 0,06 mm-es transzformátor papír szigetelés. Az n2 és n3 tekeracs között két réteg 0,06 mm-es transzformátor papír szigetelés szükséges. A sorok között 0,06 mm-es transzformátor papír szigetelést alkalmazunk.
	n2	1240	0,22 mm Mz	
Szekunder	n3	94	0,6 mm Mz	

4. táblázat. Vasmag: M74/32, $A = 7,4 \text{ cm}^2$

Tekeracs	Jele	Menetszám	Huzal
Primer	n1	1550	0,3 mm Mz
Szekunder	n2	1340	0,22 mm Mz
	n3	102	0,6 mm Mz

5. táblázat. Vasmag: SM74 hiperszil szalagmag

Tekeracs	Jele	Menetszám	Huzal
Primer	n1	1010	0,3 mm Mz
Szekunder	n2	865	0,22 mm Mz
	n3	66	0,6 mm Mz

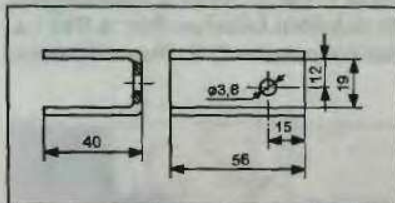


12. ábra. A T₂ hűtője

A kimeneten (C₇ elektrolitkondenzátor) a D₅ Z-dióda példányától függően 188...212 V-os feszültséget mérhetünk. Lehetőleg célozzuk meg a 200 V-ot. Ha alacsony a kimenőfeszültség, akkor kössünk sorba polaritáshelyesen még egy Z-diódát.

Kapcsoljuk ki a tápegységet. Dugjuk be a jobb és bal csatorna paneljaiba a csöveket. Zárjuk a K₂ kapcsolót. DC-műszerrel (csővoltmérő, digitmultiméter stb.), melynek bemeneti ellenállása 10 MΩ, vagy ennél nagyobb, feszültséget mérünk a trióda anódja (9-es láb) és a föld között. A névleges feszültség +81 V. Az elektroncsövek meredekségének eltéréseit figyelembe véve a megengedett eltérés ±10 V. A végerősítő R₁₀ jelű katódellenállásán 4,5 V-ot mérünk, az eltérés ±0,5 V lehet. A végpentóda anódfeszültsége (6-os láb) 187 V ± 4 V. A kimenőtranszformátor ellenállásán, amely 460 Ω körüli érték, esik ez a feszültség.

A 2. táblázat szerinti, tehát az SM55 típusú vasagra elkészített kimenőtranszformátor primer tekercse a kisebb méretszám és nagyobb ablaknyílás miatt vastagabb huzalból készült, így az ellenállása kisebb. Ennél a változatnál az anódfeszültség néhány voltal magasabb. Durva eltérésnél (ez vonatkozik a

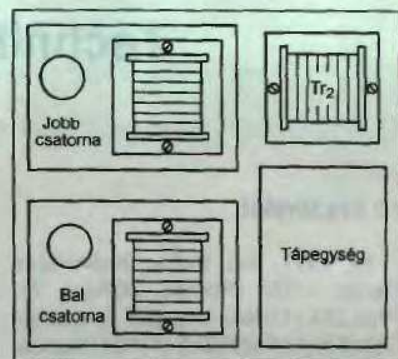


13. ábra. A 7812 hűtője

triódára is) kicseréljük az elektroncsövet.

Ezeket az elektroncsöveket nagy darabszámban használták rádió- és televíziókészülékek végerősítőinek. A fejhallgatóerősítőbe új csöveket építünk be. Az ismerősöktől kaptam „alig használtam”, valamint a „bolhapiac”-ról vásárolt elektroncsövek túlnyomó része előregedett. Ahogy ezt mondják, „a legszebb éveit nem nekünk adta”. Célom a HIFI-minőség elérése volt, olcsó hangfrekvenciás csövekkel. Ezért fűtöm egyenárammal a csöveket, valamint ezért stabilizálom a tápfeszültséget. Amennyiben lepusztult, beégett csöveket helyezünk az erősítőbe, a kapott hangminőség csatlódást okoz. A helytelen kapcsolástechnikában (rögtön megjelenő anódfeszültség, nagyobb vagy netán kisebb fűtőáram) megöregedett csövek meredeksége lecsökken, rendszerint gázosak. Ez a hiba a rossz gyártástechnológia vagy a túldisszipálás eredménye. Lényege, hogy nem tökéletes a vákuum a cső belsőjében.

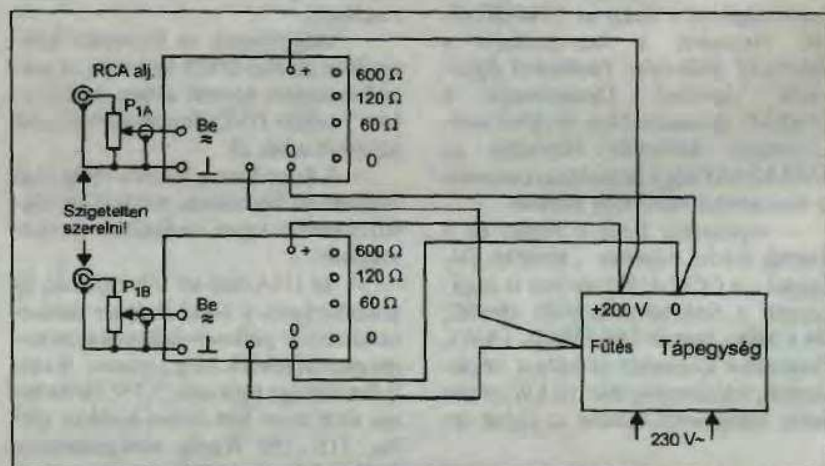
Ha feszültséget mérünk (DC) nagy belsőellenállású műszerrel (ez a katódellenállásos előfeszültség-beállításra vonatkozik), a vezérlőrács és a föld között, a bekapcsolást követő néhány perc után emelkedő pozitív feszültség jele-



14. ábra. A panelok javasolt elhelyezése

nik meg. Ezzel együtt nő az anódáram is. Az automata rácselőfeszültség beállítás valamennyit kompenzál. A katódellenálláson is egyre nagyobb feszültség esik, amely a fent leírt jelenség ellen dolgozik. A gyakorlat azt mutatja, hogy néhány perc eltelte után az ilyen „gázos” csövek megszaladnak, az anódáramuk megnövekszik, már kis hangeregnél is jelentősen torzítanak. Az emisszióvesztett csövek erősítése kisebb, torzításuk nagyobb.

Tanulság: az erősítőben csak új elektroncsöveket használjunk. A HAM-bazárban kedvező áron kapható mind a két típus.



15. ábra. A panelok összehuzalozási vázlatja

HIFIMIX

@ online műszaki áruház

TERMÉKEK

ALKATRÉSZEK

www.hifimix.hu
info@hifimix.hu