

JOHN LINSLEY HOOD „A” OSZTÁLYÚ VÉGFOKOZAT

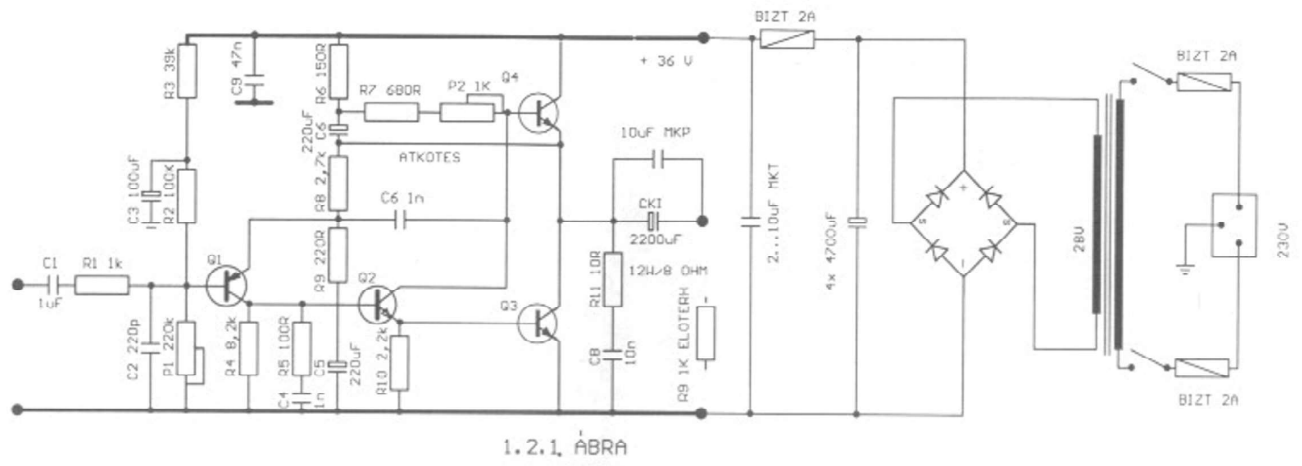
A világhírű angol konstruktőr saját használatára tervezte ezt az igen egyszerű együtemű, „A” osztályú végfokozatot. Mint a „CSÖVES ÉS TRANZISZTOROS HANGERŐSÍTŐK” című könyvében leírja, azért, hogy bebizonyítsa, a csöves erősítők hangzásvilágát, felbontóképességét tranzisztorokkal is meg lehet valósítani. A kapcsolást az egész világon sokan utánépítették és igen kedvező tapasztalatokat szereztek ezzel az egyszerű kis végfokozattal (néhányan hazánkban is, lásd: Sípos Gyula: Hi-Fi erősítők építése c. könyve 138. oldal.)

Az erősítő transzparens középhangjai, telt zenei hangzása gyorsan meggyőzi a kételkedőket a kapcsolat, és a megépített erősítő, audiófil kvalitásairól.

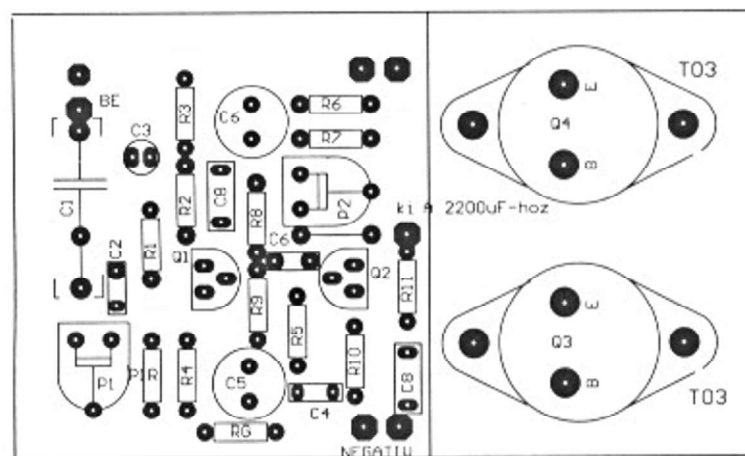
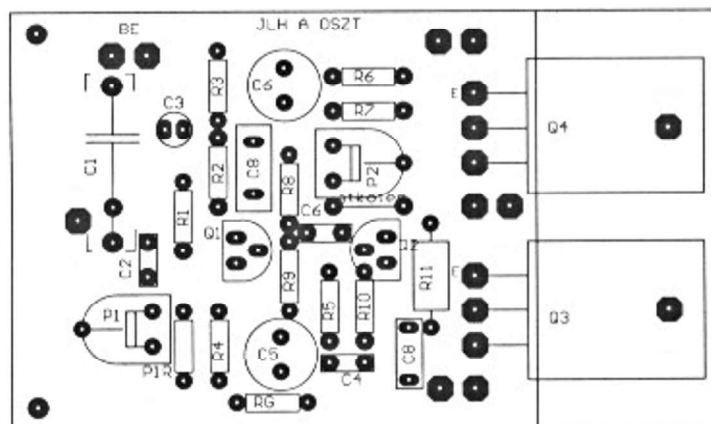
Arról, hogy ez az erősítő valóban kiüti-e a nyeregből a hasonló teljesítményű single-ended csöves erősítőket, még folyik a vita. Megépítési költsége viszont a töredéke a hasonló csöveseknek. Fontos felhívunk a figyelmet arra, hogy a végfokozat „A” osztályú beállítása miatt nemcsak meleg zeneiségével, hanem tényleges hőtermelő képességével is számolnunk kell. Azok számára, akik a kapcsolat megépítésére szánják el magukat, javasoljuk a J. L. Hood könyvének megszerzését és alapos áttanulmányozását.

Az erősítő kapcsolási rajza az 1. 2. 1. ábrán, a nyákterv az 1. 2. 2. ábrán, míg a beültetési rajz az 1. 2. 3. ábrán, a fóliaterv pausza az 1.2.4 ábrán látható.

Az itt szereplő változatban az R1-C1 RC tag egy felülvágó szűrő, az eredeti kapcsolatban nem szerepel ugyan, de J. L. Hood ajánlására kerül beépítésre. Ez a tag, a 20 kHz feletti jelek, bejutását akadályozza meg anélkül, hogy magának az erősítőnek a „gyorsaságát” csökkentené. Ezek az elemek el is hagyhatók, mindenesetre érdemes velük kísérletezni. A panelterven szerepelnek. Az első tranzisztor munkapontját a P1, R2, R3 ellenállások állítják be, ide érdemes jó minőségű fémréteg ellenállásokat beépíteni. A nyáklemezen a P1-gyel párhuzamosan egy fix ellenállásnak is helye van, így a P1-es trimer egy ellenállással is helyettesíthető. A mi javaslatunk egy 220k-s jó minőségű trimer, vele párhuzamosan egy 150k-s fix ellenállás. A



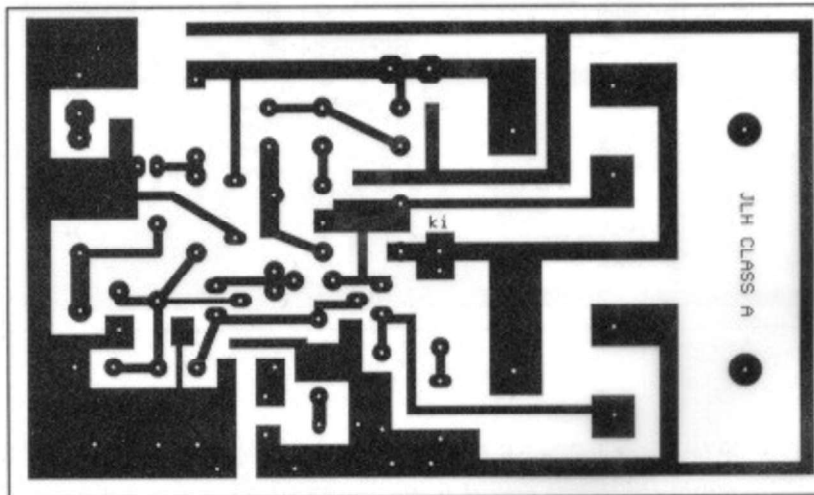
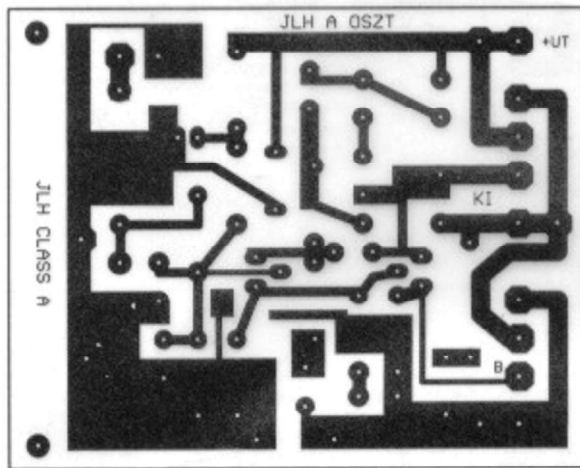
1.2.1. ÁBRÁ



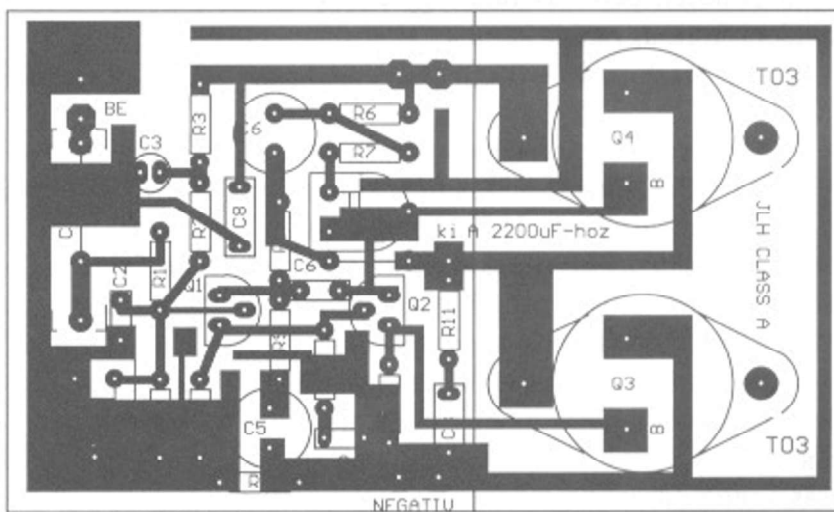
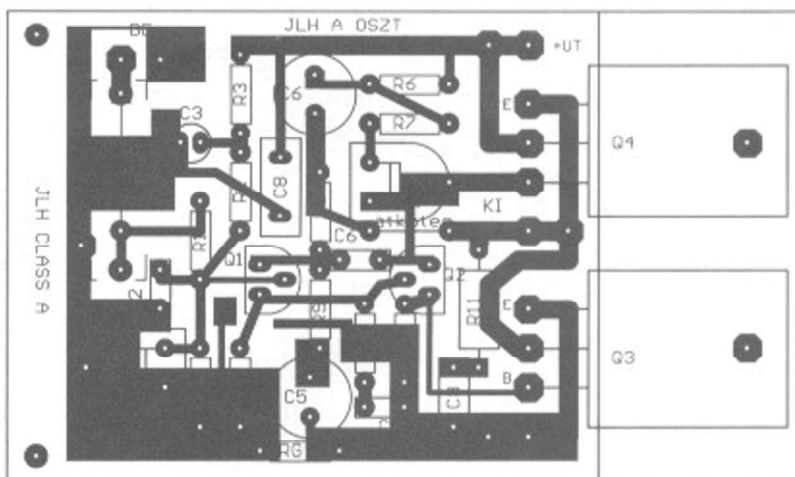
1.2.3. ÁBRA

P1-gyel a Q3/Q4-s tranzisztorok közös pontján (a csatoló kondi előtt) tápfesz közepet kell beállítani (helyes beállítás esetén a tápfeszültség felét tudjuk mérni) Jobb eredményt érünk el, ha állítgatás közben egy oszcilloszkópon a bemenetre adott 20 kHz-s szinus jel alakját figyeljük.

Természetesen még jobb eredményt érhetünk el, ha torzításmérőnk is van, és a torzításminimumra történik a beállítás. Szerencsénkre ez nagy valószínűséggel a kimenőpont fél tápfeszre való beállításánál következik be. A C1 –s csatoló kondenzátor MKP,



1.2.4. ÁBRA



1.2.2. ÁBRA

zöld színű, ERO gyártmányú. A Q1 tranzistor bármilyen kisjelű tranzistor lehet, de törekedjünk a minél nagyobb áramerősítési tényezőjű példány beépítésére. Mi a BC 556 –s B vagy C változatát ajánljuk, de kiválóan működik a BC 212C-vel is.

Az R5-C4 kompenzáló áramkör helye megtalálható a nyákon de mi nem építettük be. Meg kell hallgatni beépítve, kiserelve és a

meghallgatás után érdemes dönteni az alkalmazásáról. Ugyanezt tudjuk elmondani a C6-os kompenzáló tagról is. Ha beépítjük, mind a C4, mind a C6 keramikus típus legyen. Az azonos fázismenet és impulzusátvitel miatt (jó térhatás!) a két csatorna kondijait érdemes 5 %-ra összeválogatni.

A kondenzátoros kicsatolás mellett is szükség lehet a C8-R11 –s RC komplexumra, különösen akkor, ha az alkalmazott hangfalaink hangváltói jelentős számban tartalmaznak LC elemeket, (de esetleg el is hagyható).

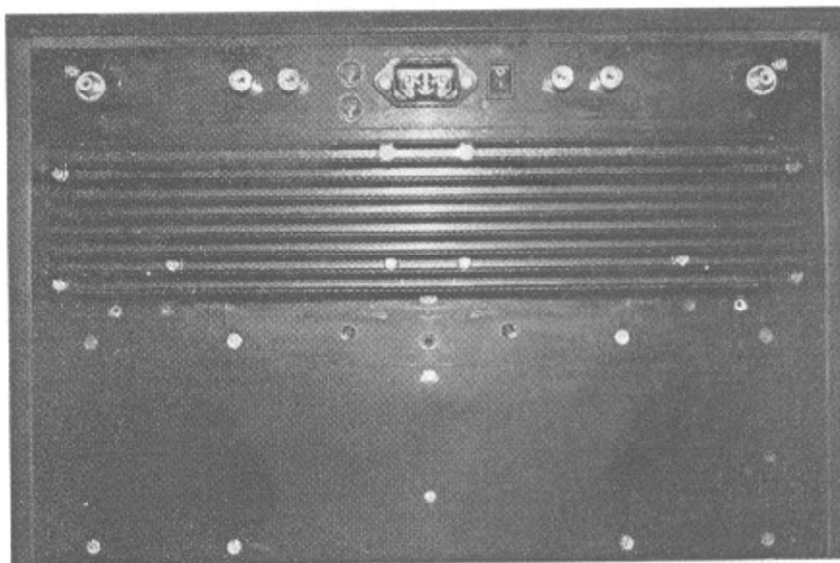
A csatoló kondenzátor 2200 uF-s ROE típusú (feszültsége az alkalmazott tápfesztlől függően 40, vagy 63 voltos). Kísérleteztünk nagyobb értékekkel is, de lényeges javulást nem tapasztaltunk. Ez a kondi nincs rajta az alap nyákon, így szabadon lehet vele kísérletezni. A magas hangok meghálálják, ha a kicsatoló kondival párhuzamosan beferrasztunk egy 2-10 uF-s MKP, vagy MKT kondenzátort, ugyanide kerül az 1k-s előterhelő ellenállás is.

A Q2 tranzisztor (40 voltig) 2N2219A, nagyobb feszültségnél BC141 esetleg BF259 lehet. Hűteni nem kell.

A Q3, Q4-s tranzisztoroknál fontos szempont, hogy az „A” osztályú beállítás miatt állandóan 1 amper körüli árammal működnek. Elvileg ide megfelelne a jó öreg robusztus 2N3055 is, de célszerű ennél gyorsabb tranzisztorokat alkalmazni. A mi erősítőnkben BD 245 –s tranzisztorok zenélnek 1, 2 amperes beállításban, 36 voltos tápfeszültség mellett (legszebben BDY73-as tranzisztorokkal szólt). A végtranzisztorok áramát a P2-s trimmer potival elég széles határok között tudjuk állítani. 3 ampernél még szebben szól, de az ekkor keletkezett hő eldisszipálása már komoly gondokat jelent, csak ventilátoros megoldás jöhet szóba.

A tápfeszültséggel elmehetünk akár 60 voltig is, természetesen ekkor már 20 watt körüli kimenő teljesítményre számíthatunk. Mi a 40 volt körüli maximumot javasoljuk, 1-1,5 amper közötti áram beállításával. A végtranzisztorokat nem kell párbaválogatni.

A Q4-s tranzisztornak nagyobb bétájúnak kell lenni, mint a Q3-nak. Mint minden hasonlóan egyszerű kapcsolású erősítőre is, erre az erősítőre is igaz, hogy az alkalmazott tranzisztorok meghatározzák a hangzás karakterét, és ezzel a kijelentésünkkel nem elsősorban a mérhető paraméterekre gondoltunk.

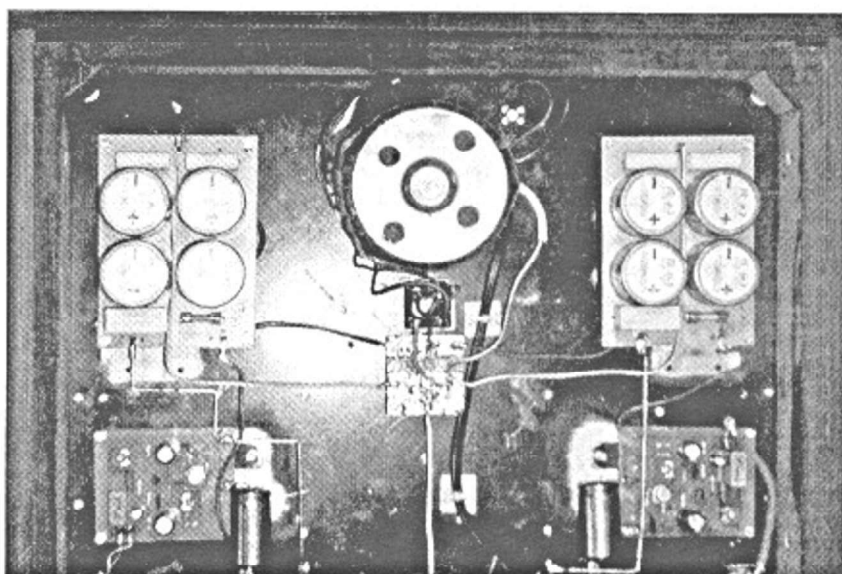


18. kép. Az erősítő fényképe felülről

A MEGVALÓSÍTÁS

Az általunk megépített első példányt nem tudjuk bemutatni, mert miután megépítettük, az egyik kedves ismerősünket megkértük, hogy vigye haza és hallgassa meg. Ő hóna alá csapta és hazavitte. Azóta nem hajlandó visszahozni. Abban a változatban BDY 73-as végtranzisztorok voltak. Ez a TO3-as tokozású tranzisztor, hasonló tulajdonságokkal bír, mint a TUNGSRAM gyártmányú 2N3055. Ilyen nagy áramú beállításban a robusztus kivitelű TO3-as tokozású tranzisztorok jobban szerepelnek, bár a szerelésük macerásabb.

A fényképen szereplő, második példányban DB245C jelű tranzisztor van. Ezt a tranzisztort gyártják TO 218 (SOT93), vagy ITO 218-as tokozással is, a lényeg az, hogy könnyen szerelhetőek, az ITO218-nál még szigetelő gyűrű sem kell a felfogó csavar alá. A másik nagy előnye, hogy közvetlenül a nyáklemezbe forrasztható. Azoknak, akik a jobb hangminőség érdekében nem sajnálják a fáradságot, – a felsorolt előnyök ellenére is- inkább a BDY73-as, vagy a 2N3055 tranzisztorokat ajánljuk, törekedve a minél rövidebb bekötővezeték alkalmazására.

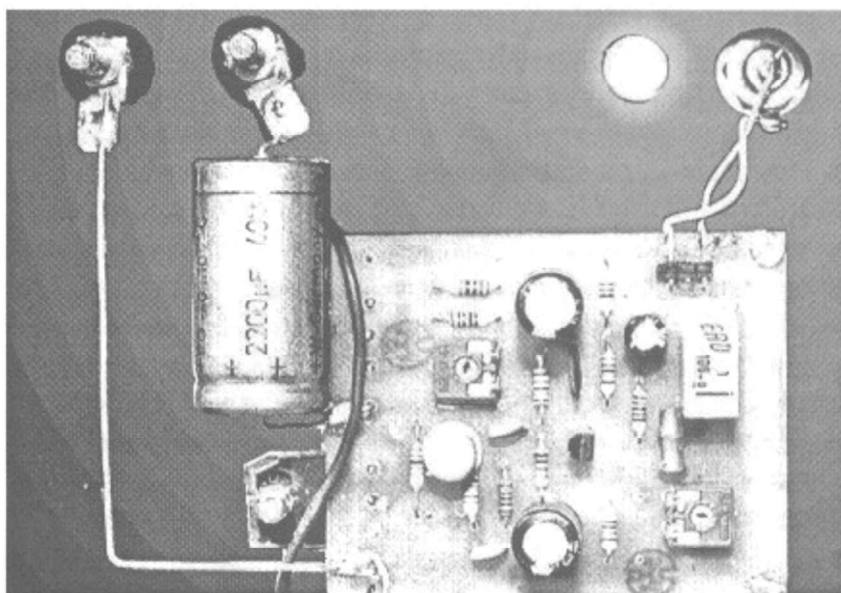


19. kép. Az erősítő belső elrendezése

Az elrendezés jól látható a fényképeken. Aki nem akar kockáztatni, az kövesse a látható elrendezési alapelvet. Az erősítő kapcsolása nagyon egyszerű, megépítése azonban nem teljesen probléma mentes. A gondot itt a „brumm”, a hálózati bűgás megjelenése okozza. A, brumm-érzékenységet az egyszeres táp, valamint az „A” osztályú üzem miatt, a földágban folyó nagy áram okozza. Az itt látható elrendezés, valamint a nyáklemezen a földág felhasításában (megszakításában) alkalmazott 2-15 ohmos ellenállás gyakorlatilag megszünteti ezt a gondot.

A nagy áram miatt fokozott gondot kell fordítani a tápfeszültség szűrésére. A jobb térhatás miatt a két csatorna két külön tápegység panelt kapott, amit egy 160 VA-s toroid trafó lát el, megfelelő terhelhetőség váltófeszültséggel.

A negatív ágak egy közös pontban találkoznak, ami egyben a nulla pont is, itt lehet a vázat is összekötni a táppal, bár ez nem feltétlenül szükséges. Itt megintcsak azt tudjuk ajánlani, hogy kísérletezni



20. kép. A szerelt nyák.

kell. Amennyiben a lekötött változat ad jobb eredményt akkor azt kell alkalmazni, de ha kisebb a zavar, ha a tápot nem kötjük le a vázra, akkor ez is elfogadható megoldás. Közbülső megoldás, ha a lekötést egy néhány ohmos ellenálláson vagy egy néhány száz nanós kondenzátoron keresztül végezzük. Ha az „I” érintésvédelmi osztályt választjuk akkor a hálózat védőföldjét mindenféleképpen le, kell kötnünk a vázra.

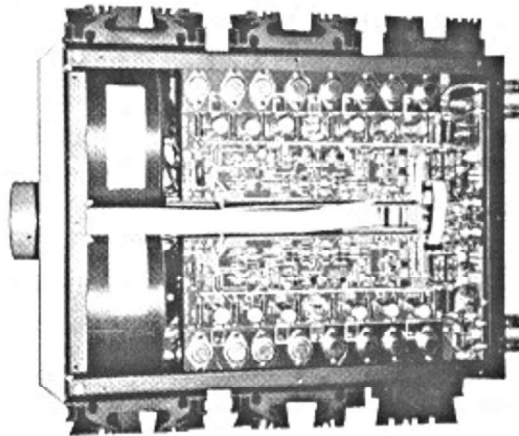
Az elektronikát egy 400x300x4 mm-es alumínium lapra szereltük. Az összes szükséges csatlakozó is ezen a lapon van elhelyezve. Ennek a lapnak a felső részére csavaroztuk fel a 380x100x30-as hűtőborda egységet. Természetesen a hűtőborda és a szerelőlap között egy vékony réteg szilikon zsírt alkalmaztunk azért, hogy az apróbb felületi egyenetlenségeket kitöltve a megfelelő hőátadás biztosítva legyen. Itt említjük meg, hogy a végtranzisztorokat hővezető szigetelő alátét közbeiktatásával, szintén szilikonzsíros kezelésnek vetettük alá, úgy, hogy a szigetelő alátét mindkét felületét vékonyan bekentük szilikon zsírral. Ezen kívül célszerű

a tranzisztorok felfekvő felületeit egy síklapra fektetett finom csiszolópapíron teljesen síkba csiszolni, lecsiszolva a gyártás során keletkezett finom sorjákat is.

A kész szerelőlapot egy MDF-ből készült vázba csavaroztuk be. A fényképen nem látható, de a szerelőlapot egy „L” alakú takarólemez borítja le, kulturált megjelenést adva erősítőnknek. Az egész erősítő 60mm magas. Azzal, hogy a hűtőbordát a felső lapra szereltük, lehetetlenné tettük azt, hogy egy másik készüléket tegyünk a tetejére, megakadályozva a keletkező nagymennyiségű hő távozását. Ez a tekintélyes hűtőfelület éppenhogy biztosítja a keletkezett hő elvezetését. Üzem közben a készülék hűtőfelületei 60 Celsius fok körüli hőmérsékletre melegsznek fel, amit kézzel érintve, bizony kellemetlenül forrónak találunk. Akiknek a számok többet mondanak, azok számára írjuk le, hogy a szükséges K/W érték 0,4 körüli.

AJÁNLÁS

Mint a csöves változatnál itt is, felmerül a kérdés kinek is, ajánljuk ezt a készüléket. Természetesen annak, aki egy zenei hangú megbízható erősítőt szeretne. A végfokot a CD játszó közvetlenül is meghajtják, így aki csak ezt a műsorforrást hallgatja, és a CD játszóján, van kimeneti-szint szabályozó máris egy jó rendszer birtokában, van.



21. kép. A KRELL „erőmű” levett burkolattal.

Amennyiben több műsorforrást is hallgat úgy akár egy passzív előerősítő is, (bemenetválasztó kapcsoló, kiegészítve egy hangerőszabályozó potméterrel) megfelel a teljes összkomforthoz. Egészen más a helyzet akkor, ha bakelit lemezeket is hallgatni szeretnénk, mert akkor már mindenféleképpen szükség van valamilyen elektronikára.

Az erősítő teljesítménye 10 W körüli, s mivel a végtranzisztorok az „A” osztályú üzem miatt állandóan nyitva vannak, tárt karokkal várják a legfinomabb, legkisebb jel érkezését is, azonnal továbbítják azt a hangszóró felé. Ez az erősítő a legtöbb átlagos érzékenyséű hangszóval képes torzításmentes, megfelelő hangerőt előállítani. Természetesen a nagyobb érzékenység itt is előny. A csövesekhez hasonlóan nagyon szép középhangjai vannak, erőteljes, jól kontrolált mélytartománnyal kiegészülve. A hangszerek teste a maga valóságában jelenik meg, és a finom részletek sem hiányoznak. Néhány lemezünk új oldaláról fog bemutatkozni, s bizony hallani fogjuk, hogy az egyes lemezkiadók, hangmérnökök munkájában milyen jelentős különbségek vannak. Talán nem annyira romantikus, mint a csöves, de valószínűleg sokkal precízebb annál, és még melegedni is lehet nála.

VÁLTOZATOK

Az amatőr erősítő építő mindig egyben kreatív ember is, ezért általában nem elégti ki egy kapcsolat szolgai módon való utánépítése. A változtatásokat a jobbító szándék motiválja, ami vagy „bejön”, vagy nem. Ha nem jön be, akkor lehet tovább kísérletezni. Ez a fejezet azoknak szól, akik szeretnek kísérletezni.

A kapcsolat felületes szemlélése rögtön adja az első kérdést, hogy mitől is együtemű ez az erősítő, hiszen a két végtranzisztor ellenütemű vezérlést kap? Jobban átgondolva, meg kell állapítanunk, hogy a Q4 jelű végtranzisztor közvetlenül nem vesz részt az erősítésben, hanem mint egy vezérelt munkaellenállás, segít a Q3 jelű tranzisztor megfelelő kivezélhetőségében. Ezt a tranzisztort akár egy fix ellenállással is helyettesíthetnénk, az

erősítő így is működne, csak rosszabb tulajdonságokkal. Ezért írtuk azt, hogy a két végtranzisztort nem feltétlenül érdemes párbaválogatni. Akár más típusú is lehetne. A jobb működés érdekében mégis célszerű hasonló tranzisztorokat alkalmazni.

Vagy nem.

Az első változtatásra éppen itt nyílik lehetőség. Érdekes ezen a helyen egy MOSFET eszközt is kipróbálni. Ugyanezt elmondhatjuk a Q3-as tranzisztorról is, ide is beépíthetünk egy MOSFET-tet. A MOSFET alkalmazásánál jó tudni, hogy az eszköz védelme érdekében a gate és a source elektródái, közé be kell forrasztanunk egy 18 voltos zener diódát. A gerjedékenység csökkentése érdekében a gate elektróda elé, közvetlenül az eszköz lábára be kell forrasztanunk egy néhány száz ohmos ellenállást is. Akinek a tervezérlésű tranzisztorok hangja tetszik jobban, azok jól járhatnak ezzel a változtatással.

Az erősítő nagyobb ellenállású terhelésekre is tud dolgozni, ezért kiválóan alkalmas fejhallgató erősítőnek, vagy akár vonal-meghajtóerősítőnek is. Ezekben az esetekben elég csak 200...300 mA áramot beállítani, így a keletkezett hő elvezetése sem jelent gondot.

Mi egy szimmetrizáló- trafóval kiegészítve egy 100 wattos rádióadó meghajtására használtuk. Nagyon megbízható és jó hangú meghajtónak bizonyult, kiválóan tolerálta a több kilométeres modulációs vonal komplex terhelését, és nyári zivatarok nagyfeszültségű impulzusait is. Jelentős túlvezérlési tartaléka mérhetetlen kis torzítást eredményezett a szükséges működési tartományon belül.