

# 2x14 W-os „Hi-Fi” sztereo erősítő

Mocsáry Gábor üzemmérnök

## Műszaki adatok:

Kimenőteljesítmény:	2 × 14 W	Magnetofon	250 mV
Kimenőimpedancia:	15 ohm	Mikrofon	6 mV
Frekvenciaátvitel: ±0,5 dB	20 Hz—20 kHz		
Harmonikus torzítás:	20 Hz 0,6 %	Korrekció:	
lineáris frekvenciamenet a névleges terhelésnél (10 V a kimeneti kapcsolokon)	100 Hz 0,65 %	Mágneses PU	100 Hz +10 dB
	1 kHz 0,4 %		10 kHz—7 dB
	5 kHz 0,38 %	Jel/zaj viszony:	—75 dB
	10 kHz 0,5 %	Áthallás csillapítás:	—40 dB
	15 kHz 0,5 %	Hangszínszabályozás:	100 Hz ±16 dB
	20 kHz 0,65 %		15 kHz ±16 dB
Intermodulációs torzítás: 50 Hz/6 kHz (1:4)	1,2 %	Balansz szabályozó átfogása:	10 dB
Bemenetek:		Stabilitás:	1 kHz < 2 dB
Kristályhangszedő	250 mV	Fázis eltérés:	< 3°
Mágneses hangszedő	6 mV	Futási idő:	elhanyagolhatóan kicsi

A világon mindenütt, így hazánkban is, egyre jobban elterjed a térhatású hangvisszaadás, a sztereo. Előnye a hagyományos mono-hangvisszaadással szemben, hogy a különleges technikával rögzített hangfrekvenciás információt a valóságot megközelítően, térhatást keltve adja vissza. Az egycsatornás, mono-hangfrekvenciás átviteli rendszereknek súlyos fogyatékosága, hogy az eredeti hangkép térbeli jellegét, a mindenkori hangforrás helyzetét, kiterjedését nem érzékelteti. Egy hangszóró vagy egysíkú sugárzórendszer csak egy pontból képes hangképet adni, mely lehet igen jó minőségű, de az eredeti, tehát az élő zene hatását, messzemenően nem éri el.

A térhatás biztosításához legalább két, egymástól független átviteli csatorna szükséges. A ma már számos helyen ismertett sztereo elvnek megfelelően, jó minőségű Hi-Fi sztereo erősítővel plasztikussá, térben érzékelhetővé tudjuk tenni a hagyományos mono-hangot. Ez nem jelenti azt, hogy a mono-információ minden további átalakítás nélkül a sztereo erősítő bemenetére kapcsolva térhatásúvá válik. Az itt ismertetett sztereo erősítő kizárólag X—Y rendszerű sztereo információ átvitelére alkalmas, mivel ez a rendszer a legelterjedtebb, hanglemezre csak ez rögzíthető, így minden igényt kielégít.

Mono-információ az úgynevezett álsztereo, vagy másnéven pszeudo-sztereofonikus rendszerek segítségével némiképpen térhatásúvá válik fázistoló hidak alkalmazásával. Azonban a rendszer bonyolultsága és számtalan fogyatékosága nem teszi életképpé azt. Ma már az egyre gyakoribb URH sztereo adások, valamint a sztereo hanglemezek tömeges elterjedése, a négysávos magnetofonok forgalomba hozatala indokoltá teszi a fonoamator számára a házi sztereo berendezés elkészítését. A kellő gondossággal elkészített berendezés azonkívül, hogy igen magas színvonalú zenei élményt nyújt, még lehet a lakás díszé is.

A leírásban igyekeztem mindenre kiterjedő aprólékosággal leírni mindazt, amely elegendő a berendezés tökéletes megépítéséhez. Kérültem az elvi magyarázatot, a fő hangsúlyt a gyakorlati megvalósításra helyeztem. Akit a működés elvi oldala érdekel, módot talál majd érdeklődése kielégítésére.

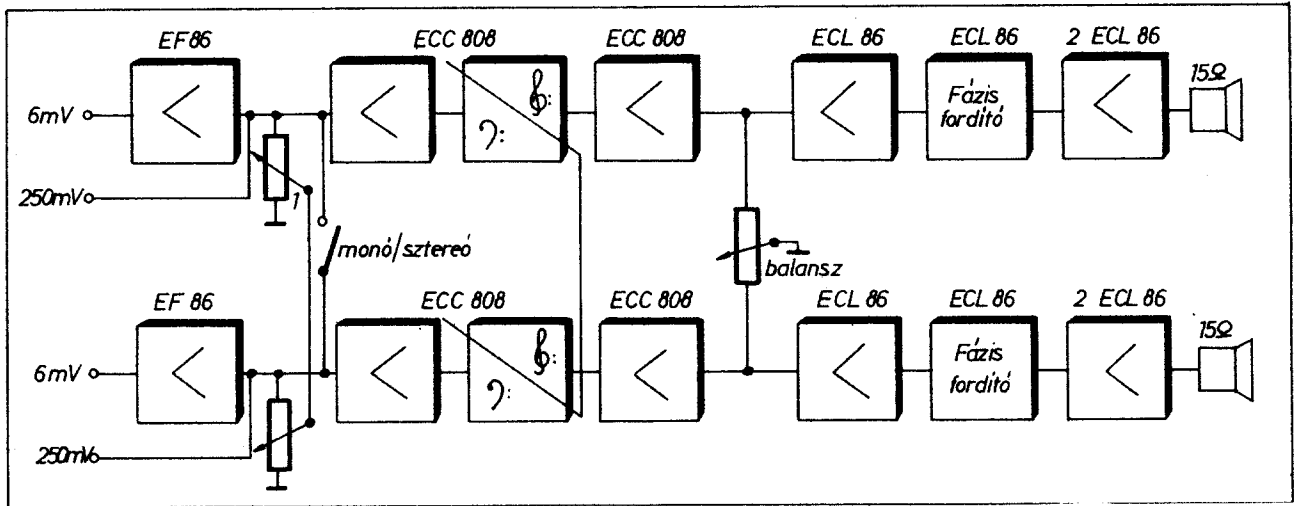
### Követelmények a sztereo erősítővel szemben

Az erősítő teljesítményét meghatározza alkalmazási területe. Kiindulva a sztereo alapelvéből, mely a térszerű hangvisszaadás lehetőségét jelenti, minden vonatkozásban teljesíteni kell a valósághoz leghűbb

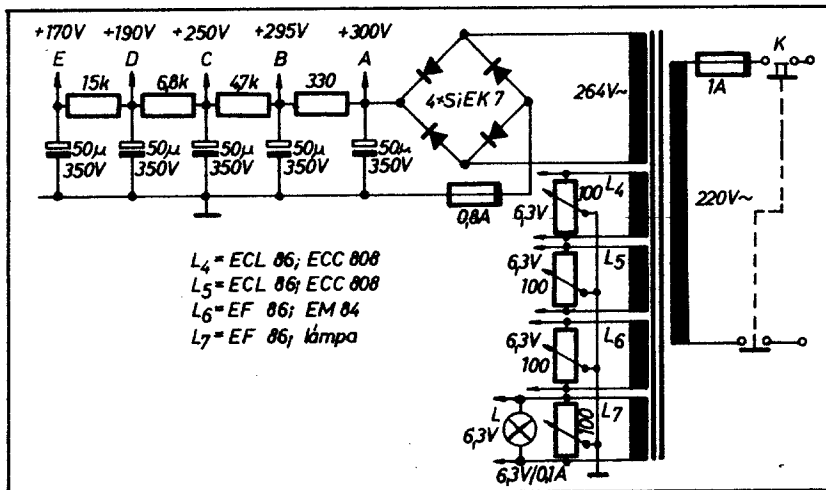
körülményeket. A szokásos szobahangerőnél nagyobb teljesítményre van szükség.

A nagy zenekar dinamikája eléri a 70 dB-t is. Ez a tény kizárja az 1—2 W kimenőteljesítményt. Egy átlagos lakószoba hangosításához elegendő ugyan, a dinamika kellő mértékéhez azonban szükséges a nagyobb teljesítmény. A másik, nem elhanyagolható tény, hogy a torzítás mértéke minimális az esetben, ha egy nagy teljesítményű vég-erősítő fokozatot nem vezérelünk ki maximálisan.

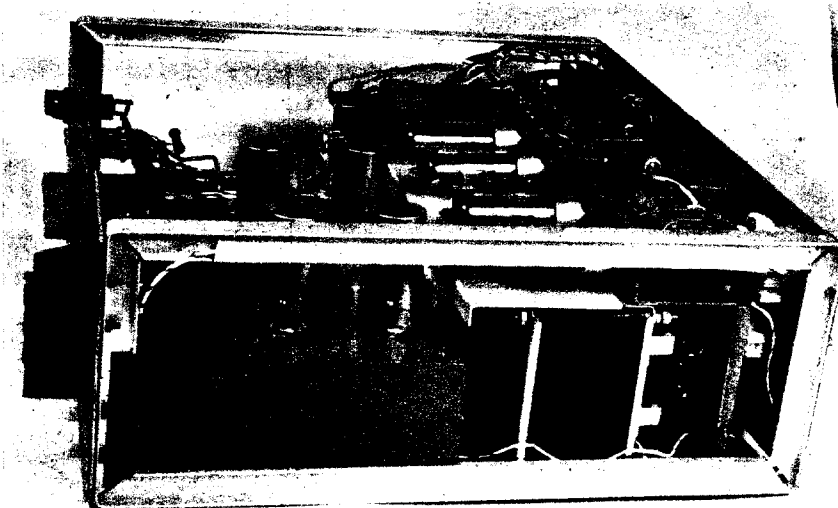
A sztereo erősítőlánc felépítése (1. ábra) megegyezik az egycsatornás erősítő rendszerével, természetesen a lánc minden tagjával szemben alapvető követelmény, hogy két, független információ továbbítására legyen alkalmas. Igen fontos követelmény a szimmetria, melynek szükségessége rögtön az előerősítő fokozatokban mutatkozik. Nagy százalékban eltérő értékű alkatrészek nem használhatók, törekedni kell a minél kisebb túrúsú alkatrészek beépítésére, a szimmetria stabilitása érdekében. A két csatorna elektromos jellemzőinek eltérése igen kicsi lehet, 1—2 dB már meghamisítja az eredeti irányt. Sztereo átvitelnél a szükséges szabályzó szervek száma megnö. A hangerő és a hangszínszabályozó mellé olyan szervek kerülnek, amelyekkel a térha-



1. ábra: Az erősítő blokk-sémája



3. ábra: A tápegység kapcsolása



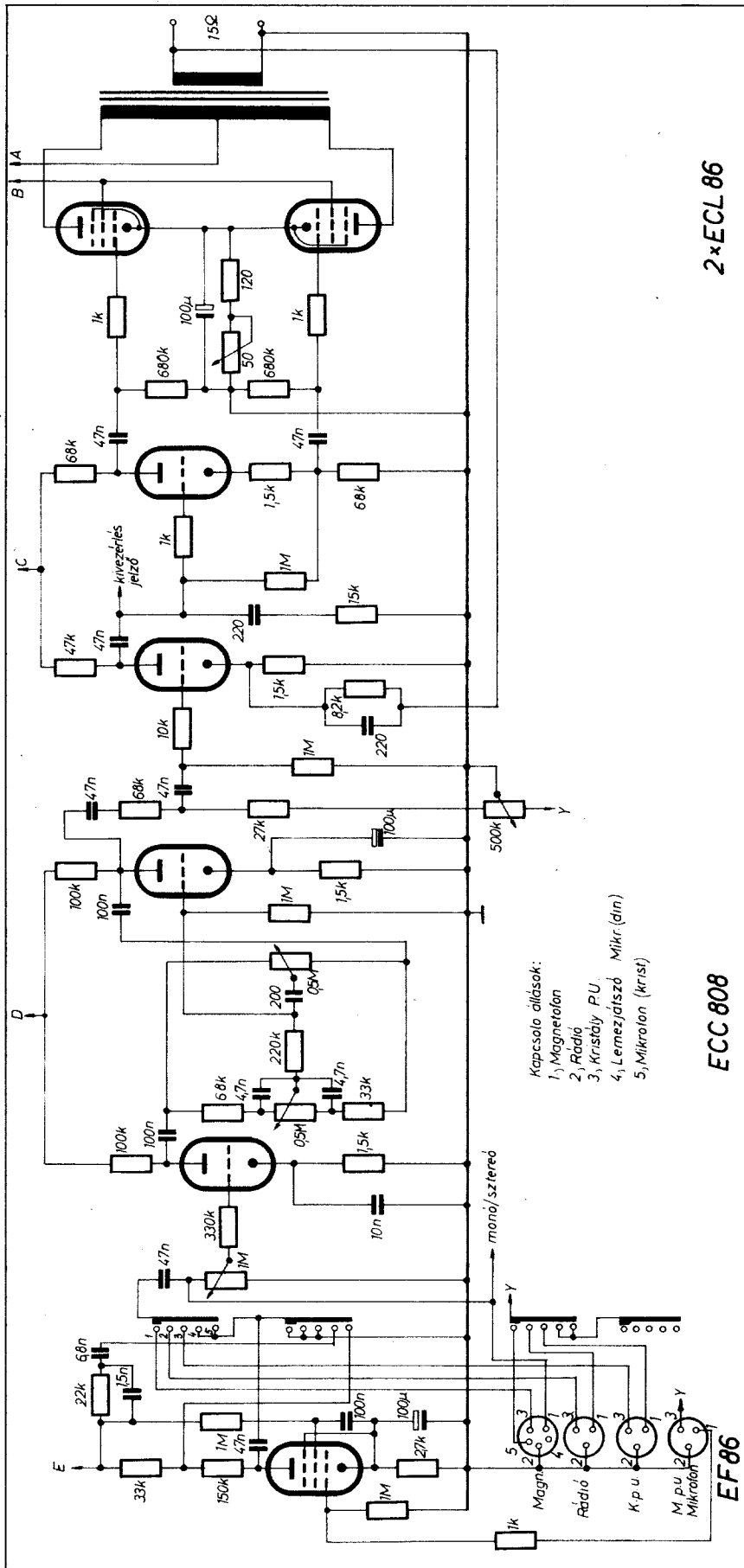
4. ábra: Az erősítő elrendezési képe

tással kapcsolatos jellemzőket lehet változtatni. A hangerő és a hangszínszabályozás csak szimmetrikus csatorna elrendezésben lehetséges. Követelmény az egyes szabályozók együttfutása. A gyakorlatban közös tengelyű potenciométereket használnak. Jelen erősítőben is közös tengelyű, úgynevezett tandem potenciométerek kerültek beépítésre. Költségesebb és helyigényesebb megoldás a fokozatkapcsoló, melynek nagy előnye, hogy az együttfutás igen nagy pontosságán kívül a potenciométer előregedésével járó zörögések, zajok kiküszöbölődnek. Az egész erősítőláncsal szemben támasztott legfontosabb követelmény az áthalláscsillapítás kellő értéke.

Az áthallás tulajdonképpen az egyik csatornába szánt hangfrekvenciás információnak nemkívánatos átjutása a másik csatornába. Ez a jelenség a hangszóróban történő visszaadásnál a lokalizáció megváltozását eredményezi, ami az eredeti hangképet is megváltoztatja.

Athallás jön létre közvetlenül a felvételi eljárásnál, ennek értéke azonban elhanyagolhatóan kicsi ahhoz, hogy zavarokat okozzon. Sokkal lényegesebb az áthallásnak az a része, amely a csatornák tökéletlen szétválasztása és az esetleges fáziseltérések folytán lép fel.

A magában az erősítőben létrejövő áthallásnak a forrásai az alkatrészek közötti csatolás, a szórt kapacitások, a csatornaszimmetriák, minden közös impedancia (pl.: magának a tápegységnek az impedanciája). Ezen hatás csökkentésének érdekében az anódegyenfeszültség szűrésére nagy gondot kell fordítani. Ha pl. a megadott áthallás  $-40$  dB, ez azt jelenti, hogy az X csatornába jutó jelhez bejuthat még az Y csatorna jelének  $0,01$ -ad része és fódítva. Vagyis az eredeti viszonyok, ha kis mértékben is, de megváltoztak, mert míg a valóságban  $X = X; Y = 0$  volt, a kimeneten



2 × ECC 86

ECC 808

2. ábra: Az erősítő kapcsolási rajza

észlelt jel  $X = X$ ;  $Y = 0,01 X$ . Az áthallásnak azon része, melyet a csatornák közötti aszimmetriák és szórt kapacitások okoznak, gondos szereléssel, a „veszélyes” helyek árnyékolásával (különös tekintettel a nagy impedancia részekre), kis-mértékűre csökkenthető.

A jó minőségű sztereo hangvisszaadás érdekében az egyik alapkövetelmény az, hogy a két mikrofon jelét (összegét és különbségét) azonos fázissal továbbítsuk. Elvileg szimmetrikus felépítés esetében — mint már említettük — aszimmetriát az áramköri elemek hoznak be. Ez a két csatornát tekintve erősítés és fáziskülönbséget eredményez. Mérésekkel kimutatható, hogy a zavaró és hasznos jel viszonya a fáziskülönbségek felének tangensével négyzetesen arányos. Az arányossági tényező jó közelítéssel egynek vehető. Általában max. 35°, az, ami már nem megengedhető (20 dB-es) zavaró áthallást okoz, ha az áthallás tisztán a fáziskülönbségek miatt jött létre.

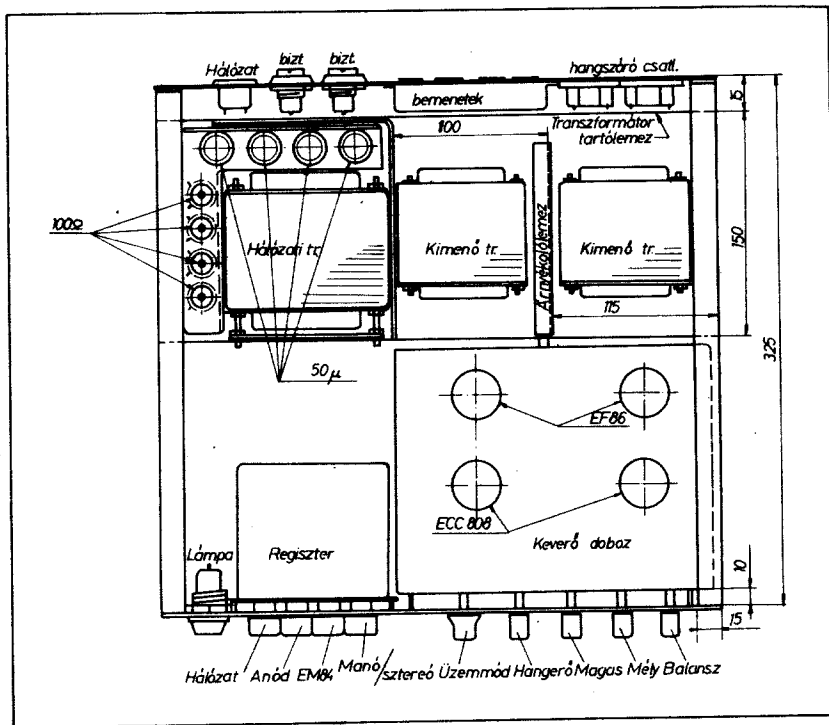
Például: ha a megengedett áthallás —40 dB (0,01) és az áthallás csak a két csatorna fázismenetének eltéréséből adódik, akkor az ehhez tartozó fáziseltérés 12°, vagyis 12° a maximálisan megengedhető fázistolás a két csatorna fázismenetében abban az esetben, ha az egész 40 dB áthallás csupán a fázismenetek különbsége miatt jött létre. Mivel az áthallást túlnyomórészt nem a fázismenetek különbsége adja, így a gyakorlatban a fáziseltérés jóval 12° alatt kell, hogy maradjon (max. 8°).

Torzítás, valamint frekvencia-menet szempontjából is, természetesen az erősítőnek maradéktalanul ki kell elégítenie a Hi-Fi minőségi követelményeket.

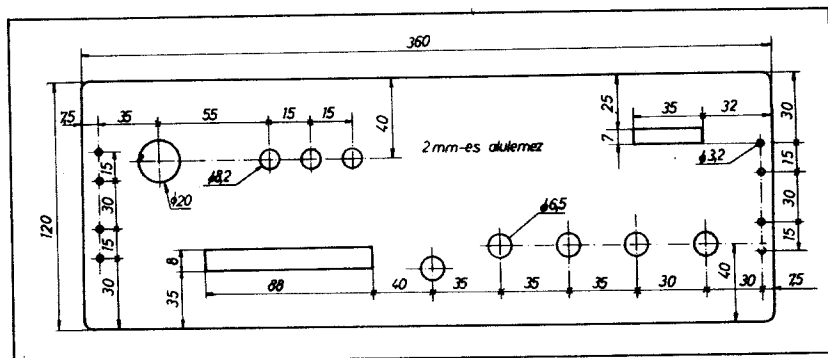
### Az erősítő elvi működése

A bevezetőben már említettük, hogy a sztereo erősítő a mono, egy-csatornás erősítőtől főleg abban tér el, hogy itt tulajdonképpen két mono-erősítő van „párhuzamosan”, igen szoros hasonlósági követelményekkel.

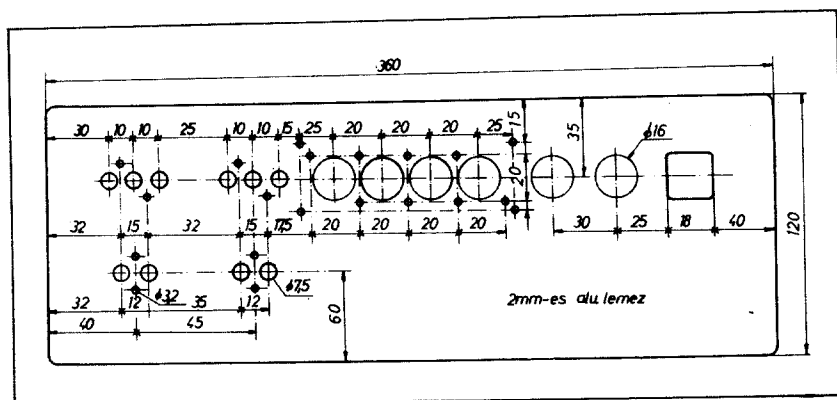
Az előerősítő fokozat (2. ábra) EF 86-os hangfrekvenciás pentódával működik, mely biztosítja az alacsony szintű bemenetet, mikrofon és mágneses pu. üzemeltetéséhez. A fokozat tápfeszültsége gondosan szűrve van a minimális bűgás céljából. Külön fűtőtekercs, valamint közepelő potencióméter gondoskodik a bűgás kompenzálásáról. Az EF 86 anódkörében a szabvány-nak megfelelő korrekció van mikrofon és a mágneses pu. üzemmódban, mely a választókapcsoló megfelelő állásában érvényesül. A választókapcsoló kéttárcsás, négy áramkörös, tíz állású fokozatkapcsoló, mely öt állásra van arretálva. A köz-belső fokozatokat a kapcsolás alatti, esetleges kettős érintkezés megakadályozása végett, szabadon hagyjuk.



5. ábra: Az erősítő elrendezési rajza



6. ábra: Előlaprajz



7. ábra: Hátlaprajz

A választókapcsolóval a négy független bemenet csatlakoztatható az erősítőre. Minden bemenet összekötődik a magnetofon csatlakozóval, így minden állásban készíthető felvétel, külön dugaszolás nélkül.

A választókapcsoló csúszóérintkezőjéről csatoló kondenzátoron keresztül jut a jel a hangerőszabályozó kettős potencióméterére. A hangerőszabályozó potencióméter csúszkájára csatlakozik a „mono-sztereó” üzemmód kapcsoló.

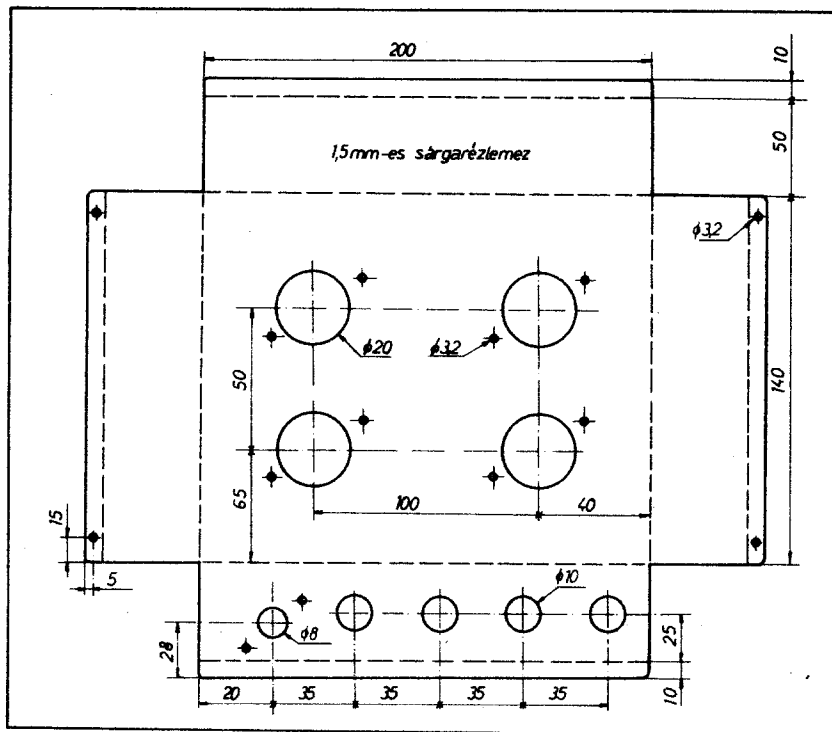
Regiszter kapcsolós megoldása egyben kijelzést is biztosít az üzemmód mindenkor megállapításához.

A hangerőszabályozó fokozat ECC 808 típusú hangfrekvenciás kettős triódával működik. E csőtípus előnye az alacsony bűgásszint, a kis zaj, az árnyékolt rendszerek, valamint a kis mértékű mikrofónia. A hagyományos ECC 83 típusal megegyezik, annak egy továbbfejlesztett típusa.

A két szintemelő fokozat között helyezkedik el a lepkekorrektor. Megoldása eltér a hagyományos „lepke” hangerőszabályozótól. A hatékonyabb szabályozás végett a korrektor talpontja a második fokozat anódkörébe (leválasztva) kapcsolódik, mely visszacsatolás eredménye a fokozat korrekciós tényezőinek javulása.

A korrektor után a csatornaszimmetriák beállítását biztosító frekvencia-független osztó, a balansz szabályozó fokozat következik. Ez a fokozat mint passzív lánc üzemel, így a szükséges szintemelést a végfokozat ECL 86-os csővének egyik triódája biztosítja, melynek katódkörében frekvenciafüggő negatív visszacsatolás van, az egyenletes frekvencia átvitel érdekében. A végfokozat másik ECL 86-os csővének triódája a fázisfordító szerepét tölti be.

A végerősítő fokozat két darab ECL 86-os pentódával működő ellenütemű B-osztályú erősítő. A katódkörben levő potencióméter az előfeszültség beállítására szolgál. Nagy jóságú, szimmetrikus kimenőtranszformátor, kis szórt kapacitás és szórt induktivitás biztosítja a kívánt minőséget. A terhelő impedancia 15 ohm. A gondos tápfeszültség, szűrés és brummkompenzálás (3. ábra) nem másodlagos tényező. A szűrőlánc, valamint az alkalmazott brummkompenzálási mód teljesen kielégítőnek mutatkozott. Bonyolultabb tápfeszültség szűrés és esetleg az erősítő egyenfeszültségről történő fűtése nem hoz nagymértékű javulást. Elmaradt a hagyományos egyenirányítócső, melynek fűtése külön gondot jelent. Helyette 4 db SiEK-7 típusú szilíciumdióda Graetz kapcsolásban látja el az egyenirányító szerepét. Az egyenirányítócső elhagyásával kisebb hőmérséklet és hosszabb élettartam biztosítható a tápegységben. A maximális anódáramnál sem szükséges a diódák hűtése.



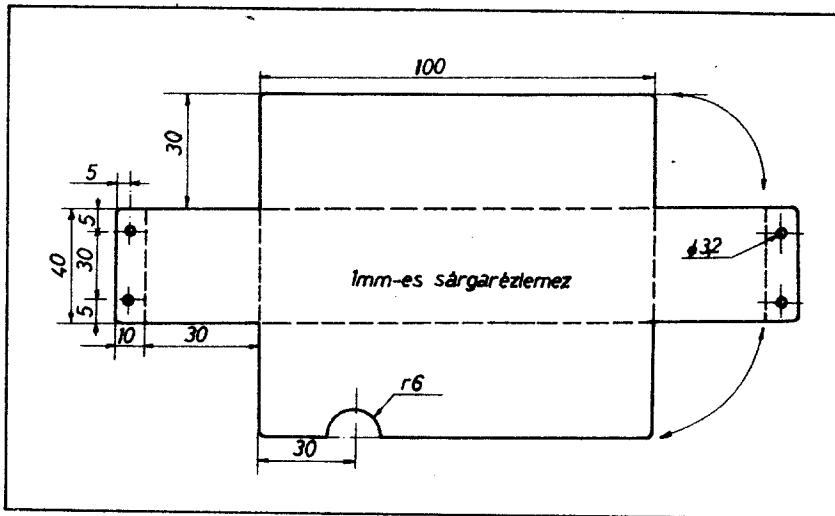
8. ábra: A keverő doboz műhelyrajza

### Építési leírás

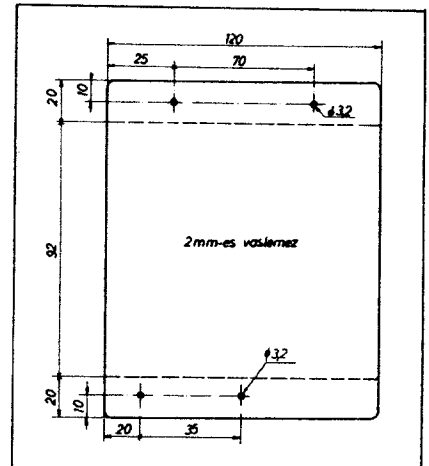
Az előerősítő, valamint a hangerő-szabályozó a választókapcsoló és a hangszinkorrektor fokozat a balansz szabályozóval egy külön, mechanikusan elválasztott, gondosan árnyékolt egységet képez (4. ábra).

Az 1,5 mm-es sárgarézt beépített egységek árnyékolt vezetékborítással csatlakoznak az erősítő hátlapján levő öt-pólusú tuchel csatlakozó-aljzatokhoz, melyek úgyszintén egy zárt, árnyékolt dobozban nyertek elhelyezést. Nem túlzott óvatosságból történt mindez, de a gyakorlat bizonyította szükségességét. Kerüljük a belső szerelések közben a feleslegesen hosszú, árnyékolt vezetékeket. Minden centiméterük csak növeli a bemenőkapacitást, mely a magas hangok átvitelét rontja.

Az előerősítő, beleértve a balansz szabályozóig minden fokozatot, szimmetrikus szereléssel lett beépítve az árnyékoló dobozba. A doboz szükségességét a következő tények bizonyítják: elhagyhatók az egyes fokozatok csatlakoztatásánál az árnyé-

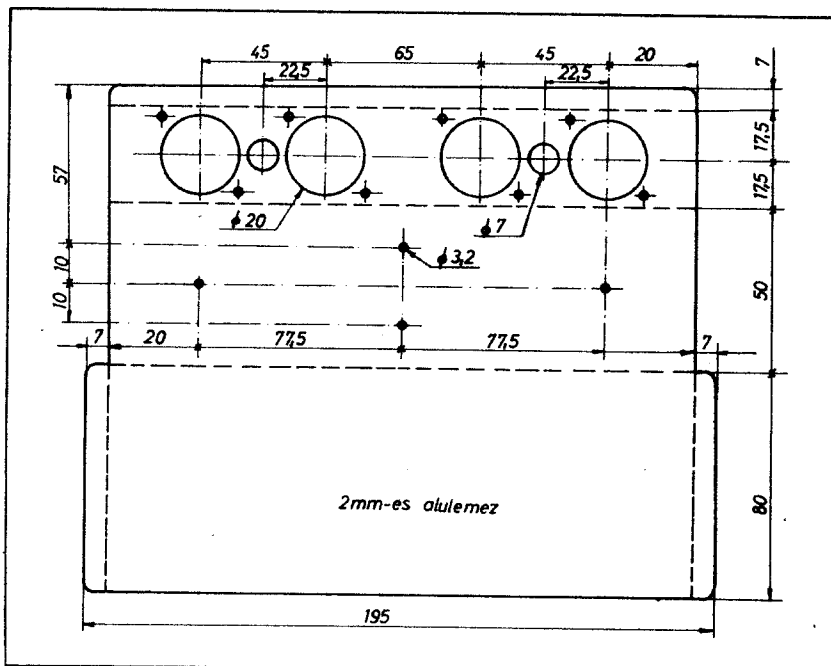


9. ábra: A bemeneti árnyékoló doboz rajza



11. ábra: A kimenő transzformátorok közötti árnyékoló lemez

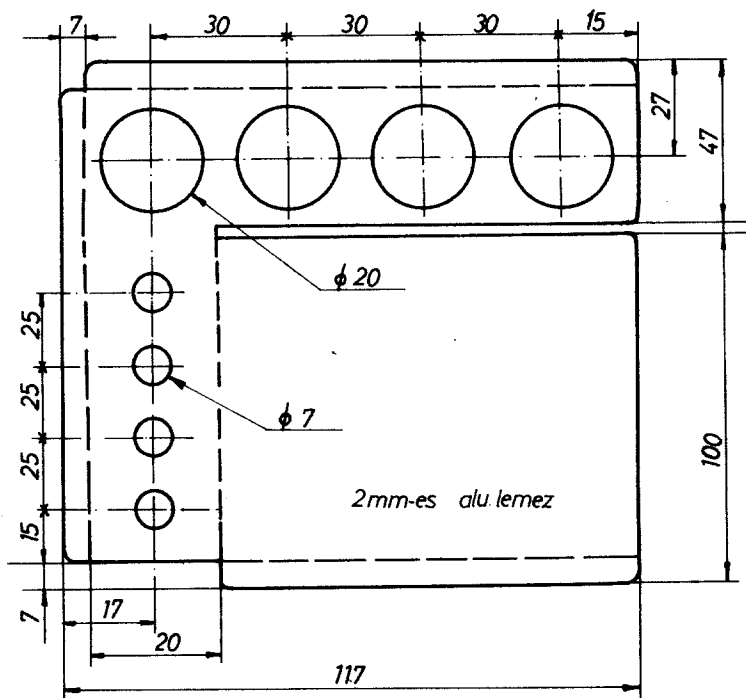
10. ábra: A végerősítő tartó lemez



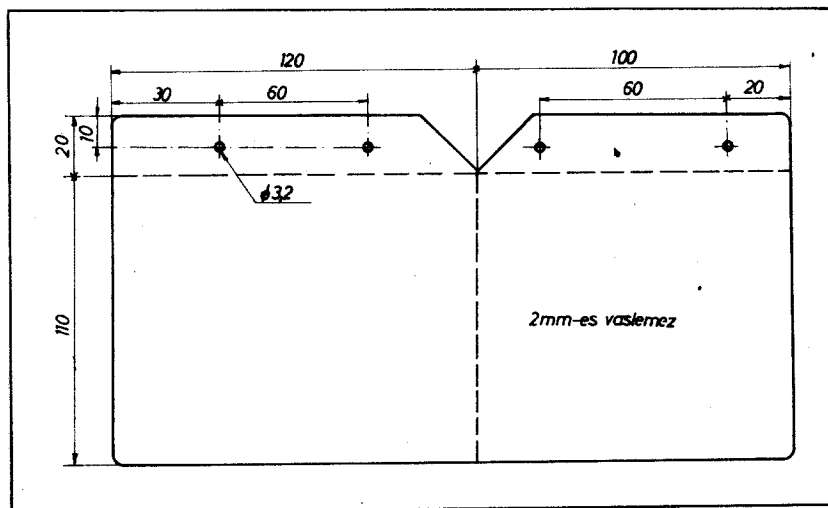
kolt vezetékek, melyek a káros kapacitások bevétele mellett földhurok kialakulását is elősegíthetik. A káros áthallások elkerülése céljából elválasztó rézlemezeket építettem be az egyes fokozatok közé, mely jól forrasztható, így a földprobléma kiküszöbölődött.

A szerelés földszines megoldású, mely a bűgőfeszültség mérések folyamán kialakult optimális pontban kapcsolódik az árnyékoló dobozhoz. Ez az egység az erősítő legkényesebb része. Igen sok zavar forrása lehet, ha nem kellő precizitással és körültekintéssel szereljük.

Mindig tartuk szem előtt a minőségi követelményeket, a felhasznált ellenállások TRK-2 típusú, 1%-os 0,25 W-os, Remix gyártmányúak. A kondenzátorok 5%-on belüli válogatott fémházas, metálpapír kivitelűek, feszültségük 400 V. A foko-

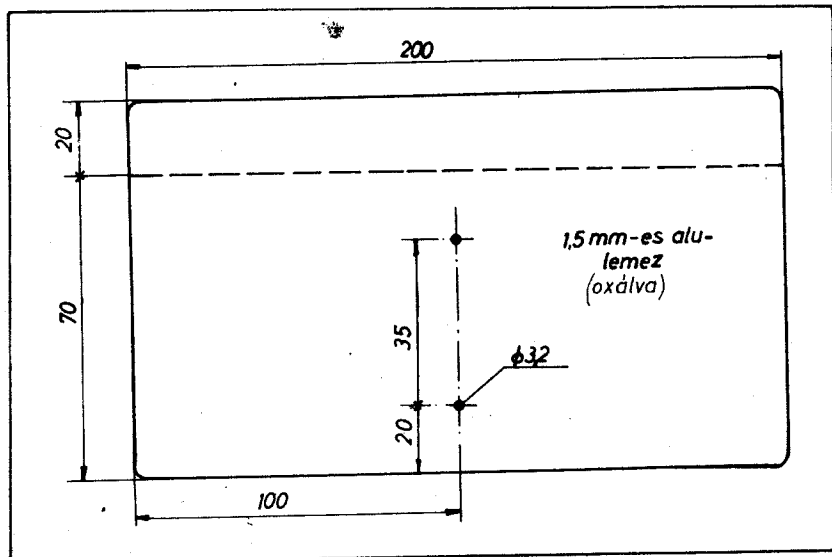


12. ábra: A tápegység tartólemeze



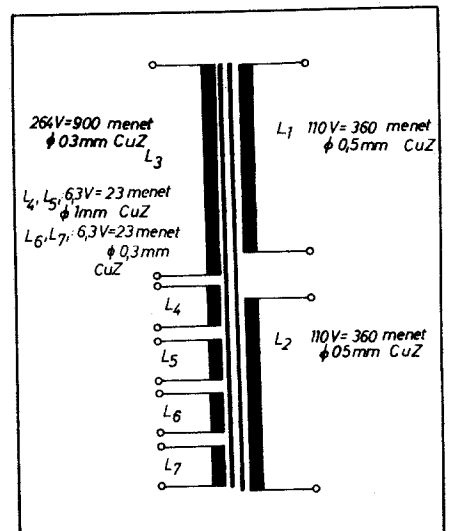
13. ábra: A hálózati transzformátor árnyékoló lemeze

14. ábra: Hűtőlemez a végcsövek és a kimenő transzformátorok között



zatok csöveit válogatni nem szükséges. (Kiugró példányokat azért ne használjunk.)

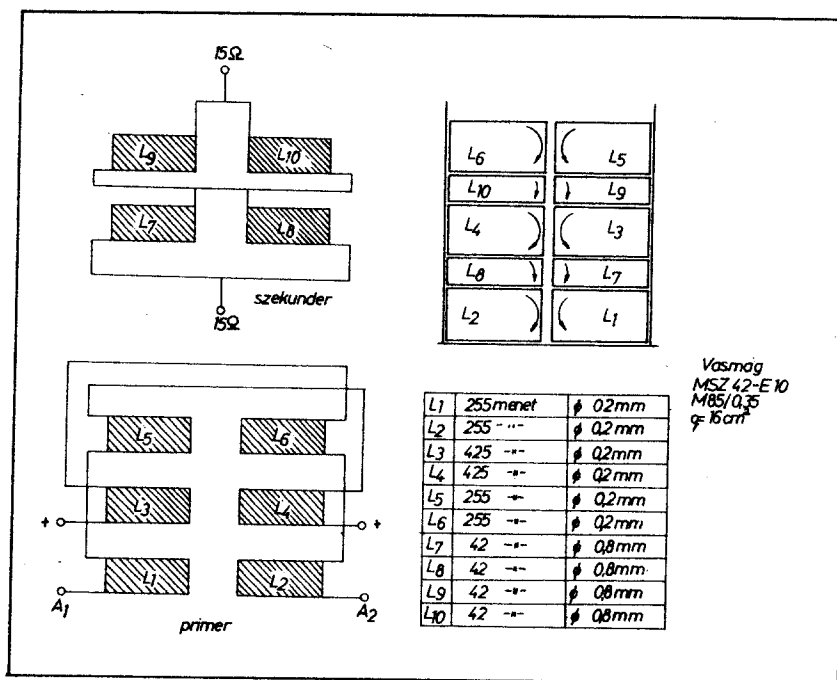
Az erősítő hátsó részében helyezkedik el a két végerősítő fokozat. A két oldalsó alumínium profi keretet az előlapon és a hátlapon kívül a transzformátorokat tartó, 4 mm-es alumínium lemez fogja össze. A viszonylag kis helyen megépített fokozatok mágneses árnyékolólemezzel vannak elválasztva. Erre a célra alkalmas a 1,5 mm-es vaslemez, mely egybe tartja az RC elemek szerelőlemezt is, mely közvetlenül az erősítő borítólemeze alatt helyezkedik el. A nagy hőmérsékletű végerősítő csövek fekvő helyzetben közvetlenül a borítólemez perforációja alatt vannak, így kedvező hűtésben részesülnek. A kimenőtranszformátorok melegezését egy eloxált hővisszaverő lemez akadályozza meg. A borítólemez levétele után könnyen hozzáférhetővé válik minden alkatrész.



15. ábra: A hálózati transzformátor adatai

A tápegység a szűrőlánccal, hálózati transzformátorral és a brummkompenzáló potencióméterekkel egy külön egységet képez. A 2 mm-es vaslemez gondoskodik a kellő árnyékolásról. A hálózati transzformátor szórt mágneses tere gyakran zavar, ez a tény tette szükségessé árnyékolását. Egyben helynyerés szempontjából is kedvező körülmények alakultak ki. A szűrő elektrolitkondenzátorok az R elemekkel oly módon helyezkednek el, hogy a tápfeszültségek mindenkor ellenőrzése nehézségek nélkül lehetséges.

Az erősítő hátlapján található a föld-érintkező hálózati csatlakozó aljzat, a hálózati biztosíték, valamint az anód biztosíték. Itt helyezkednek el a hangszórócsatlakozók és a bemenetek. A hátlap, valamint az előlap és a belső szerelőlap az elvá-



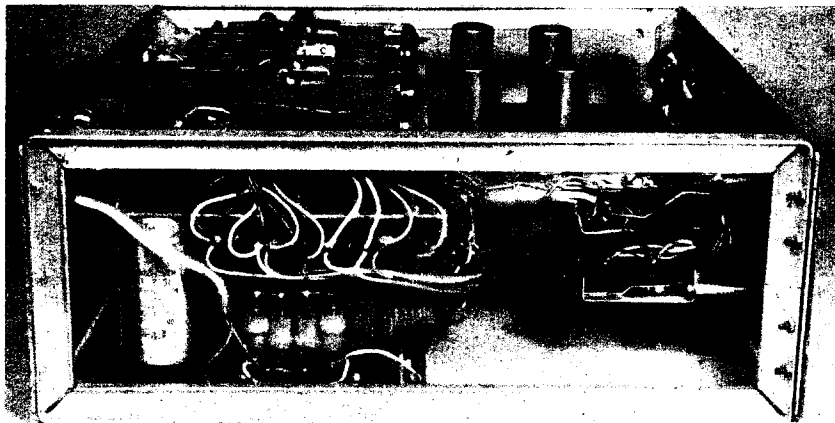
16. ábra: A kimenő transzformátor adatai

lasztó és tartólemezek szürke nitrolakk bevonatot kaptak. Maga az erősítő borítólemeze ezüstszürke kapácsolakkal tetszetős kiviteletűt nyert. A kivezérlésjelző EM 84-es cső előlapon történt elhelyezése esztétikai szempontból igen előnyösnek bizonyult. A szükséges RC elemek közvetlenül a foglalatra vannak forrasztva, melyet egy rugó szorít az előlaphoz.

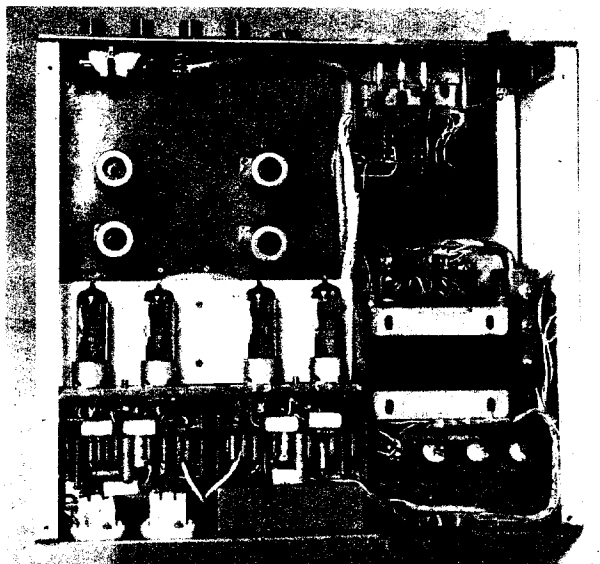
A hálózati és az anódfeszültség kapcsolását, a mono-sztereo üzemmód váltását az AT 550-es regiszterkapcsoló végzi. A regiszterkapcsoló szabadon maradt 4. érintkezőpárjával a kivezérlést jelző tápfeszültsége kapcsolható kényelmi szempontokból. A hálózati feszültség bekapcsolt állapotát zöld fényű lámpa jelzi. Felfűtés után az anódfeszültség jelenlétét a mono-sztereo jelzés glimmlámpái mutatják. A szabályzó szervek gombjai hengeres formájukkal és a regiszter kapcsoló, modern, tetszetős külsőt adnak az erősítőnek.

A kezelőszervek gombjai ∅ 20 mm-es alumínium anyagból készültek, 6 mm-es centrikus furattal, a potencióméterek tengelyeinek megfelelően.

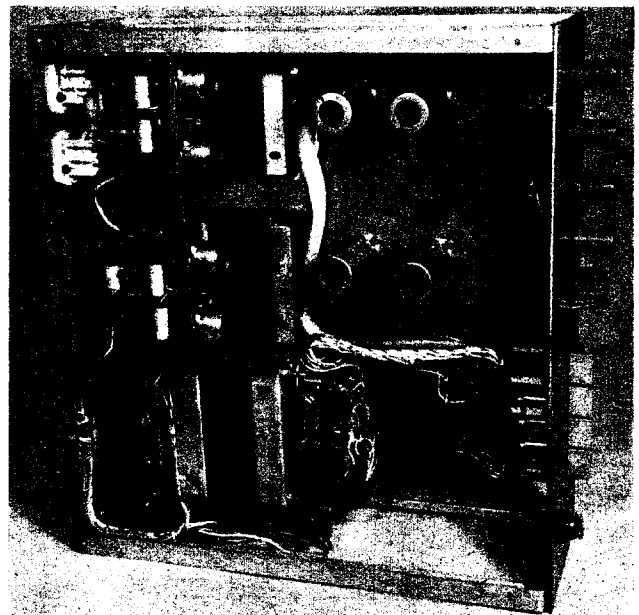
Az erősítő elrendezési rajzai és az egyes műhelyrajzok az 5—14. ábrákon láthatók. A transzformátor tartólemeze 4 mm-es alu. lemez 140 × 360-as méretben. A transzformátorok adatait a 15—16. ábrákon mutatjuk be. Az elrendezést illusztrálják a 17—18. ábrákon látható fényképek. Az erősítő dobozának borítólemeze a 21. ábra szerint készült.



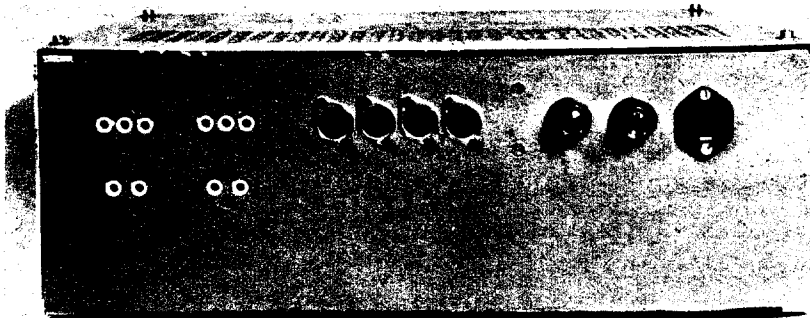
17. ábra: Az erősítő képe a tápegység felől



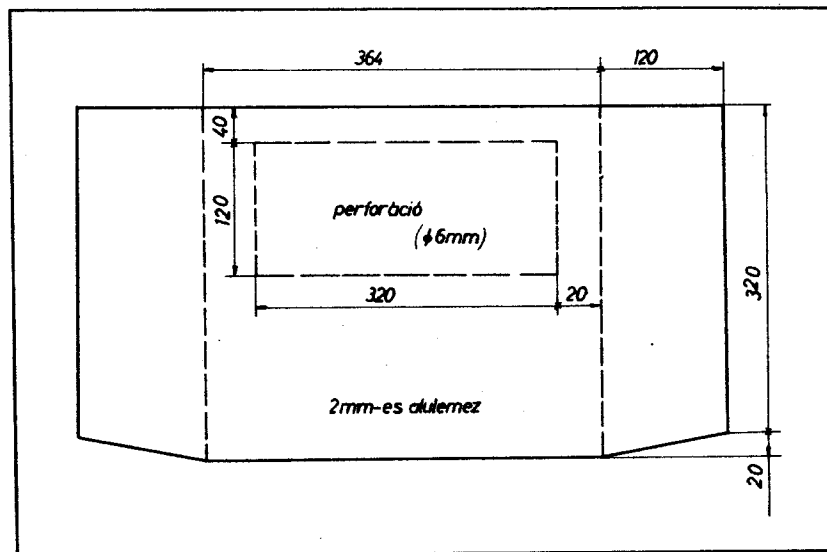
18. ábra: Felülnézeti kép



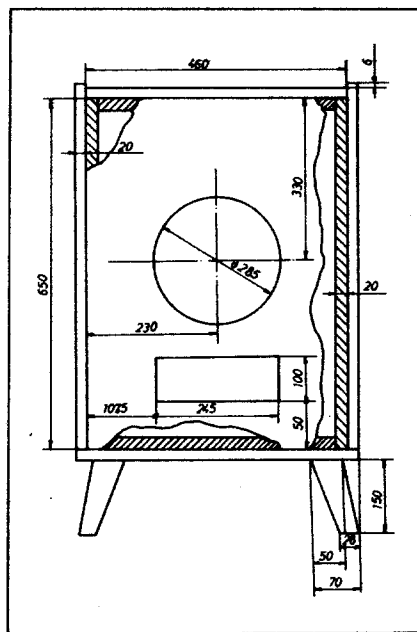
19. ábra: Felülnézet a hűtőlemez eltávolításakor



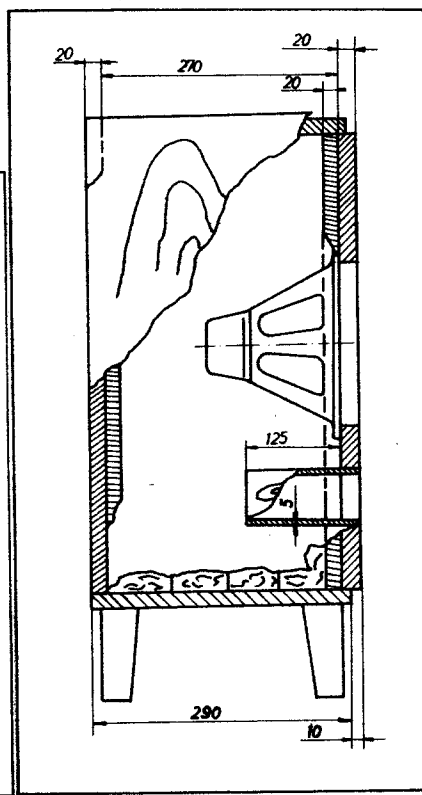
20. ábra: Az erősítő képe a hátoldal felől



21. ábra: A készülékdoboz borítólemeze



22. ábra: A bass-reflex doboz műhelyrajza



23. ábra: A reflex-doboz belső felépítése

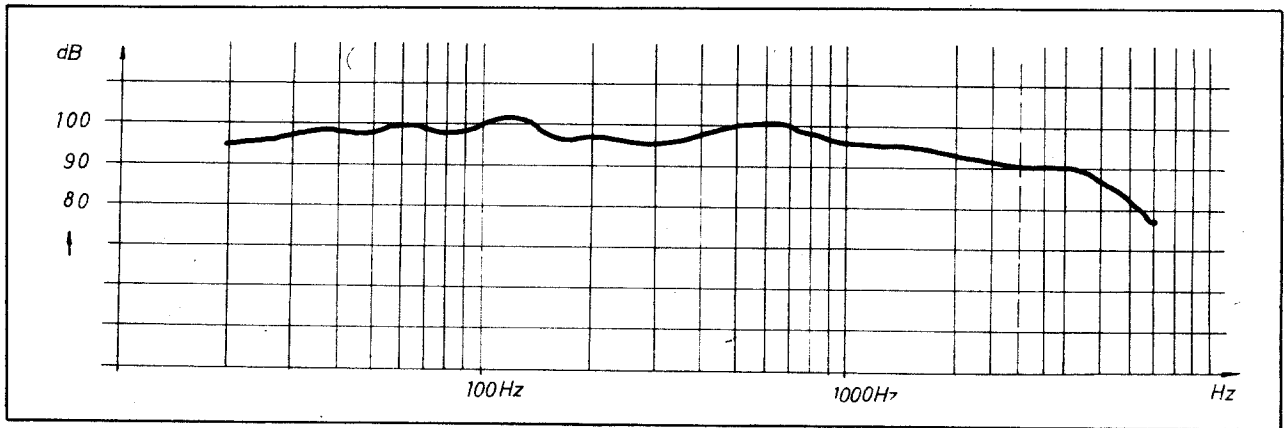
### Az erősítő beállítása

Miután a kapcsolási rajz szerint és a szerelési vázlatok alapján összeállítottuk az erősítőt, következhet a bekapcsolás. Először győződjünk meg még egyszer, nincs-e durva elkövetés, mely a bekapcsoláskor maradó sérülést okozhat. Csövek nélkül, a hálózat bekapcsolása után a fűtések ellenőrizzük, majd az anód puffer elektrolitkondenzátoron mérünk feszültséget. Terheletlenül 300 V-nál valamivel nagyobb értéknek kell itt lenni. Rövid bekapcsolás után, ha nem jelentkezik hiba (pl. a hálózati transzformátor melegeése, elektrolitkondenzátorok melegeése stb.), a csöveket a helyükre dugaszoljuk.

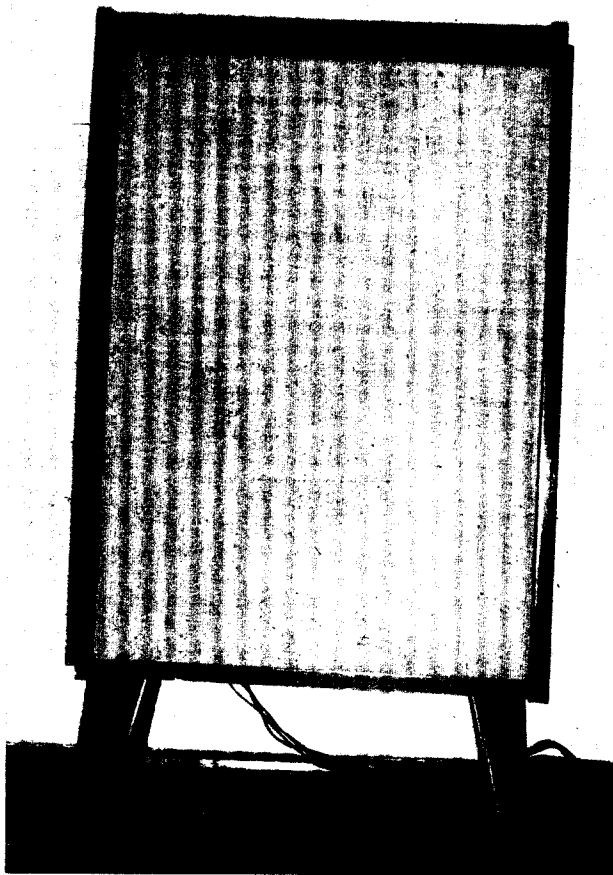
Ajánlatos az erősítő kimenetére hangszóró helyett műterhelést csatlakoztatni, mert egy esetleges gerjedés tönkre teheti hangszórónkat, nem szólva a kellemetlen hangjelenségekről, mellyel a bemérés jár. A végerősítőcsövek előfeszítés beállító potenciómétereit maximumra állítjuk, majd bekapcsoljuk az erősítőt. Ellenőrizzük a fokozatok tápfeszültségét. Csatornánként meggyőződjünk, hogy helyes-e a visszacsatolás. Amennyiben füttyülő gerjedést tapasztalunk, a kimenőtranszformátor szekunder tekercsének végét felcseréljük, hogy a visszacsatolás negatív legyen. Ezután beállítjuk a két végerősítő pentóda közös katódján a szükséges 9 V-ot. Amennyiben a tápfeszültségek minden fokozatban rendben vannak és gerjedés nem áll fenn, következhet az erősítő brummkompenzálása. A hangerőszabályozót minimumra csavarva, műszert helyezünk a műterhelésre és a megfelelő fűtésközepelel potencióméterekkel minimumot állítunk be. Ezt a műveletet csatornánként végezzük el. (Csőcsere esetén meg kell ismételni.) Az előerősítőfokozat brummkompenzálása a következőképpen történik. Az erősítő alacsony szintű bemenetét a földre zárjuk, a hangerőszabályozót, valamint a két hangszínszabályozót maximumra állítva minimumot állítunk be a kimeneten levő műszeren. (Természetesen ez mindkét csatornára értendő.) Ha az erősítő bemérésére műszerek állnak rendelkezésre, ellenőrizzük a közölt frekvenciaátviteli és torzítási adatokat.

Fontos meggyőződjünk a megfelelő áthallás-csillapításról. HF csővoltagemérővel és egy hanggenerátorral történhet a mérés. Az egész hangfrekvenciás tartományban lépésenként az X-csatorna bemenetére akkora jelet adunk, hogy kimeneten levő műszer mutatója a 100 V-os állásban a dB skála 0-pontjára álljon. Ezután a műszert az Y-csatorna kimenetére téve, a méréshatárkapcsoló 10 dB-es osztásaival, valamint mutatott érték leolvasásával a dB skálán meghatározhatjuk a pontos értéket. A mérést a két csatorna felcserélésével meg kell ismételni. Az erősítő hangerőszabályozóját maximumra állítjuk, a korrekció lineáris

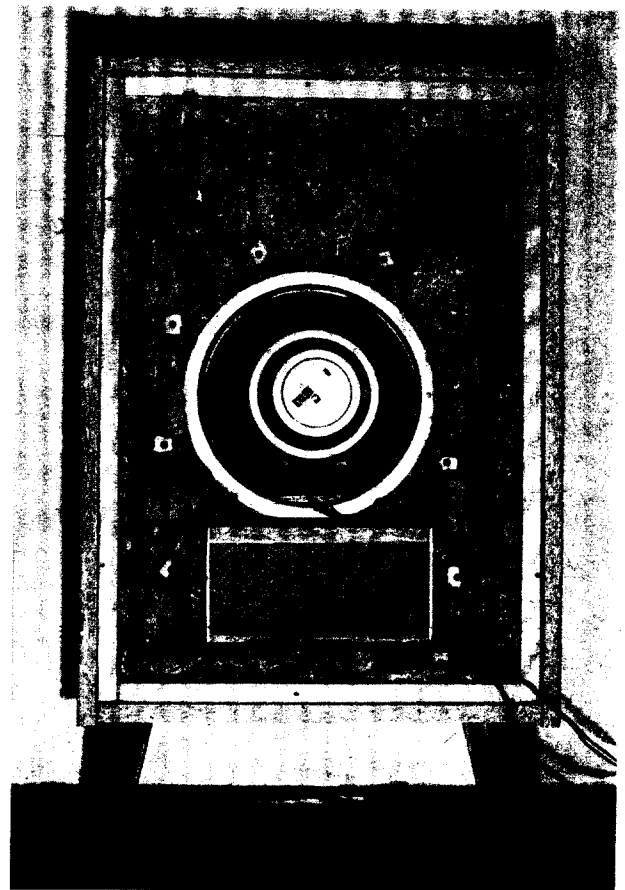




24. ábra: A reflex-doboz frekvenciamenete



25. ábra: A reflex-doboz előlnézete



26. ábra: A reflex-doboz belseje

frekvenciamenetre, a balans szabályozó pedig a középhelyzetnek megfelelően legyen beállítva.

Ha minden rendben van és az erősítő kifogástalanul működik, akkor egy jó minőségű Hi-Fi sztereo erősítő birtokosai lettünk, mely az

elkövetkezendőkben sok kellemes szórakozást fog biztosítani számunkra.

Az erősítőhöz csatornánként egy-egy bassz-reflexdoboz, valamint csatornánként 4-4 db magassugárzó tartozik (22-26. ábra).

A mélysugárzók HX 403 típusú, a magassugárzók HC 10/10 típusú hangszórók. A bassz-reflexdoboz készítésénél előtérbe került a mechanikai stabilitás, valamint a tetszetős kivitel, természetesen a műszaki paraméterek romlása nélkül.