



Rózsa Sándor okl. vill. mérnök

A Rádiótechnika évkönyveiben 1968–1976 között nagyszámú elektroncsöves, tranzistoros és integrált áramkörös rádióvevőkészülék működését, kapcsolási rajzát vagy építési leírását ismertettük. Ezek a leírások ma már nem mindenki számára hozzáférhetőek. Különösen hiányoznak azok részére, akik most kezdenek az elektronikával a rádiótechnikával ismerkedni, gyakorlati tapasztalatokat szerezni. Jelen leírásban egy kivételtől eltekintve csak egyenes rendszerű rádióvevőkészülékekkel foglalkozunk. Célunk, hogy az ilyen típusú készülékek különböző változatairól áttekintést adjunk, a szupervevőkészülékekkel egy későbbi közleményben foglalkozunk.

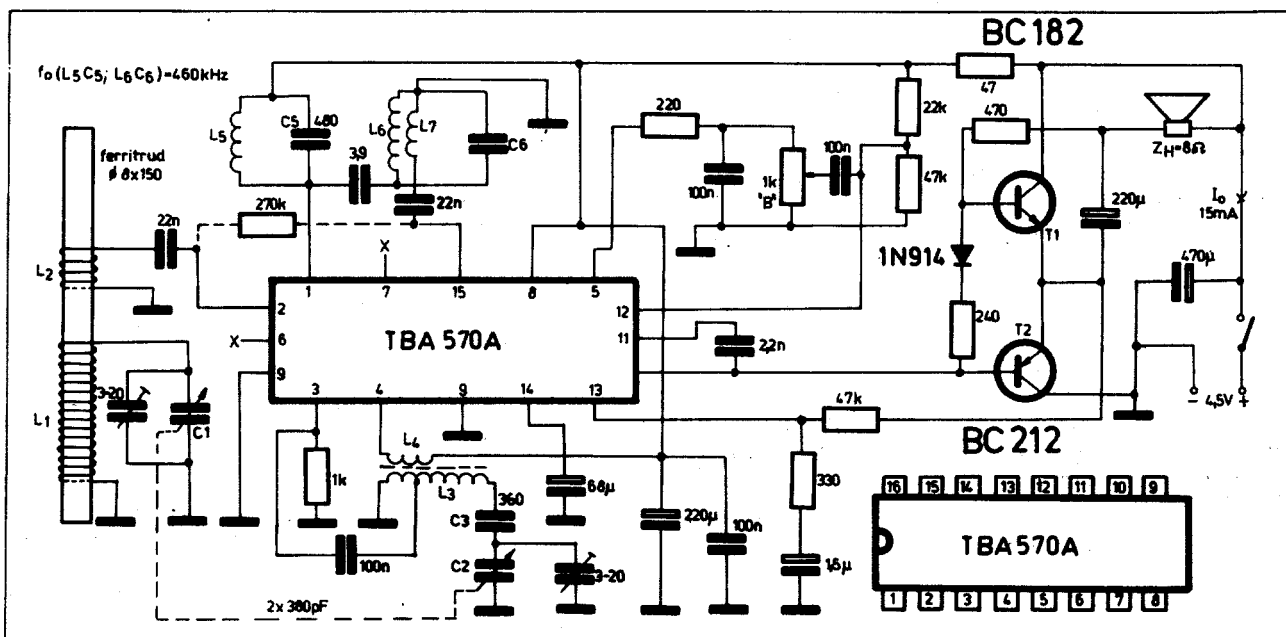
## Bevezetés

A rádiótechnikai alapismeretek megszerzésének egyik legjobban bevált útja a különböző bonyolultságú rádióvevőké-

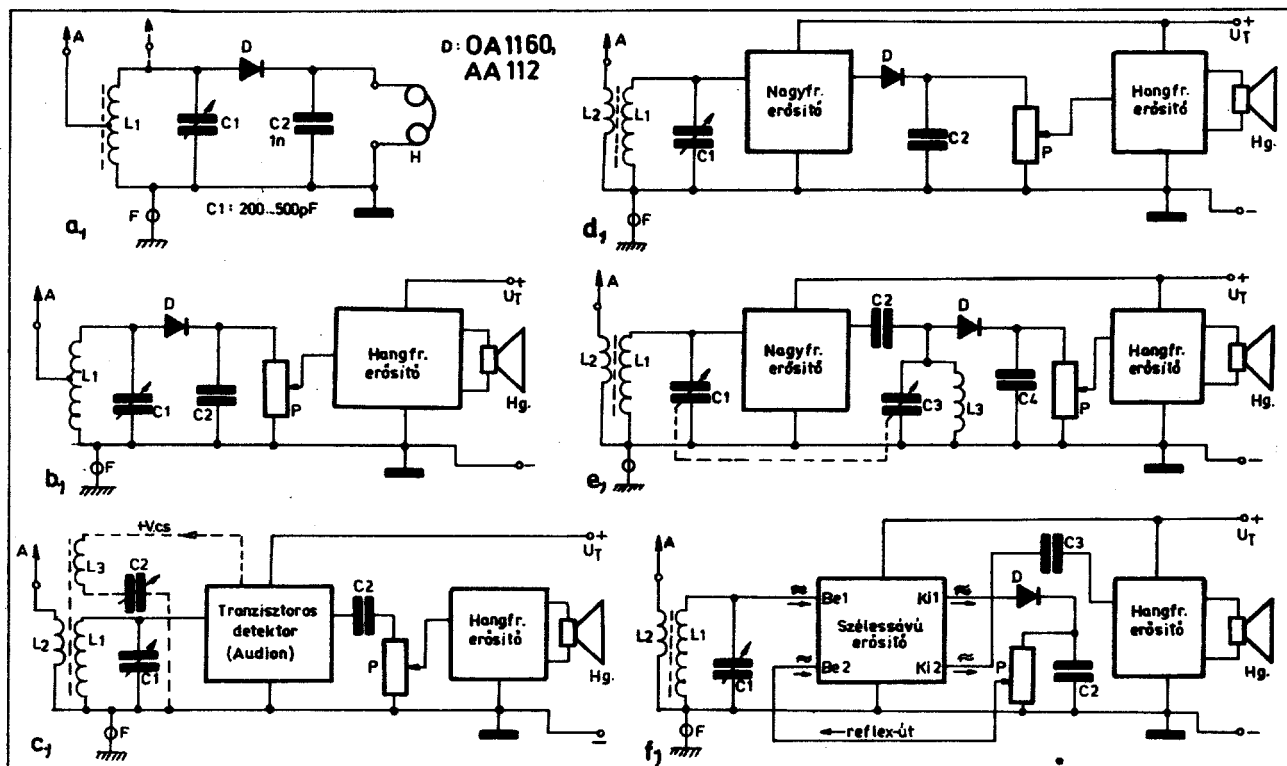
szülékek egymás utáni elkészítése. Bár a multivibrátor kapcsolást is nagyon sokféle változatban lehet elkészíteni, melyek műszaki paraméterei (frekvencia, amplitúdó, üzemmód, működésgyorsaság stb.) nagyon eltérőek lehetnek, mégis ezek között különbséget tenni csak jól működő műszerekkel lehet, amelyekkel éppen a kezdő amatőrök nem rendelkeznek. A rádióvevő esetében kedvezőbb a helyzet, mert a nagyvilág sok ezernyi rádióadója mind megannyi jelforrásként rendelkezésre áll az elkészült „mestermű” vizsgálatára. Az egyre bonyolultabbá váló készülékek közötti minőségi különbség szó szerinti értelmezésében „füllel hallható”. Az érzékenyebb készülék távolabbi állomásokat vesz. A szelektivebb jobban elválasztja a közeli adókat vagy lehetővé teszi erős állomás melletti gyengébb, távolabbi adók vételét. A készülékek hangteljesítménye, hangtisztasága és hangszínezete is egyre változik s ha ismereteink valóban gyara-

podnak, akkor mindig a kedvezőbb irányba.

Ahhoz, hogy jól működő rádióvevőkészüléket készíthessünk, tisztában kell lenni az aktív elemek feszültségellátásával, a szükséges tápegységekkel, a hangfrekvenciás és a rádiófrekvenciás technika alapvető fogásaival, buktatóival és a felmerülő problémák (áramkörök összekapcsolása, fokozatok egymásra hatása, illesztés, gerjesztés, instabilitás stb.) elvi és gyakorlati megoldásaival. Ezen ismeretek megszerzéséhez kívánunk segítséget adni azzal, hogy rendszerezetten áttekintjük az egyenes, azaz frekvenciaváltást nem tartalmazó tranzistoros rádiókészülékek gyakorlatban kialakult változatait. Az ismertetésben több mint 30 komplett vevőkészülék megoldás szerepel a detektoros, illetve egytranzistoros készüléktől kezdve a soktranzistoros, illetve integrált áramkörös készülékekig. Ha viszont a különböző készülékek főbb egységeit (rádiófrekvenciás



1. ábra. Korszerű integrált áramkörös középhullámú szupervevő kapcsolási vázlata



2. ábra. Egyenes rendszerű rádióvevőkészülékek főbb változatai

rész – hangfrekvenciás erősítő tápellátás) egymással kombináljuk, akkor akár 100 különböző készülék leírása is megtalálható összefoglalásunkban. Javasljuk, hogy a gyakorlati munka elkezdése előtt gondosan olvassuk végig az egész anyagot, mert a magyarázatok összefüggenek.

## Rádióvevőkészülékek alapváltozatai

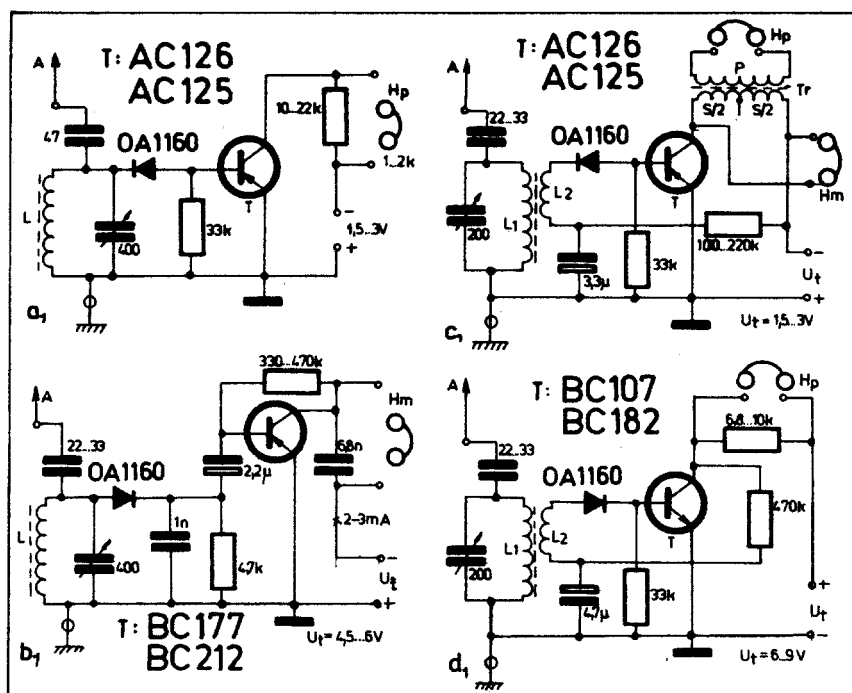
Anyagunk terjedelmi korlátai miatt fel kell tételeznünk, hogy olvasóink tisztában vannak a rádióvevőkészülékek elvi működésével és ismerik az egyenes és a szuperheterodin rendszerű vevők közötti különbséget. Mindezek mellett rögzítsük le, hogy azt a készüléket nevezzük egyenes vevőnek, melynek valamennyi, a szelektivitást meghatározó rezgőkörét a vett állomásra kell hangolni és ha a demoduláció előtt nagyfrekvenciás erősítést is alkalmazunk, akkor ez a vett állomás vivőfrekvenciáján történik. Ismeretes, hogy a rádióállomások amplitúdómodulált (AM) vagy frekvenciamodulált (FM) vivőhullámot sugároznak. A közismert hosszú-, közép- és rövidhullámú műsorsávokban dolgozó adóállomások szinte kizárólagosan AM üzemmódban működnek. Az egyenes vevők általában az említett hullámsávokon (többnyire csak középhullámon) működnek, ezért demodulátoruk AM-jelek vételét kell, hogy biztosítsa.

Mielőtt bárki feltenné a kérdést, hogy minek foglalkozunk az integrált áramkörös szupervevők világában a rosszabb vételképességű egyenesvevőkkel, készséggel elismerjük, hogy az 1. ábrán látható, 4,5 V

tápfeszültségről működő, 250 mW teljesítményű IC-s rádióvevő valamennyi ismeretetre kerülő egyenesvevőnél érzékenyebb, vételkésebb, és szelektívebb. Ahhoz azonban, hogy ilyen vevőkészüléket építhessünk és a működést pontosan ismerjük, nagyon hasznos az egyenesvevőkkel való alapos megismerkedés. A szupervevőkészülékek teljesítményerősítésén kívüli valamennyi funkcióját ellátó TBA 570 A típusú áramkört sem lehet egykönnyen beszerezni, ezzel szemben tranzistorokkal működő egyenes- és szupervevők építéséhez a legtöbb amatőrnek minden anyag rendelkezésére áll vagy könnyen elérhető.

Az egyenes-vevőkészülékek funkcionális felépítés szerint különböző főbb változatait a 2. ábrán mutatjuk be. A legegyszerűbb egyenesvevő (a részletrajz) az ún. detektoros vevőkészülék, ami az  $L_1C_1$  rezgőkörből, a D detektorból és a 2...4 kΩ ellenállású H hallgatóból áll. Ez a készülék aktív elemet nem tartalmaz ezért tápfeszültségre sincs szükség. Az  $L_1$  tekercs a forgókondenzátor kapacitásától függően 100...150 menet lehetőleg litze huzalból 8...10 mm-es vasmagos tekercstesten. A kisebb méretszámú tekercs a nagyobb kapacitású kondenzátorhoz tartozik. Antennaillesztésre szolgáló leágazást (esetleg többet is) végmenetszám 35...70%-ánál lehet készíteni. Jól elkészített vevőkészülékkel a helyi adók műsora vehető. A következő vevőkészülék típusban (b rajz) a detektoros vevőkészüléket hangfrekvenciás erősítővel egészítjük ki a hangerő növelése vagy hangszóró működtetése céljából. Ezeknek a készülékeknek a vételképessége azonos és csak az antenna hatásosságának növelésével javítható.

A c részletrajz az ún. audion típusú vevőkészülék felépítését mutatja, amire az jellemző, hogy dióda helyett tranzistor végzi a demodulációt a hangfrekvenciás erősítőt megelőző bemeneti fokozatban. A készüléktípus nagy előnye, hogy pozitív nagyfrekvenciás visszacsatolás alkalmazásával a készülék vételképessége és szelektivitása nagyon jelentősen fokozható. Az a-b-c rendszerű vevőkészülékek közös jellemzője, hogy egy rezgőkört tartalmaznak és nincs bennük nagyfrekvenciás erősítőfokozat. A d-e-f részletrajzokon látható készülékekben már a bejövő jeleket is erősítik a vételi frekvencián. A d-típusban a demodulátor előtt aperiódikus, azaz nem hangolt szélessávú nagyfrekvenciás erősítő található. A nagyfrekvenciás erősítő alkalmazása lehetővé teszi hangolt körök számának növelését is a szelektivitás javítása érdekében. Az e változat szerinti készülékekben a nagyfrekvenciás erősítő csak a vett állomások jeleit erősíti a második hangolt kör ( $L_3C_3$ ) alkalmazása következtében. Az f-megoldású ún. reflex vevőkészülékekben a hangfrekvenciás és a nagyfrekvenciás áramkörök szétválasztásával a nagyfrekvenciás erősítőt kétszeresen kihasználjuk. Demoduláció után a hangfrekvenciás jeleket is erősítjük a szélessávú nagyfrekvenciás bemeneti fokozattal. Megemlítjük, hogy reflex vevőkészülék is lehet kéthangoltkörös. A fenti főbb vevőtípusok mellett néhány érdekesebb, ezektől eltérő megoldást is ismertetni fogunk. Az ismertetésre kerülő készülékek, ahol nem adunk meg adatot, mindig a középhullámú frekvenciasávban (500...1620 kHz) működnek.



3. ábra. Egytranszistoros, dióda demodulátoros rádióvevőkapcsolások

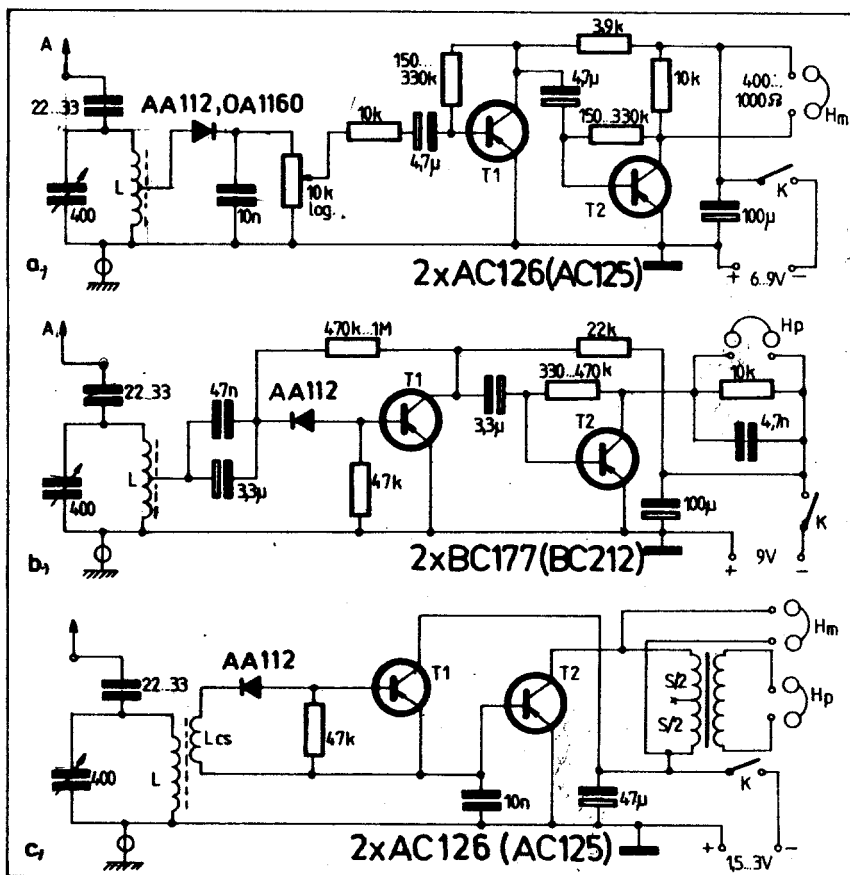
### Diódás vevők hangfrekvenciás erősítővel

Az egytranszistoros hangerősítővel kiegészített diódás vevőkészülékek különböző változatai a 3. ábrán láthatók. Az a részletrajzon a T tranzistor munkapontját a vett állomás vivőhullámából egyenirányított egyenfeszültség állítja be. A  $H_p$  hallgató piezoelektromos rendszerű, ezért kell áramvezetés céljából munkaellenállást is alkalmazni. Mágneses rendszerű hallgató ( $H_m$ ) használatához alkalmas a b-kapcsolás, melynél a T tranzistor munkapontját a kollektort és a bázist összekötő 330...470 k $\Omega$ -os ellenállás állítja be. Az ellenállást úgy kell megválasztani, hogy 1 k $\Omega$ -nál kisebb ellenállású hallgatón 2...3 mA, 1 k $\Omega$ -nál nagyobb hallgatón pedig 1...1.5 mA kollektoráram folyjon. Piezoelektromos (kristályos) hallgatót transzformátorral is lehet tranzistor kollektor-körébe csatlakoztatni (c rajz), e célra megfelel egy fordítva kapcsolt fázisfordító transzformátor is, melynek áttétele általában 4:1 + 1. Mind a c mind a d részletrajz érdekessége, hogy a diódán átfolyik a tranzistor bázisárama is. Ezzel a megoldással csökken a vevő küszöbérzékenysége, mert a diódát a bázisáram a görbült kezdeti szakaszból átviszi a lineárisabb működési tartományba. Mind a 4 vevőkészülék tekercseire a diódás vevőnél elmondottak érvényesek. Ahol a diódát külön tekercs illeszti (c-d), ott a csatolótekercs menetszáma a hangolótekercsének körülbelül a fele. Kisebbszámú menetszámmal a vevő érzéketlenebbé de szelektívebbé, mert a dióda kevésbé csillapítja a rezgőkört.

Az egytranszistoros vevőkészülék vételképességét a hangerősítő fokozatok számának növelésével lehet javítani. A még min-

dig fejhallgató működtetésére ajánlott kéttranszistoros változatok a 4. ábrán láthatók. Az a megoldásban önálló hangerőszabályozót alkalmazunk a dióda kör után, amit 2 db földelt emitterű erősítő fokozat követ mágneses hallgató működtetése céljából. A b-változatban a dióda nyitó irányú előfeszítést kap, mert része a  $T_1$  tranzistor bázisáramkörének. E készülékhez kristályos hallgatót lehet használni. Mindkét hallgatótípus működtethető a c-változatú készülékkel. A  $T_1$  tranzistor vezérlését bázisa és emittere között kapja, de munkaellenállása, ami a  $T_2$  bázisköri bemeneti ellenállásával egyenlő, nem a kollektor hanem az emitterkörbe került. Mindkét tranzistor munkapontját a vett állomás egyenirányított vivőhulláma állítja be. Hangerőállítás félrehangolással történhet. Az L hangolótekercs 6 mm-es vas-magon 130...140, 8 mm-es vas-magon pedig 110...120 menet 10...20  $\times$  0,05 mm-es litzehuzalból. Leágazás 50...60 menetnél, illetve a külön csatolótekercs menetszáma is ugyanennyi.

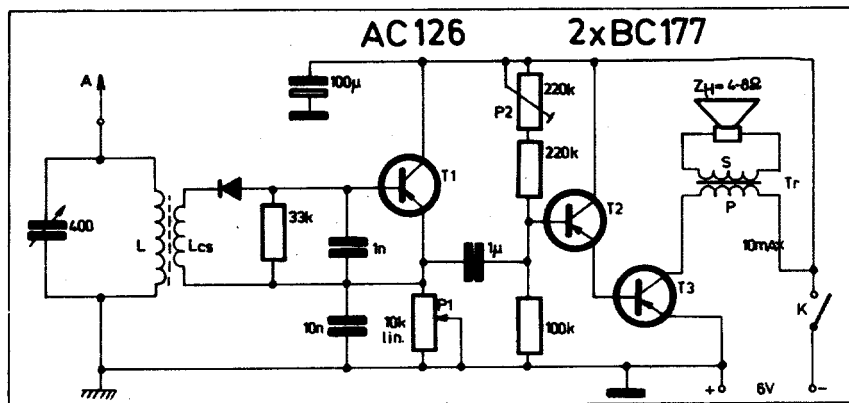
Nemcsak a kéttranszistoros, de még az egytranszistoros rádióval is meg lehet kísérelni a hangszóróvételt, különösen az adóállomások közvetlen környezetében. Mivel a tranzistorok ára lassan lecsökken az ellenállások árszintjére, nem említve a kondenzátorokat, melyek egyes változatai már most is drágábbak az egyszerű felve-



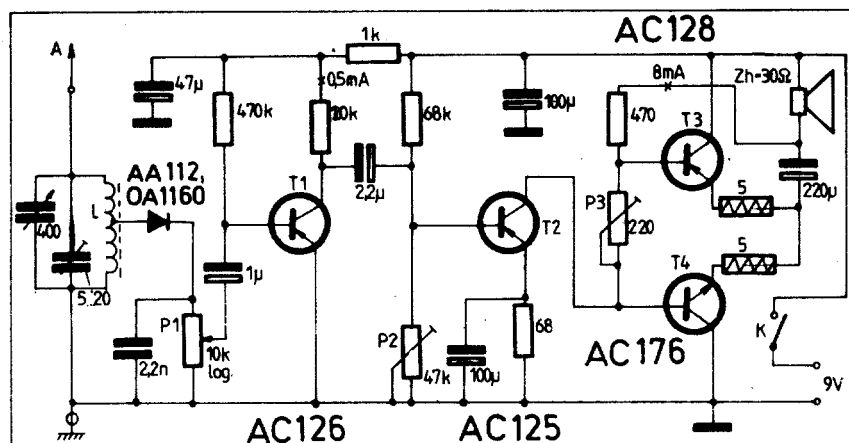
4. ábra. Kéttranszistoros dióda demodulátoros rádióvevőkapcsolások

zetőkénél a hangszóró vételhez az 5. ábrán látható háromtranzistoros kapcsolást javasoljuk. Az előző vevőkből ismert bemeneti rezgőkörhöz a  $T_1$  germánium tranzistor munkapontját is beállító diódás egyenirányító csatlakozik. A  $T_1$  munkaelenállását képező  $P_1$  potenciométerrel az erősítést lehet szabályozni. A  $T_1$  azért germánium tranzistor, mert kisebb a nyitó feszültsége mint a szilícium tranzistoroké. Az egyenáramúlag összekapcsolt  $T_2$ – $T_3$  szilícium tranzistorok közül a  $T_2$  földelt kollektoros illesztőfokozat (emitterkövető) a  $T_3$  pedig transzformátoros kimenetű földelt emitteres erősítő. Mindkét tranzistor munkapontját a  $P_2$  potenciométerrel lehet egyszerre beállítani oly módon, hogy a  $T_2$  kollektorkörében 10 mA egyenáram folyjon. A  $T_3$  illesztő ellenállása mint tudjuk  $6V:0,01A = 6000\Omega$  4 $\Omega$ -os hangszórót pedig  $\sqrt{600:4} \approx 12$ -szeres 8 $\Omega$ -os hangszórót pedig  $\sqrt{600:8} \approx 8,7$ -szeres áttételű transzformátorral illeszthetjük a  $T_3$  tranzistorhoz. Egy kisméretű, 0,8–1,5 cm<sup>2</sup> magkeresztmetszetű transzformátoron a primer tekercs 500–600 menet 0,1–0,2 mm-es huzalból a szekunder tekercs 4 $\Omega$ -ra 42–50 menet, 8 $\Omega$ -ra pedig 60 menet 0,5–0,8 mm-es huzalból. Ha a vasmag tekercselési tere megengedi, mindig a vastagabb huzalt kell alkalmazni. Kísérleti célokra gyári kimenőtranszformátorokat is lehet alkalmazni. Sokféle zsebrádió push-pull kimenőtranszformátora elérhető, vagy roncs készülékből kiserelhető. Ezeket vagy fél vagy teljes primer tekercsrel kell bekötni a  $T_3$  kollektorkörébe.

A 6. ábrán bemutatunk egy 250 mW kimeneti teljesítményű négytranzistoros hangszórós vevőt a közvetlen bemenetű rádióvevők típusainak lezárásaként. Ebben a vevőben a demodulátort hangerőszabályozó ( $P_1$ ) követi, melyhez egy tranzistoros előerősítő ( $T_1$ ) csatlakozik. A  $T_1$  0,5 mA-os munkapontját szükség esetén a bázis nyitó ellenállás (\*) cseréjével lehet beállítani. A  $T_2$ , a  $T_3$  és a  $T_4$  tranzistorok együttesen egy ún. komplementer tranzistoros transzformátor nélküli teljesítményerősítőt alkotnak. A kapcsolás csak 30 $\Omega$ -os hangszóróval működtethető. A  $P_2$  potenciométert úgy kell beállítani, hogy a két emittert összekötő 5 $\Omega$ -os ellenállások közös pontján vezérlés nélkül 4,5 V feszültség legyen mérhető. A  $P_3$  potenciométerrel pedig a  $T_3$ – $T_4$  tranzistorok induló áramát



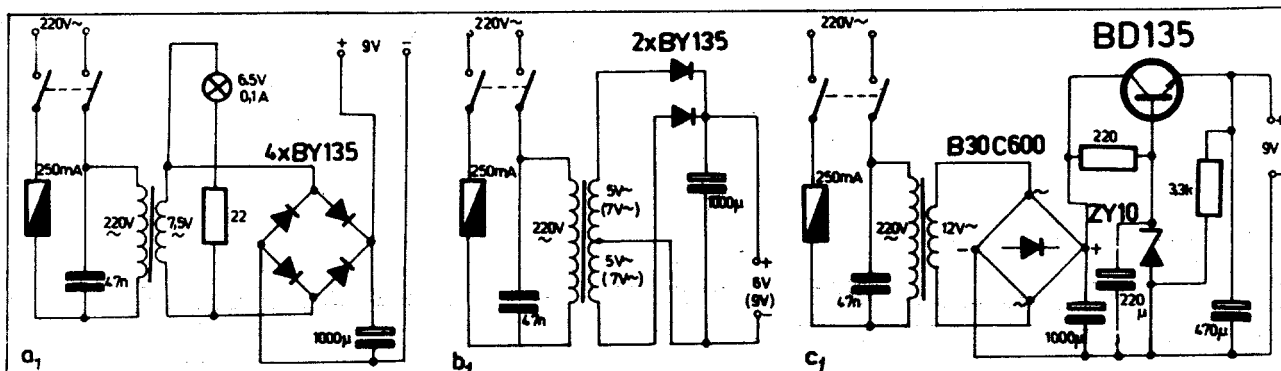
5. ábra. Háromtranzistoros dióda demodulátoros rádióvevő kapcsolási vázlata



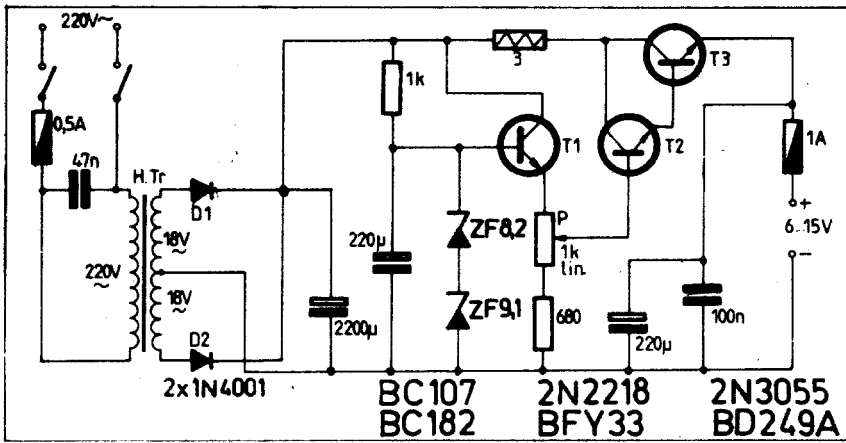
6. ábra. Négytranzistoros dióda demodulátoros rádióvevő kapcsolási vázlata

kell 3–5 mA-ra beállítani. A  $T_2$  munkaelenállását 470 $\Omega$ -ról 1 (1,5) k $\Omega$ -ra is lehet növelni a kollektoráram 4 (3) mA-ra való csökkentése mellett. Megemlítjük, hogy a  $T_2$  kollektorellenállása (470 $\Omega$ ) feszültségutánhúzás céljából kapcsolódik az erősítő kimenethez, illetve a hangszórón keresztül a tápfeszültséghez. Ily módon a kimeneti feszültség hozzáadódik a tápfeszültséghez s amikor a  $T_3$  tranzisztort kell kinyitni teljesítménykivezérlésnél a  $T_2$  tápfeszültsége nem 9 V hanem 13 V.

A rádióvevők ismertetésének sorát megszakítva a 7. és a 8. ábrán bemutatunk 4 egyszerű hálózati tápegységet, mert a kísérletezés ily módon olcsóbbá válik az elemek magas árához viszonyítva. Másrészt pedig a vevőkészülékek vételkésztsége megjavul különösen ott, ahol az elektromos hálózat légvezeték. A 7/a és a 7/b ábrán egyszerű csúcseyenirányítós tápegységek rajza látható. Mivel a bemutatott vevőkészülékeink áramfelvétele ritkán éri el a 100 mA-t jól szűrt, közel csúcsértékű



7. ábra. Egyszerű fix kimeneti feszültségű tápegységek tranzistoros rádióvevőkör:



8. ábra. 6...15 V között szabályozható feszültségű tápegység kapcsolási vázlata

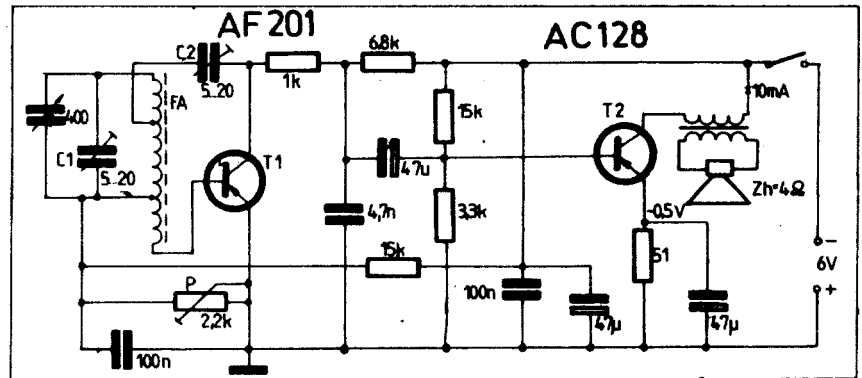
egyenfeszültséggel számolhatunk. A 7/c ábrán akár 500 mA-ig is terhelhető egyszerű kivitelű feszültségstabilizátor kapcsolási vázlata látható, melyben a soros szabályozó tranzisztor bázisfeszültségét Z-dióda fogja meg, illetve tartja állandó értéken.

A 7/c ábrán látható kapcsolás továbbfejlesztett 6...15 V között beállítható változata látható a 8. ábrán. A kapcsolásban a  $T_3$  tranzisztor az áteresztő-szabályozó elem, a  $T_1$  és a  $T_2$  illesztési célokat szolgálnak. Mind a 4 tápegység rajzán megadtuk a szükséges tranzisztorok feszültségadatait. Elkészítésükénél túlméretezésre kell törekedni, azaz vastag huzalokat kell használni. Irányadatként jegyezzük meg, hogy a kívánt egyenáramú terhelés 2...3-szorosának megfelelő áramra kell a transzformátor huzalokat méretezni. Ha pl. 200 mA egyenáramot kívánunk felhasználni, akkor méretezzük a csúcsegényirányító transzformátor szekundertekercsét 500 mA-ra és a primer keresztmetszetét is növeljük meg, ha elfér az ablakban ilyen arányban.

### Tranzisztor demodulátoros vevőkészülékek

Az egyes vevőkészülékek következő csoportját az elektroncsöves technikából ismert audion fokozatnak megfelelő tranzisztor demodulátoros készülékek alkotják. Előrebocsátjuk, hogy audionfokozat

ban csak nagyfrekvenciás tranzisztort lehet alkalmazni, hiába hangfrekvenciás feszültség a kimenete. Viszonylagosan egyszerű kéttranzisztoros vevőkészülék kapcsolási vázlata a 9. ábrán látható. Ebben a vevőben a  $T_1$  tranzisztor alkotja a demodulátor fokozatot a  $T_2$  pedig egyszerű



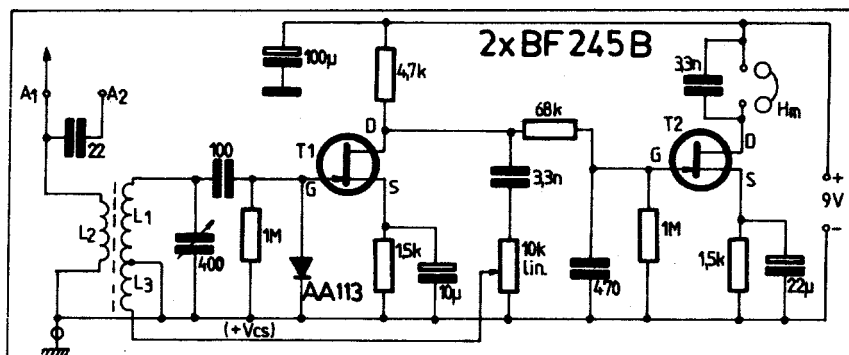
9. ábra. Tranzisztordemodulátoros, visszacsatolt rádióvevő kapcsolási vázlata

hangfrekvenciás erősítő 60 mW nyugalmi teljesítmény felvétellel, melyből a hangszóró teljes kivezrlésnél jó illesztés mellett 20...25 mW hangteljesítményt hasznosít. Ez a készülék az, amelynél meg lehet kezdeni az önálló munkát, mert a  $T_2$  helyett 2, 3 vagy 4 tranzisztoros hangerősítő fokozatot is lehet alkalmazni a hangteljesítmény

növelése érdekében. Ilyen kapcsolásokat a továbbiakban bemutatásra kerülő vevőkészülékekből vehetünk át.

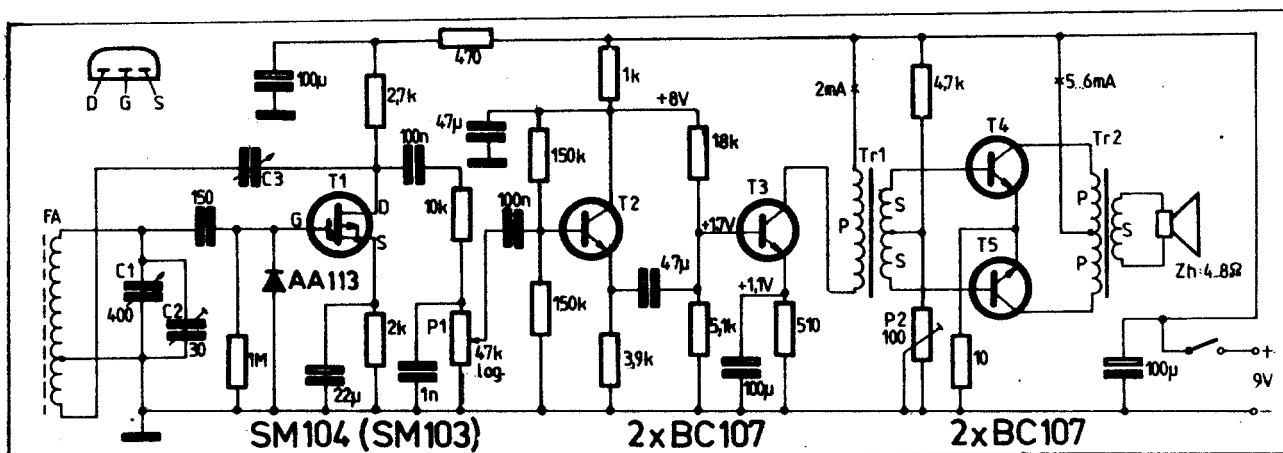
A demodulátor fokozatra visszatérve a rajzon látható, hogy pozitív visszacsatolást is alkalmazhatunk. A működés javítása a detektálási küszöbfeszültség csökkentése érdekében a P potenciométer állításával a  $T_1$  tranzisztorának 50...100  $\mu$ A kollektoráramot kell beállítani. A  $C_1$  kondenzátor hangolásra, a  $C_2$  pedig a visszacsatolás beállítására használható. A  $C_2$  beállítása lehet fix is, oly módon, hogy a vevőkészülék sehol se gerjedjen be, de ezt az állapotot közelítse meg. Ha a  $C_2$  is kivezetett tengelyű forgókondenzátor, akkor minden egyes állomásnál beállíthatjuk a legjobb vételi állapotot. A ferritúdra tekercselt rezgőkör 60...70 menet 10...20 ereszdrott (litze) huzalból leágazás 35. menetnél. A báziscsatolótekeres menet száma: 10...12.

A tranzisztorok kísértékű bemeneti ellenállása nem teszi lehetővé a teljes rezgőköri feszültség hasznosítását, mert a készülék elvesztené a szelektivitását. A csöves audionnál ez nem áll fenn s ennek megfelelő kapcsolást FET-tel lehet megépíteni. Mivel ennek nem kedvezőek a demodulá-



10. ábra. FET audionos rádióvevő kapcsolási vázlata

ciós tulajdonságai, általában egy germánium dióddal is kiegészítik. A 10. ábrán zárrórteges FET-tel működő 2 tranzisztoros hallgató vevőkészülék kapcsolási vázlatát ismertetjük. Ebben a készülékben is megtalálható a 10 k $\Omega$ -os potenciométerrel folyamatosan beállítható pozitív visszacsatolás. Ha a  $H_m$  mágnes hallgató helyett beiktatunk egy 3.3 k $\Omega$ -os ellenállást, akkor ezt a vevőkészüléket kondenzátoros csatolással tetszés szerinti hangfrekvenciás teljesítményfokozatokkal bővíthetjük. A 400 pF-os hangoló kondenzátorhoz  $8 \times 20$  mm-es vasmagra 110 menetes hangoló tekercset kell készíteni ( $L_1$ ). Az antenna csatoló tekercs vagy 25...30 menet vagy pedig 350 menet 0.1 mm-es zománc selyem huzalból. Az  $L_2$  visszacsatolótekeres 25...30 menet, s mivel az  $L_1$  folytatásaként kell feltekercselni ugyanabból a huzalból készülhet mint az  $L_1$ . Ha az anten= natekeres kis menetszáma, akkor önrezonanciája a vett hullámsáv fölé, ha nagy menetszáma, akkor pedig alá kerül. Ha ez az önrezonancia a vételi sávba esne, s ennek környezetében éppen lenne egy adóal-



lomás, akkor ezt mindig lehetne hallani. Ha ilyen esettel találkozunk, akkor meg kell változtatni az antenna csatoló tekercs menetszámait az elmondottak szerint.

Az előző készülék öttranzisztoros komplettebb változata a 11. ábrán látható. A bemeneti fokozatban SM 103 (104) típusú nagyfrekvenciás MOSFET tranzisztor működik. Fontosabb változások a bemeneti fokozatban 10. ábrához viszonyítva: Vasmagos tekercs helyett ferritantenna, kondenzátorral szabályozható pozitív visszacsatolás és önálló hangerőszabályozó ( $P_1$ ). A 4 tranzisztorból álló 3 fokozatú hangfrekvenciás erősítőben a  $T_2$  impedanciaillesztő emitterkövető kapcsolatban, a  $T_3$  erősítő és fázisfordító funkciót látja el a  $Tr_1$  transzformátor segítségével. A  $T_4$  és  $T_5$  tranzisztorok ellenütemű (push-pull) transzformátoros kimeneti fokozatban működnek. A 10 mm átmérőjű 150...160 mm hosszú ferritrudon az  $L_1$  tekercs 65...70 menet az  $L_2$  csatolótekercs 30...35 menet sodrott huzalból. A  $Tr_1$  és a  $Tr_2$  transzformátorok gyári kivitelűek is lehetnek. Elkészítésükhöz irányadatok a következők: Mindkét transzformátor 1...2 cm<sup>2</sup> magkeresztmetszetű lemezelvű vasmagra készíthető el.  $Tr_1$ : primer 2000 menet

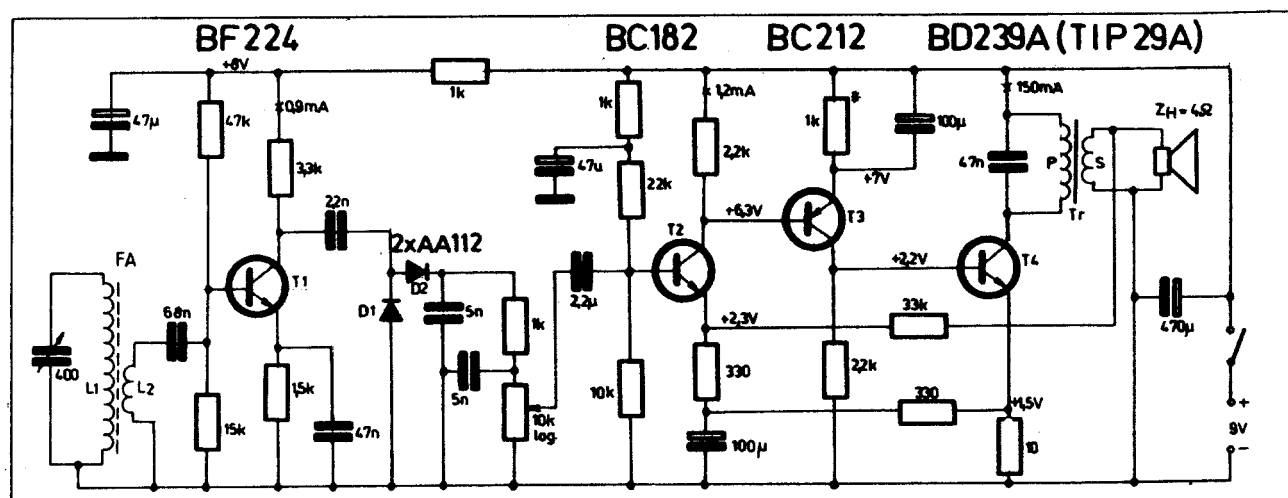
0,1 mm-es, szekunder  $2 \times 500$  menet bifilárisan, 0,15 mm-es huzalból.  $Tr_2$ : primer  $2 \times 250$  menet 0,2 mm-es szekunder 60 menet 0,6...0,8 mm-es huzalból. Ha a hangszóró  $8 \Omega$ -os, akkor a szekunder menetszámot 80-ra kell növelni a vékonyabb huzal alkalmazása mellett. A hangteljesítmény várható értéke  $300 \dots 400$  mW.

## Rádióvevők nagyfrekvenciás erősítéssel

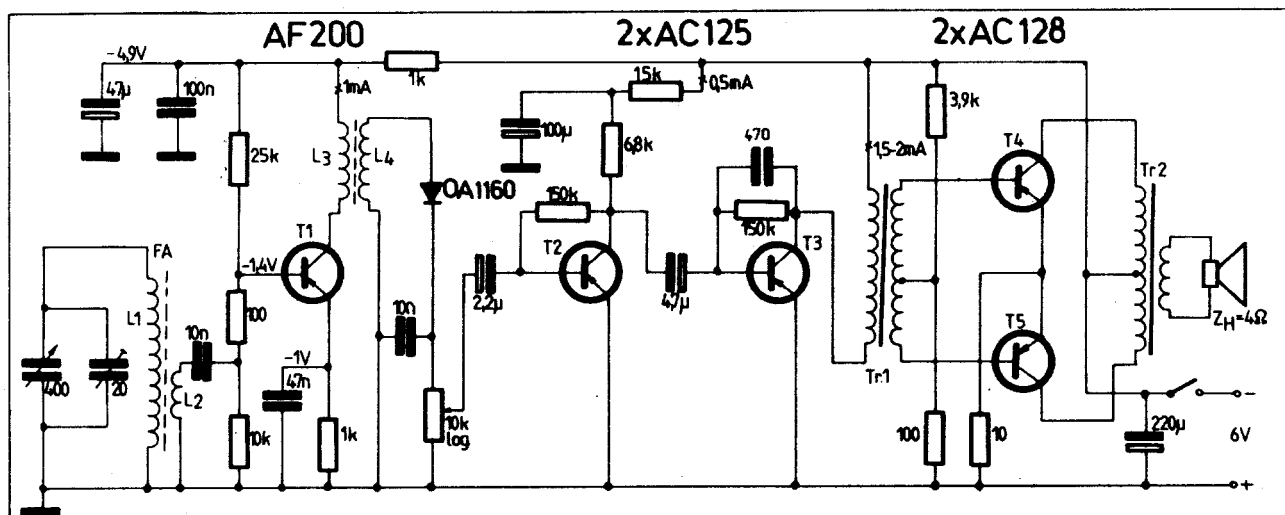
Az összefoglaló ábránk (2) d-változata szerint működik a legtöbb egyenes vevő, mert az érzékenységet a demodulátor elé épített 1...2 fokozatú nagyfrekvenciás erősítő jelentősen megjavítja. Gondoljuk meg, hogy a diódás demodulátor működéséhez 50 mV nagyságrendű nagyfrekvenciás feszültség szükséges. Akármilyen jó antennatranszformáció mellett is ez csak néhányszor 10 mV-os jelek vételét teszi lehetővé. Pozitív visszacsatolással, tranzisztoros demodulátorral el lehet érni az 1 mV-os érzékenységet is. Ugyanígy nagyon akkor is, ha meg tudunk valósítani egy 30...100-szoros erősítést a vett állomás

vívóhullámán s emellett nem szükséges a visszacsatolás állítgatása. A nagyfrekvenciás erősítést mint a későbbiekben látni fogjuk automatikusan is lehet változtatni oly módon, hogy erős állomás vételénél csökkenjen mértéke (AVC) s ezzel javíthatunk azon a problémán, hogy különböző térejárási állomások erősen eltérő hangerővel jelentkeznek.

A legelső készülék, amit ebben a kategóriában bemutatunk négytranzisztoros és tekintélyes 500 mW-os hangerőt biztosít. Rendszerében egyfokozatú nagyfrekvenciás erősítőtől ( $T_1$ ), két diódás feszültségkettőző demodulátorból és egy 3 fokozatú komplementer tranzisztoros ( $T_2$ – $T_3$ – $T_4$ ) kimenetén „A” osztályú teljesítményerősítőtől ( $T_4$ ) áll. A hangszórót transzformátor illeszti a  $T_4$  tranzisztorhoz. A 9 V tápfeszültségen 150 mA áramot vezető tranzisztor munkaellenállása  $9\text{ V} : 0,15\text{ A} = 60\ \Omega$  ebből  $10\ \Omega$  az emitterellenállás ezért a hangszórót kb.  $50\ \Omega$ -ra kell illeszteni. A transzformátor áttétele az impedanciák hányadosának négyzetgyökéből számolva:  $\sqrt{50 : 4} \cong 3,5$ -szeres, azaz  $P : S = 3,5 : 1$ . Ha egy  $3 \cdot 4\text{ cm}^2$  magkeresztmetszetű lemezelt vasmagon a szekunder tekercs 60 menet 0,8 mm-es huzal-



12. ábra. 500 mW kimeneti teljesítményű négytranzistoros rádióvevő kapcsolási vázlata



13. ábra. 200 mW kimeneti teljesítményű öttranszistoros rádióvevő kapcsolási vázlata

ból, akkor a primer 200...210 menet 0,3...0,4 mm-es huzalból. EI-formátumú lemezeket kell használni s egy oldalon kell berakni, hogy egy kis légrés is kialakuljon az előmágnesezés hatásának ellensúlyozására. Nézzük meg, hogy hogyan keletkezik a végfokozatban 0,5 W hangteljesítmény. Mivel  $T_4$  „A” osztályú munkaponti árama 150 mA, vezérlés közben a  $T_4$  tranzisztor olyan váltakozó áramot állíthat elő, melynek amplitúdója elvileg 0-ig csökkenhet és 300 mA-ig növekedhet, azaz  $\pm 150$  mA az áramváltozás csúcserőteke. Tegyük fel, hogy ezt az elvi értéket  $\pm 140$  mA-os határig megközelítjük, ebből pedig  $\sqrt{2}$ -vel való osztással adódik, hogy a kimenő transzformátor primer tekercsén folyó hangfrekvenciás váltakozó áram effektív értéke 0,1 A. A teljesítményképletet alkalmazva:  $P_{ki} = I_{eff}^2 \cdot Z_p = 0,1^2 \cdot 50 = 0,5$  W. A képesség  $Z_p$  a hangszóró primer körébe áttantransformált impedanciáját jelenti.

Ebben és az összes ezután következő rádióvevőkben ha külön adatokat nem adunk meg, akkor az FA jelű, ferritrúdra tekercselt rezgőkör adatai az alábbiak: Hangolótékercs 10 mm-es 150...160 mm hosszú ferritrúdon 400 pF-os forgókondenzátorhoz 65...70 menet, 300 pF-os forgóhoz 80...85 és 200 pF-os forgóhoz 90...100 menet lehetőleg  $20 \times 0,05$  mm-es sodratból. A nagyfrekvenciás erősítő báziscsatoló tekercse függetlenül a hangolótékercs menetszámától 6...10 menet. 6 menetnél szelektívebb 10 menetnél érzékenyebb lesz a készülék. A bázis csatoló tekercs menetiránya közömbös, ha pozitív visszacsatolás van a készülékben, akkor ez csak akkor áll elő, ha a bázistekercs és a visszacsatoló tekercs menetiránya ellentétes.

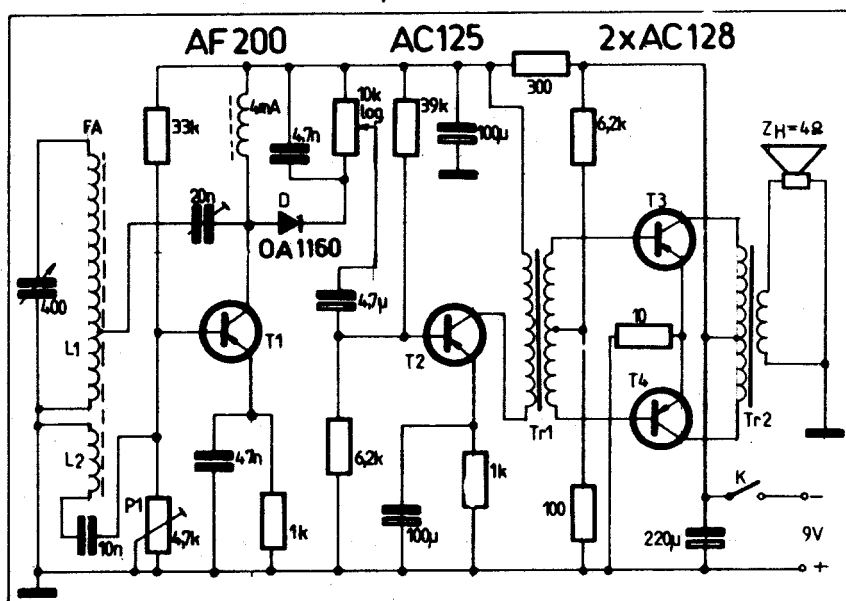
A 12. ábrán bemutatott készülékben a nagyfrekvenciás erősítő munkaellenállása 3,3 k $\Omega$ -os rétegellenállás. A tranzisztor és a szórt kapacitások sőtöltő hatása miatt a munkaellenállás értéke nem növelhető tettesz szerint. Gyakran előfordul az egyenes vevők nagyfrekvenciás erősítőiben induktív munkaellenállás vagy esetenként transzformátoros csatolás is. A 13. ábrán

látható vevőkészülékben a nagyfrekvenciás erősítő munkaellenállása szélessávú transzformátor. Az  $L_3$  tekercs induktivitása 0,5 mH, az  $L_4$  szekunderé pedig 1 mH. Így módon kismértékű feltranszformálás is fellép a  $T_1$  tranzisztor kollektora és a diódás demodulátor között. Az  $L_3$ – $L_4$  tekercseket lehetőleg zárt vasmasos tekercsként kell elkészíteni és a ferrit antennától távol esetleg forgatással kikeresett, gerjedésmentes pozícióban kell elhelyezni. A 6 V tápfeszültségről működő vevőkészülék kimeneti teljesítménye a  $Tr_2$  transzformátorral megvalósított illesztéstől függ. A teljesítményhatárok 50...300 mW, ismételjük a transzformátor menetszámoktól függően. A nagyfrekvenciás fokozatban bármilyen típusú 50 MHz-nél magasabb határfrekvenciájú, pnp germánium tranzisztor alkalmazható. A hangfrekvenciás fokozatokban is tetszés szerinti típusú tranziszto-

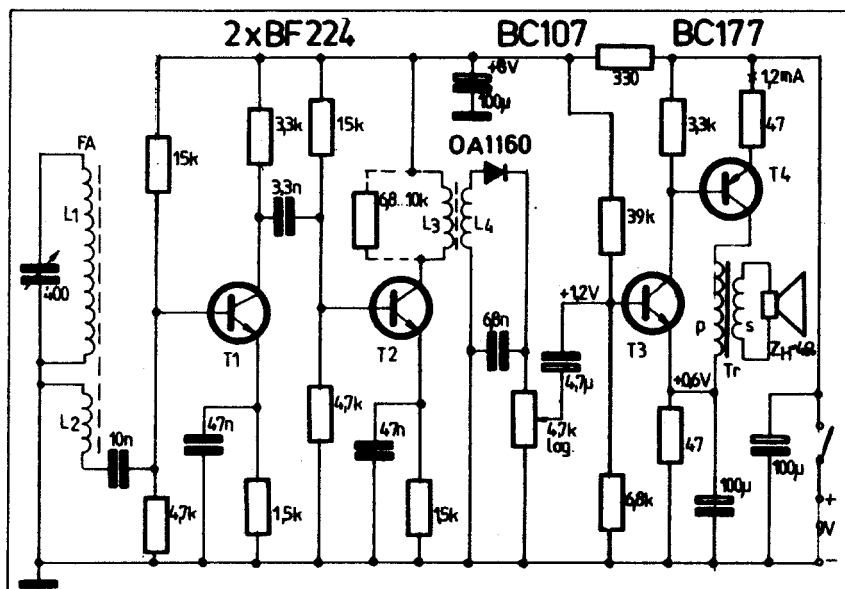
rok felhasználhatók, ha a megadottakkal közelítően egyenértékűek.

A pozitív visszacsatolás mint említettük megközelítően egy erősítő fokozatot pótol, ezért van egy tranzisztorral kevesebb a 14. ábrán látható vevőkészülékben. A demodulátor áramköri elrendezése is eltér az előző készüléktől, mert egyrészt a  $T_1$  munkaellenállása fojtótekercs (4 esetleg 1...2 mH) másrészt az egyenirányító nem a föld, hanem a tápfeszültségoldalra dolgozik. Ez a megoldás azon alapul, hogy a fojtótekercsen nincs számottevő egyenáramú feszültségesés. Ha transzformátorokat a 11. ábrához megadott adatok szerint készítjük el vagy szerezzük be, akkor ez a vevő is 350 mW nagyságrendű hangteljesítményt szolgáltat.

Egy helyett kétfokozatú a rádiófrekvenciás erősítés a 15. ábrán látható négytranszistoros mindössze 30...40 mW-os sze-



14. ábra. Négytranszistoros egyenes vevőkészülék visszacsatolt nagyfrekvenciás erősítő fokozattal



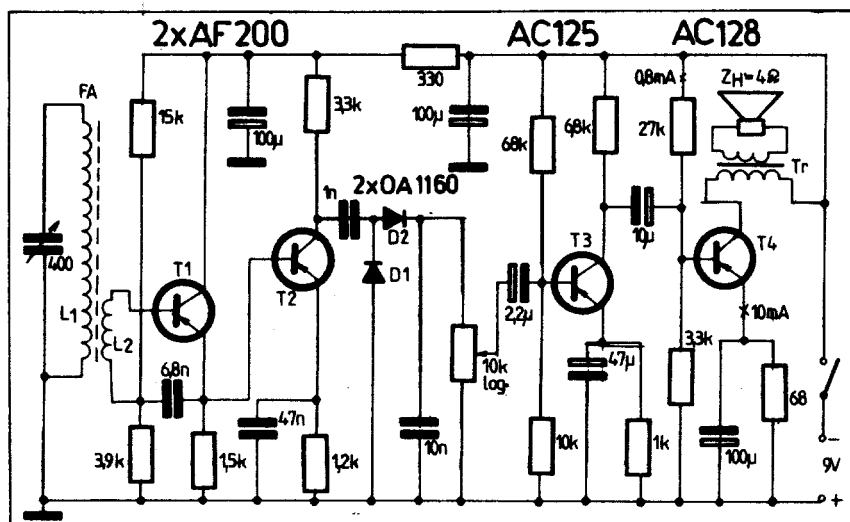
15. ábra. Négytranszistoros vevőkészülék transzformátoros csatolású nagyfrekvenciás erősítővel

A fokozat a  $T_2$  szempontjából egyenáramúlag emitterkövető, de váltóáramúlag olyan mintha földelt emitteres erősítő lenne. A második fokozathoz ( $T_2$ ) két diódás demodulátor csatlakozik. A  $T_3$  és  $T_4$  egyszerű hangfrekvenciás erősítő 15:1 áttételi kimeneti transzformátorral illesztett 4  $\Omega$ -os hangszórót táplál. 8  $\Omega$ -os hangszórót 10:1 áttétellel kell a  $T_4$  tranzistorhoz illeszteni.

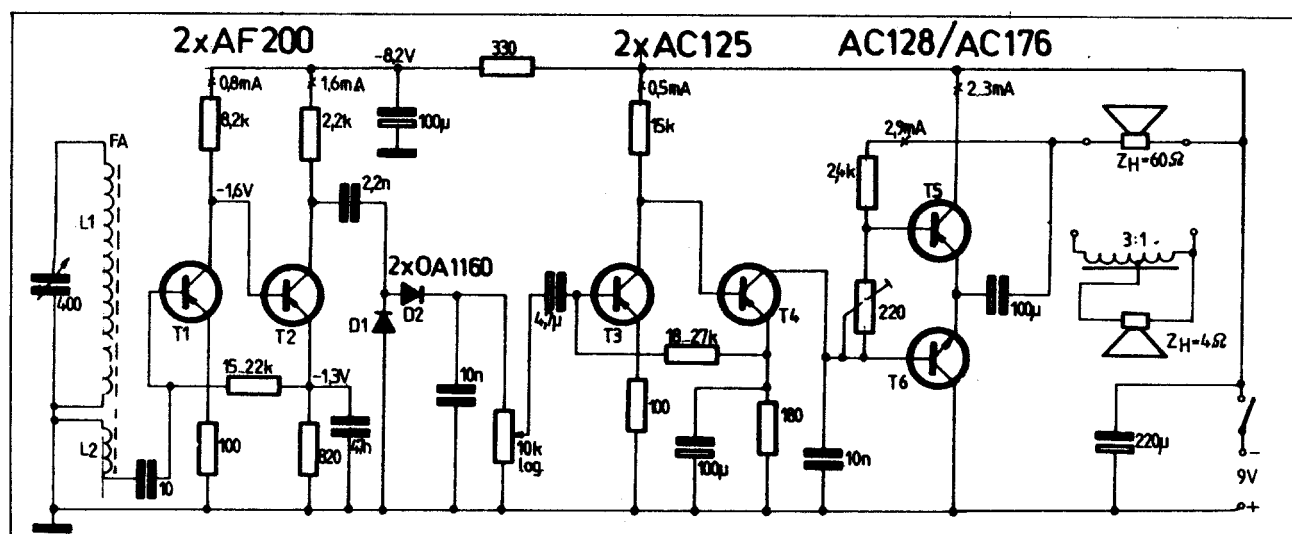
Az előzőekhez hasonló (kicsit eltérő) nagyfrekvenciás fokozattal ellátott hattranszistoros vevőkészüléket a 17. ábrán mutatunk be. A  $T_3$ – $T_4$ – $T_5$ – $T_6$  tranzistorokból álló egycsatolt 3 fokozatú transzformátor nélküli erősítő 60  $\Omega$ -os hangszórón 100; 30  $\Omega$ -os hangszórón pedig 200...250 mW hangteljesítményt biztosít. Ilyen hangszóró hiányában a rajzon meg-

rény hangteljesítményű de emellett érzékeny vevőkészülékben. Az  $L_3$ – $L_4$  szélessávú transzformátor azonos a 13. ábrához megadottal, de még gondosabban kell elhelyezni a fokozottabb gerjedésveszély miatt. Ha a nagyfrekvenciás erősítés sok lenne, gerjedne a készülék, akkor a  $T_2$  tranzistor kollektorköri munkaellenállását kell csökkenteni az  $L_3$  ohmikus söntölésével. A sönt ellenállás szükség esetén akár 1 k $\Omega$  is lehet. A  $T_3$  és  $T_4$  egyszerű kivitelű, egycsatolt két fokozatú hangfrekvenciás erősítő, amit más erősítővel is lehet helyettesíteni ha nagyobb hangteljesítményre van szükség. A transzformátor áttétele  $P:S=12:1$ .

A 16. ábrán ismertetett készülékben már nincs induktív munkaellenállás, mert a kétfokozatú nagyfrekvenciás erősítőben kevésbé indokolt a használata mint az egytranszistorosban. A  $T_1$  tranzistor is szabályosan erősít, mert vezérlését az  $L_2$  tekercsről bázisa és emittere között kapja.

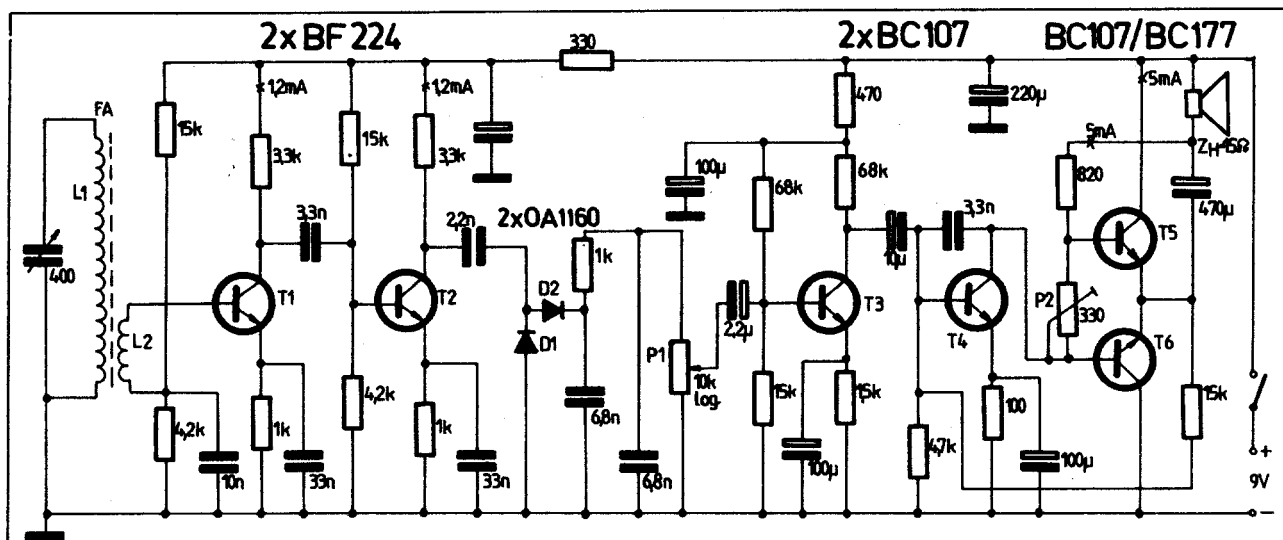


16. ábra. Négytranszistoros vevőkészülék kétfokozatú nagyfrekvenciás erősítővel



17. ábra. Hattranszistoros vevőkészülék kétfokozatú nagyfrekvenciás erősítővel

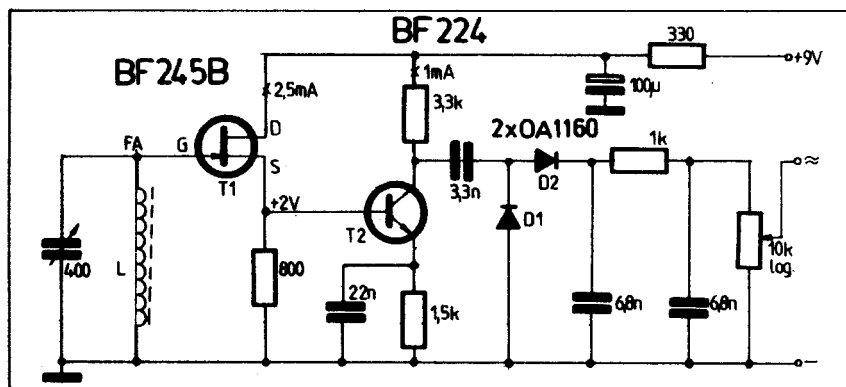




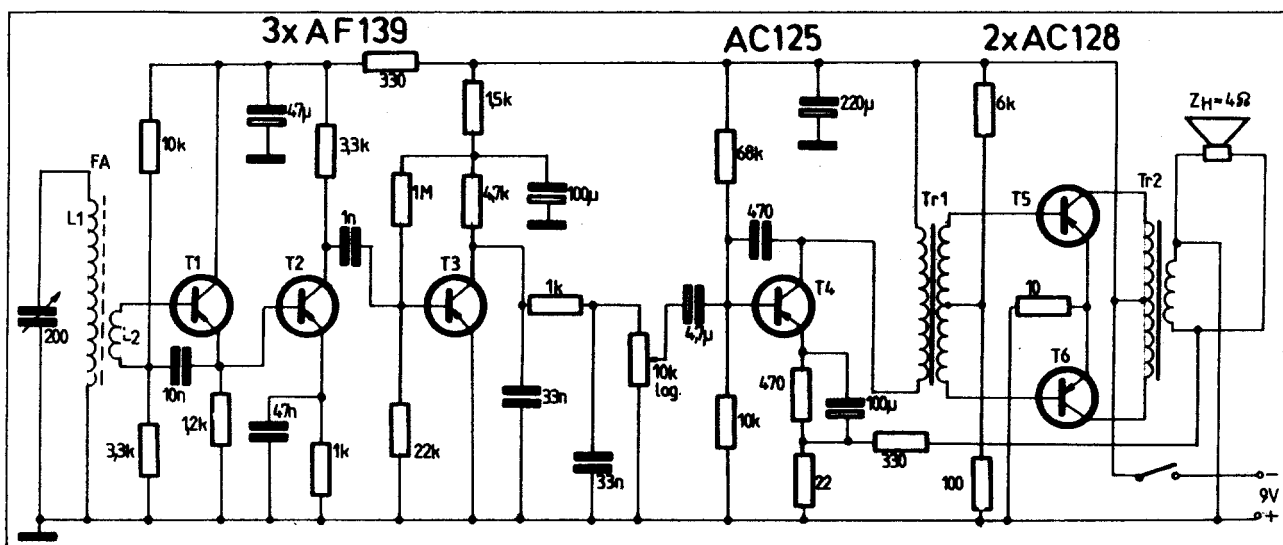
18. ábra. Szilíciumtranzisztoros vevőkészülék kétfokozatú nagyfrekvenciás erősítővel

adott módon, autotranszformátoros illesztéssel lehet kisebb impedanciájú (4...8  $\Omega$ ) hangszórókat alkalmazni. A  $T_3$  tranzisztor bázisnyitó ellenállását addig kell változtatni míg a  $T_5$ - $T_6$  közös emitterpontja -4,5 V-ra áll be. A 2...3 mA-os nyitóáramot a 220  $\Omega$ -os potenciométerrel lehet szabályozni.

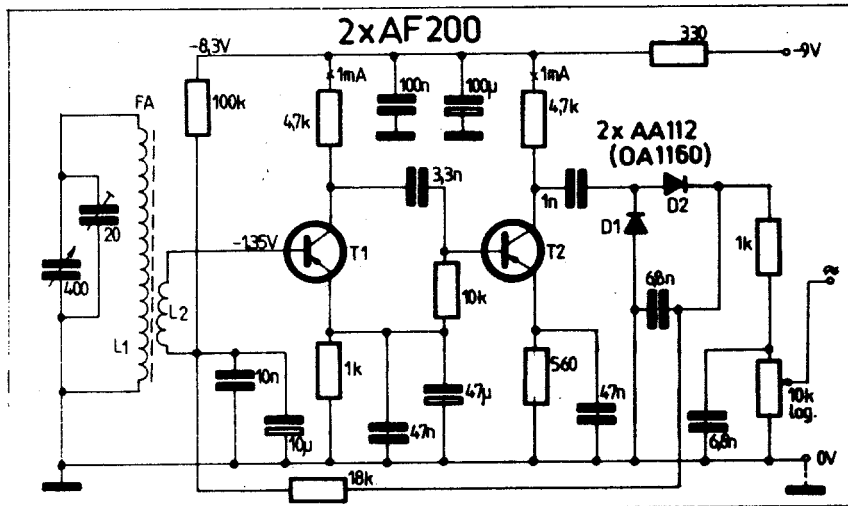
Az előző készülék szilíciumtranzisztoros változata látható a 18. ábrán, melynek hasonló felépítésű erősítője 15  $\Omega$ -os hangszórón közel 500 mW-os hangteljesítményt biztosít. A végfokozat munkapontja automatikusan beáll a  $T_5$ - $T_6$  5 mA-os nyugalmi áramát a  $P_2$  330  $\Omega$ -os potenciométerrel lehet vezérlés nélküli esetben beállítani. A vevőkészülék nyugalmi áramfelvétele 15 mA. Erős adó vételénél, maximális hangteljesítmény leadása esetén az áramfelvétel megközelíti a 100 mA-t. A korszerű szilíciumtranzisztoros vevőkészülékekhez ismertetünk egy FET-es bemeneti fokozatot is (19. ábra). A  $T_1$  FET bemeneti



19. ábra. A szilíciumtranzisztoros vevő nagyfrekvenciás részének FET-tel működő vázlata



20. ábra. Hattranszistoros vevőkészülék kétfokozatú nagyfrekvenciás erősítővel és tranzisztoros demodulátorral



21. ábra. Kétfokozatú aperiodikus nagyfrekvenciás erősítő automatikus érzékenységszabályozással

impedanciája következtében a teljes rezgőköri feszültséget kapja vezérlő elektródján (G). Mivel ez a megoldás a csatolótekerces megoldásokhoz képest 10...15-szörös feszültségnövekedést biztosít a  $T_1$ -nek nem feltétlenül szükséges erősítése, elegendő ha erősítése egyszeres, amit a source követő kapcsolás is biztosít. A  $T_2$  szabályos beállítású szélessávú nagyfrekvenciás erősítő, ami az ismert két-diódás demodulátort működteti. Ehhez a bemeneti fokozathoz is természetesen más rendszerű hangfrekvenciás erősítő csatlakozhat.

A kétfokozatú nagyfrekvenciás erősítőhöz nemcsak diódás, hanem tranzistoros ~~820000 0010 0002~~ztályúnak nevezett demodulátor is csatlakozhat. Ilyen készülékre kapcsolási példát a 20. ábrán mutatunk be. A  $T_1$ - $T_2$  kétfokozatú nagyfrekvenciás erősítő, melyhez a mintegy 50  $\mu$ A nyugalmi áramra beállított demodulátor fokozat csatlakozik ( $T_3$ ). A demodulátor fokozatban is csak nagyfrekvenciás tranzisztor

működhet. Ez az a fokozat, ami germánium tranzisztorral kedvezőbben működik mint szilícium anyagúval, mert nyitófeszültsége közelítően fele az utóbbinak, ezért a vevő küszöbérzékenysége is jobb lehet germánium tranzisztoros demodulátorral. A tranzisztoros demodulátornak erősítése is van, ezért egyszerűbb felépítésű hangfrekvenciás erősítő is jó vételkészséget, illetve hangteljesítményt biztosíthat.

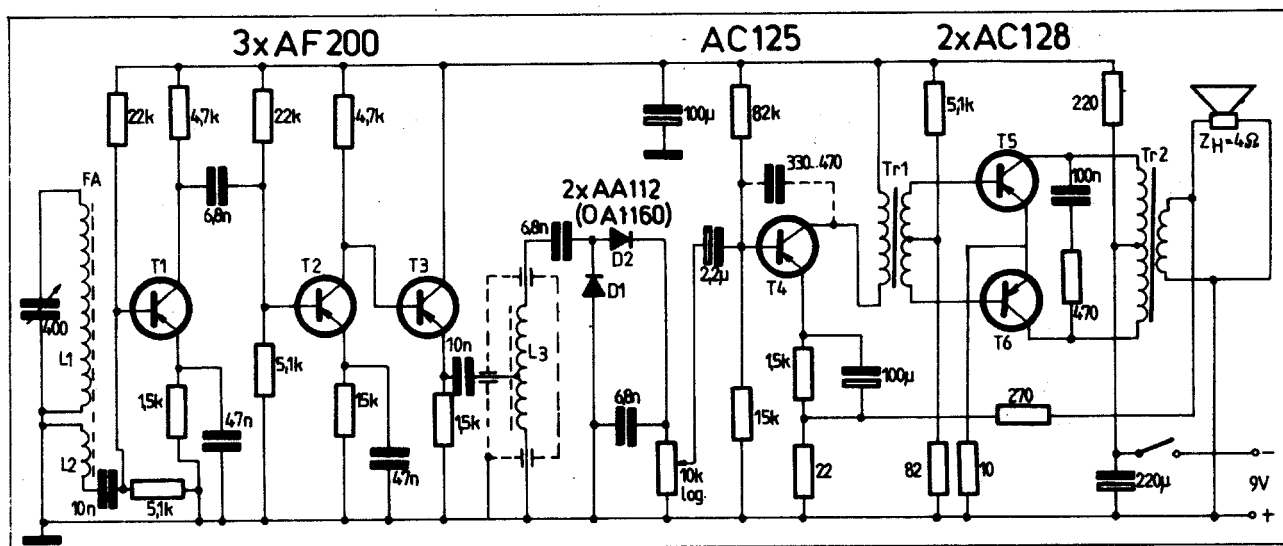
A kétfokozatú nagyfrekvenciás erősítőben automatikus erősítés szabályozást is lehet alkalmazni. A szükséges áramkört módosítás a 21. ábrán látható. A  $T_1$  tranzisztor bázisnyitó osztóját a rajz szerint összekapcsoljuk a diódás demodulátorral. Mivel a dióda körben pozitív polaritású a  $T_1$  szempontjából záróirányú feszültség keletkezik erős állomások vételénél a  $T_1$  bázisfeszültsége úgy változik, hogy munkaponti árama - vele együtt az erősítést meghatározó meredeksége is csökken. Ezen túlmenően a két tranzisztor egyen-

áramú összekapcsolása miatt a  $T_1$  áramának csökkenésekor a  $T_2$ -é is csökken, ezért az erősítésszabályozás mindkét fokozatra kiterjed. Végeredményben erős adók vételkor mindkét fokozat erősítése csökken s a vétel kiegyenlítettebbé válik.

A nagyfrekvenciás erősítő fokozatainak számát kettőtől háromra is lehet növelni (22. ábra). A bemutatott készülékben a  $T_1$  és a  $T_2$  tranzisztor földelt emitteres szélessávú erősítő, a  $T_3$  pedig nagyfrekvenciás impedanciaillesztő 1-szeres erősítéssel. Ennek ellenére a demodulátorra nagyobb feszültség kerül mintha a  $T_2$  kollektorköréhez csatlakozna, mert egyrészt a  $T_2$  erősítése a  $T_3$  nagyobb bemeneti impedanciája miatt megnő, másrészt pedig az 1 mH induktivitású  $L_3$  tekercs 1:2 arányú feltranszformálást végez. Az  $L_3$ -at zárt fazékvasmagon kell elkészíteni és lehetőleg árnyékoltnak kell beszerelni. Leágazás a végmenetszám 50%-ánál. A hangfrekvenciás erősítő ismert megoldású azzal a többlettel, hogy a kimeneti transzformátor szekunder tekercséről hangminőség javító negatív visszacsatolást alkalmazunk a  $T_4$  emitterére.

A háromfokozatú nagyfrekvenciás erősítő induktivitás nélküli, RC-csatolt változatának kapcsolási rajza a 23. ábrán látható. Ehhez a bemeneti fokozathoz bármilyen hangfrekvenciás erősítő csatlakoztatható ha a bemeneti impedanciája 10 k $\Omega$ , és 5...10 mV bemeneti feszültségről legalább 50 mW hangteljesítményt biztosít. Megjegyezzük, hogy az autotranszformátoros fokozat nagyobb erősítést biztosít ha jól elkészítve, ez utóbbi pedig könnyebben elkészíthető.

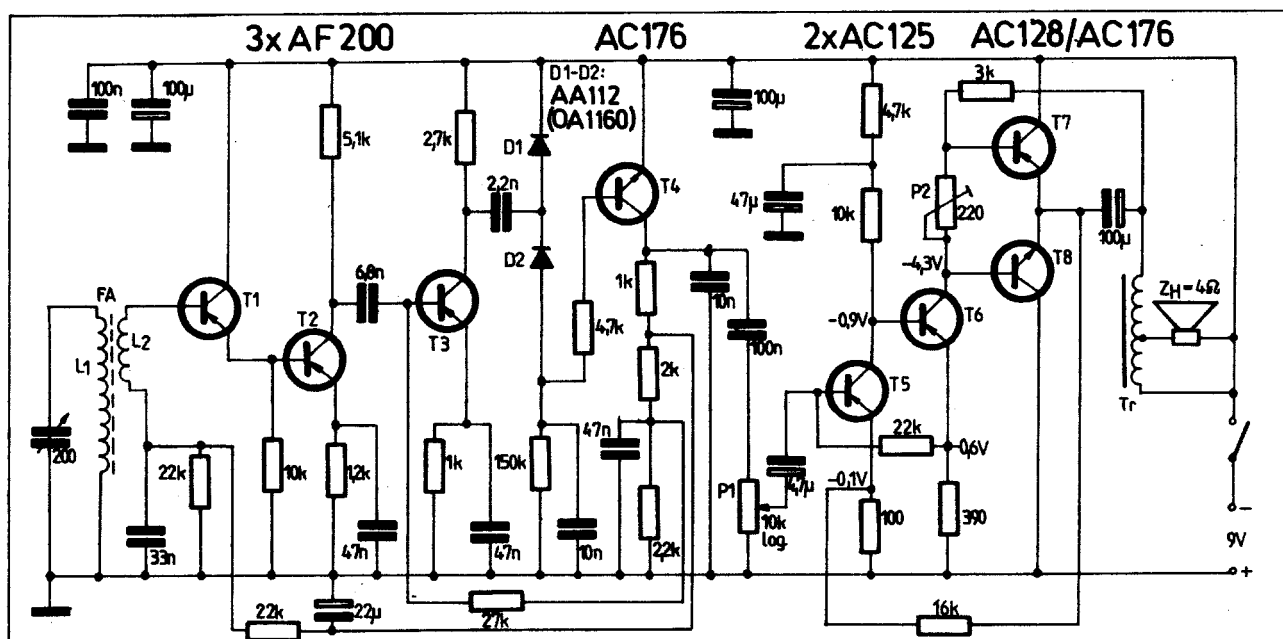
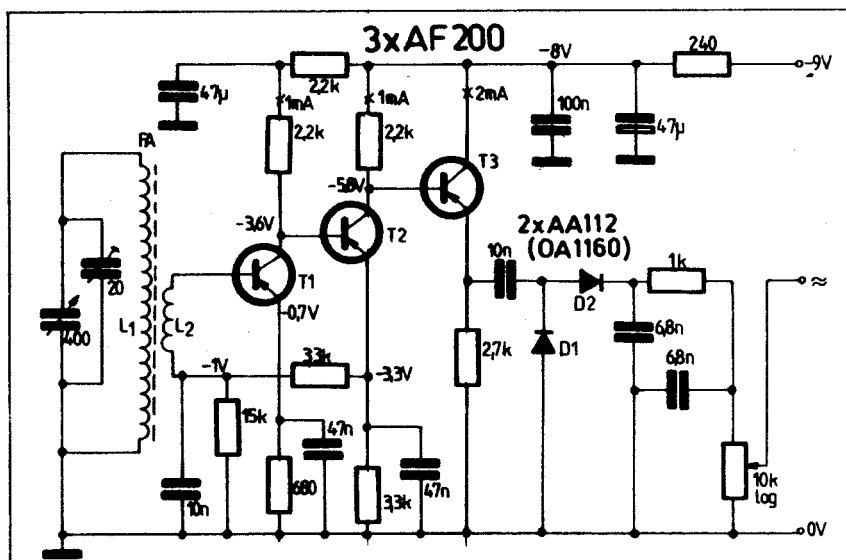
Az utóbb ismertetett egyenesvevők minőségi jellemzői a tranzisztorszám növelésével még javíthatók. A 24. ábrán látható nyolctranzisztoros vevőkészülékben háromfokozatú erősített automatikus érzékenységszabályozással ellátott nagyfrekvenciás erősítő működik, és a csatlakozó hangfrekvenciás erősítő is nagyon jó jellemzőkkel rendelkezik. A nagyfrekvenciás előfokozat áramkörti megoldása is eltérő



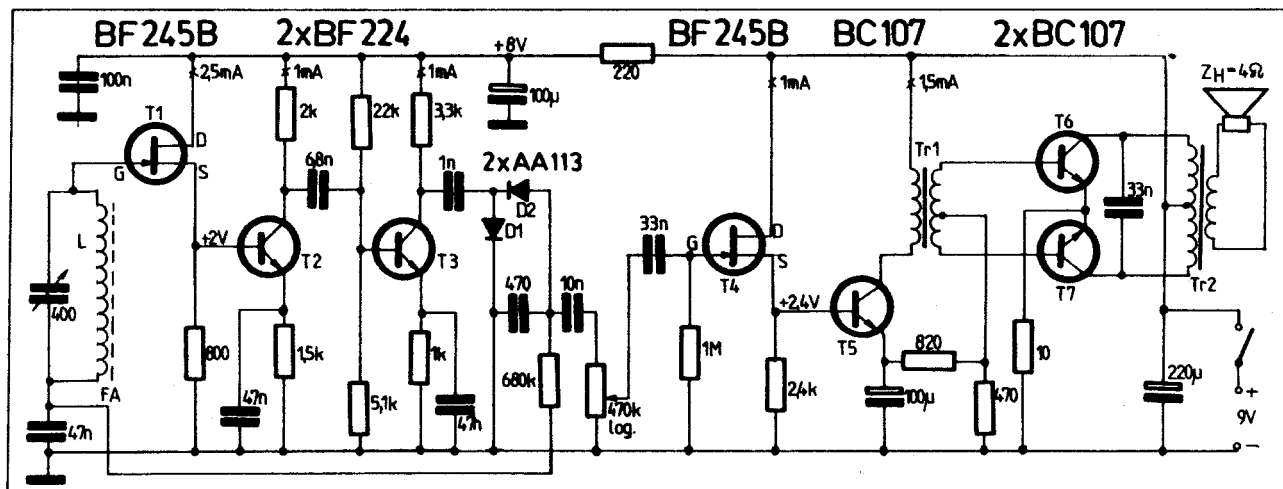
22. ábra. Hattranzisztoros vevőkészülék háromfokozatú nagyfrekvenciás erősítővel

23. ábra. RC-csatolt aperiódikus háromtranszistoros rádiófrekvenciás erősítő kapcsolási vázlata

az eddigiektől. A  $T_1$  tranzisztor nagyimpedanciájú emitterkövető fokozat, ezért az  $L_2$  menetszámát az  $L_1$  menetszámának 30–40%-ig meg lehet növelni. A  $T_2$  és a  $T_3$  hasonló felépítésű földelt emitteres erősítő. A két diódás demodulátort a  $T_3$  kollektor-feszültsége hajtja meg. A  $T_4$  tranzisztor a demodulátorhoz egyenáramúlag csatlakozik, ezért munkaponti árama a vett állomás térerejétől függ mégpedig oly módon, hogy erősebb állomások vételénél csökkenni fog. A  $T_1$ – $T_2$ – $T_3$  tranzisztorok bázisosztói a  $T_4$  kollektor köréhez csatlakoznak. Mivel a  $T_4$  npn tranzisztor árama ezen keresztül a földhöz viszonyított fe-



24. ábra. Nyolctranzistoros vevőkészülék háromfokozatú nagyfrekvenciás erősítővel és automatikus érzékenység szabályozással

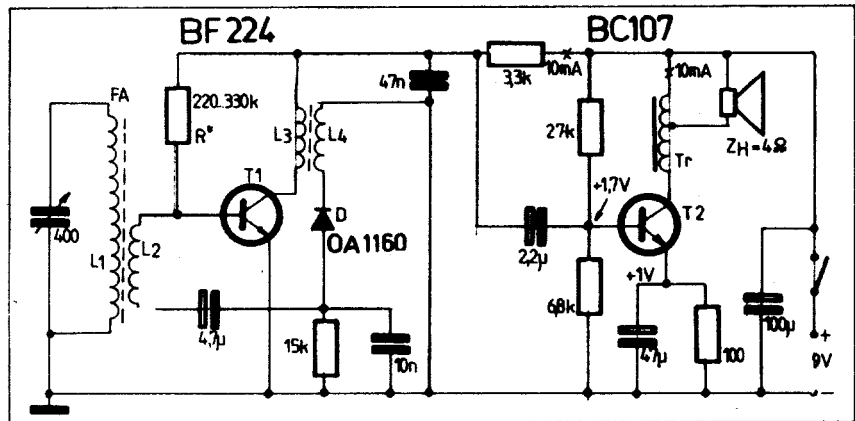


25. ábra. Héttranszistoros vevőkészülék FET-bemenetű erősítővel és automatikus érzékenységszabályozással

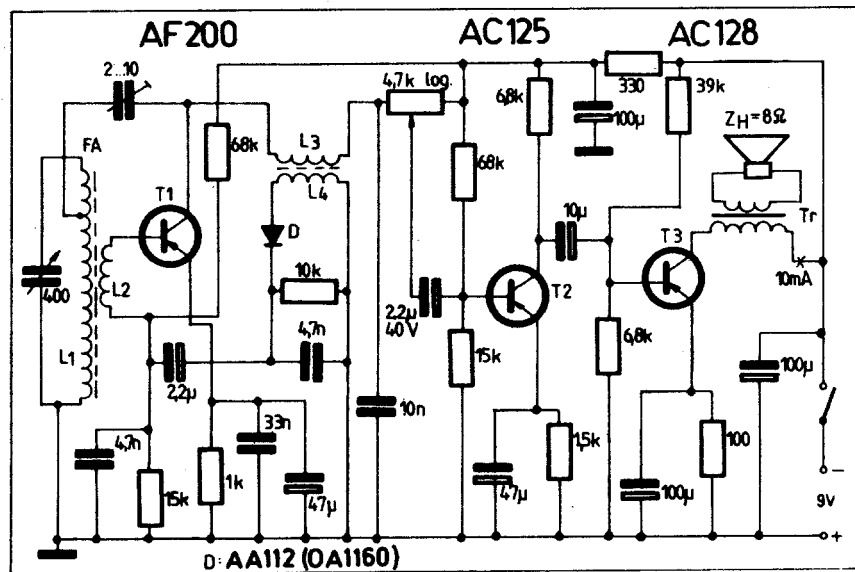
szüksége a vett állomás térerejétől függ a nagyfrekvenciás tranzisztorok árama, illetve erősítésük is csökkenni fog erősebb állomások vételénél. A  $T_4$  hangfrekvenciás előerősítést végez s ezért a végfokozat erősítését kisebbre lehet választani, illetve jelentősebb torzításcsökkentő negatív visszacsatolásokat lehet alkalmazni. A négytranzisztoros végfokozat ( $T_5-T_6-T_7-T_8$ ) egyensatolt, automatikus munkapontbeállással. A  $T_7-T_8$  tranzisztorok 4...6 mA-os nyugalmi áramát a  $P_2$  potenciométerrel lehet beszabályozni. A 4  $\Omega$ -os hangszóró impedanciát autotranszformátorral 30  $\Omega$ -ra kell illeszteni. A várható kimeneti hangteljesítmény 300 mW. Az autotranszformátor menetszáma 60+100 0,6 mm-es huzalból 1...2 cm<sup>2</sup> magkeresztmetszetű vas-magon. 30  $\Omega$ -os hangszóró közvetlenül is alkalmazható. A  $P_1$  potenciométerhez tetzés szerinti hangfrekvenciás erősítő csatlakozhat.

A sokat tudó nyolctranzisztoros vevőkészülék FET-es változata 7 db szilícium tranzisztorral a 25. ábrán látható. A  $T_1$  FET sourcekövetőként a teljes rezgőköri feszültséget továbbítja a  $T_2-T_3$  tranzisztorokból álló nagyfrekvenciás erősítőhöz. A demodulátor egyenfeszültségével, a  $T_1$  FET-en keresztül, a  $T_2$  erősítést automatikusan szabályozzuk. A demodulátor kör nagyimpedanciás, ezért a  $T_1$  kollektorkörét kevésbé terheli, ami magasabb értékű feszültség kialakulását eredményezi s ennek következtében a leválasztott modulációs hangfrekvenciás feszültség is nagyobb amplitúdójú lesz.

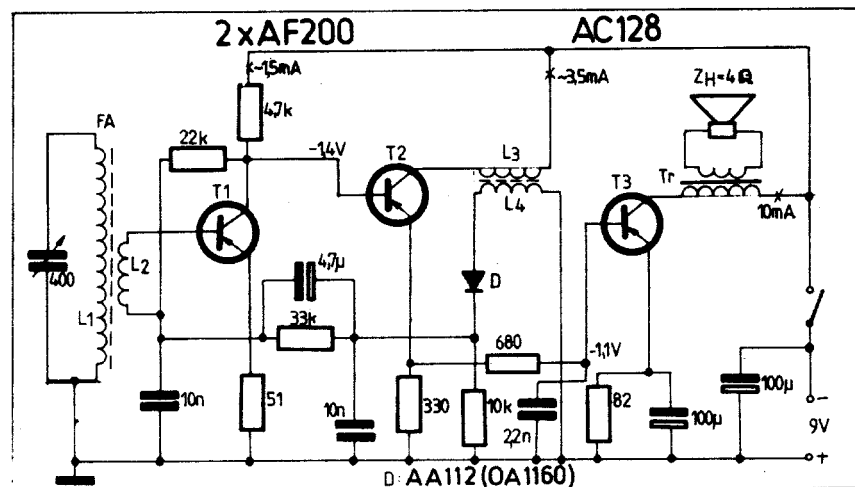
Az utóbbi két készüléket összehasonlítva belátható, hogy a héttranzisztoros vevő bemeneti fokozata ( $T_1-T_2-T_3$ ) nagyobb erősítést, illetve érzékenységet biztosít, mint a nyolctranzisztoros vevő megfelelő fokozata. Ezeket az előnyöket azonban csak úgy érhetjük el, hogy a demodulátort sem terheljük ezért kell a  $T_4$  helyen is FET-es impedanciaillesztő kapcsolást alkalmazni. A  $T_4$ -hez csatlakozó hangfrekvenciás erősítő ( $T_5-T_6-T_7$ ) hagyományos megoldású transzformátoros teljesítmény erősítő. A  $T_4$  és a  $T_5$  tranzisztorok munkapontja automatikusan beáll, a  $T_6-T_7$  mintegy 5 mA-os nyugalmi áramát a 470  $\Omega$ -os potenciométerrel kell beállítani. A BF 245 sorozatú A-B-C betűjelű FET-ek közül a B változat a legalkalmasabb. Más típusú n-csatornás záróréteges FET vagy más betűjelű BF 245-ös FET használatánál addig kell a  $T_1$  és a  $T_4$  emitterkörü ellenállását cserélni változtatni míg a source feszültség be nem áll a megadott értékre (2. ill. 2,4 V). Csak ötletként megemlítjük, hogy a 470 k $\Omega$ -os hangerőszabályozó potenciométerhez a közismert TBA 810 S jelű hangfrekvenciás integrált áramkör is csatlakozhat, mert bemeneti ellenállás 5 M $\Omega$  nagyságrendű. 9 V tápfeszültségnél 4  $\Omega$ -os hangszórón 2,5 W hangteljesítmény nyerhető. Ha a 8. ábrán megadott tápegységet használjuk, akkor 12 V-nál 4,5 W a leadott hangteljesítmény. Ez utóbbi esetben az előfokozat 220  $\Omega$ -os szűrőellenállását 1 k $\Omega$ -ra kell cserélni.



25. ábra. Kéttranzisztoros reflex vevőkészülék kapcsolási vázlata



27. ábra. Háromtranzisztoros reflexvevő kapcsolási vázlata



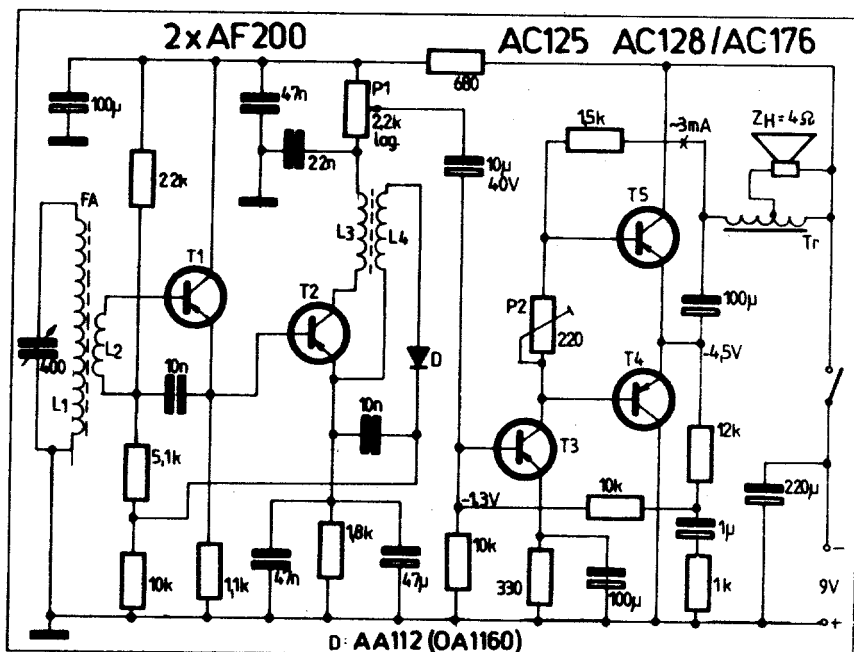
28. ábra. Háromtranzisztoros reflexvevő automatikus érzékenység szabályozással

## Reflex vevőkészülékek

A vevőkészülékek felépítésével foglalkozó előzetes összefoglalónkban azzal definiáltuk a reflex vevőkészüléket, hogy van olyan fokozata, ami nagyfrekvenciát is és demodulálás után hangfrekvenciát is erősít. Ez a megoldás az aktív elemek kétszeres kihasználását eredményezi a passzív áramkörű elemek számának növekedése mellett. Addig, amíg a tranzisztorok ára magas volt a reflex kapcsolások nagyon népszerűek voltak az amatőr rádióépítők között. Ma már a probléma ilyen szemléletének nincs létjogosultsága, mert a tranzisztorok ára olcsóvá vált. Meg kell továbbá jegyeznünk, hogy egy reflex fokozat a gyakorlatban nem éri el, csak megközelíti azt a teljesítményt (erősítést) amit két külön aktív elemmel felépített, egymás után kapcsolt fokozattal lehet biztosítani. Részben a témánk teljessége, részben a kapcsolástechnika ismertetése érdekében bemutatunk 4 különböző, fokozatszámban, áramkörű megoldásban eltérő reflex vevőkészüléket is.

Az egytranzisztoros reflex vevőtől eltekintve, ismertetésünk egy kéttranzisztoros kapcsolás (26. ábra) bemutatásával kezdődik. Egyébként is mivel a készülékben a következőben is csak az első tranzisztor fokozat reflex, e vevőkészülékek első tranzisztorai fülhallgatóval működtethető egytranzisztoros vevőkészülékek is tekinthetők. A 26. ábrán látható vevőkészülékben a ferritantennával felfogott nagyfrekvenciás feszültség az  $L_2$  csatoló tekercs közvetítésével a  $T_1$  tranzistor bázisára jut. A  $T_1$  tranzistor munkaponti áramát a (\*)-gal jelölt ellenállás változtatásával 1 mA-ra kell beállítani. A  $T_1$  tranzistor kollektorköri munkaellenállása 2 részből áll, az  $L_3$ – $L_4$  zárt fazékvasmagra tekercselt szélessávú transzformátor a nagyfrekvenciás, a 3,3 k $\Omega$ -os ellenállás pedig a hangfrekvenciás munkaellenállás. Azért, hogy a 3,3 k $\Omega$ -on ne keletkezzen a  $T_2$  működését zavaró nagyfrekvenciás feszültség, az  $L_3$  induktivitás után a 4,7 nF-os kondenzátor beiktatásával csak a nagyfrekvenciás feszültségre sőtöltő rövidzárt alkalmazunk. A szélessávú transzformátor szekunder tekercsén megjelenő nagyfrekvenciás feszültséget a D dióddal demoduláljuk és a keletkező hangfrekvenciás feszültséget a reflex működtetésnek megfelelően visszavezetjük a  $T_1$  bázisára. Figyeljük meg a nagyfrekvenciás és a hangfrekvenciás áramkörök bázisköri szétválasztását is. A diódákör szűrőkondenzátora (10 nF) a csatolókonduktáron (4,7  $\mu$ F) keresztül az  $L_2$  alsó kivezetését hidegíti, illetve nagyfrekvenciás rövidzárként viselkedik. A visszavezető hangfrekvenciás útban az  $L_2$  tekercs minimális induktivitása észrevehetően veszteséget okoz csak.

A  $T_1$  által erősített hangfrekvenciás feszültséget a 3,3 k $\Omega$ -os munkaellenállásról vezetik a  $T_2$  bázisához. A  $T_2$  10 mA áramra beállított földelt emitteres kapcsolású végerősítő. Illesztő ellenállása 800  $\Omega$  mivel hatásos tápfeszültsége az emitter komplexum miatt 8 V. ( $8 \text{ V} : 0,01 \text{ A} = 800 \Omega$ ). A 4  $\Omega$ -os hangszórót illesztő autotranszformátor áttétele:  $\sqrt{800 : 4} =$



29. ábra. Öttranzisztoros reflexrevő kapcsolási vázlata

$= \sqrt{200} \cong 14$ -szeres. 50 menetes hangszórótekercs esetén tehát a teljes menetszám 700 lesz, 1...2 cm<sup>2</sup> magkeresztmetszetű lemezelt vasmagon. 8  $\Omega$ -os hangszórónak a 70. menetnél kell leágazást készíteni. Az autotranszformátor hangszóróhoz csatlakozó részét 0,6...0,7 mm-es, a további részét pedig 0,15...0,25 mm-es huzalból kell tekercselni.

A kéttranszistoros reflexvevő vételkészségét még egy hangfrekvenciás erősítőfokozat beépítésével jelentősen fokozhatjuk. A 27. ábrán megadott kapcsolásunk a fenti elv szerint működik a  $T_1$  a reflex, a  $T_2$  a hangfrekvenciás előerősítő a  $T_3$  pedig a végerősítő tranzisztor. Mivel a 3 tranzistoros reflexvevő tulajdonképpen egy 4 tranzistoros készüléknek felel meg, hangszabályozót is be kell építeni, mert az erősebb adók már jelentősen túlzérezelnék a felérkeznyitett hangfrekvenciás erősítőt. A készülék egyszerűsítése érdekében a reflex tranzisztor ( $T_1$ ) hangfrekvenciás munkaelőállása helyén építettük be a 4,7 k $\Omega$ -os potenciométert. A végfokozat Tr transzformátora ennél a készüléknél is 800  $\Omega$ -ra illeszti a hangszórót. A Tr egyébként az előző ábrán megadott autotranszformátor formában is elkészíthető. Mindkét reflexvevőben az  $L_3$  induktivitása 0,5 az  $L_4$ -é pedig 1 mH. Vasmagként olyan zárt fázékmagot kell használni, ami 1,5 mHz-en még hatásosan működik. Az  $L_3$  és az  $L_4$  tekercsüket 0,1 mm-es zomancselyem huzalból lehet szoros csatolással (egymásra tekercselve) elkészíteni. A menetszármok a rendelkezésre álló vasanyag mágneses jellemzőitől ( $A_L$ -értéktől) függően pár 100 menet nagyságrendűek.

A reflexelvet egyidejűen több fokozatra is ki lehet terjeszteni. A következő 2 vevőkészülékben nemcsak az első, hanem a második tranzisztor is erősíti a nagyfrek-

venciás jeleket s majd a demodulálás után mindkettő a hangfrekvenciás feszültségeket is. A 28. ábrán látható egyszerűbb felépítésű háromtranszisztoros reflexvevőben a  $T_1$  tranzisztor egyencsatolással hajtja meg a  $T_2$  tranzisztort. Nagyfrekvenciás erősítésnél mind a  $T_1$ , mind a  $T_2$  földelt emitteres kapcsolatban működik, a szabad emitterellenállásokon (51 és 330  $\Omega$ ) létrejövő negatív visszacsatolás linearizáló hatása mellett. A reflexút hangfrekvenciás kihasználásánál csak a  $T_1$  tranzisztor földelt emitteres erősítő a  $T_2$  már csak impedancia illesztő, emitterkövető kapcsolatban. A készülékben nagyon tiszta a reflexutak szétválasztása. A kisebb szintű jeleket erősítő  $T_1$ -nek mind a nagy, mind a hangfrekvenciás munkaelenállása azonos (4,7 k $\Omega$ ). A  $T_2$ -nek viszont a kollektorköréből veszünk ki a hatásosan felerősített nagyfrekvenciás jeleket az ismert szélessávú transzformátorral, az emitteréről pedig a végfokozatot hajtjuk meg hangfrekvencián. A  $T_3$  tranzisztor illesztő ellenállása 800  $\Omega$ , a leadott kimeneti teljesítmény 30 mW nagyságrendű. Mivel az  $T_1$  tranzisztorra az egyenfeszültséget is visszavezetjük, a készülékben erősebb állomások vételénél automatikus érzékenységszabályozás történik, mert a demodulátorkörben pozitív egyenfeszültség jön létre s ez a tranzisztorokra záróirányba hat. Az automatikus érzékenységszabályozásra való tekintettel a hangerő állító potenciométer mellőzhető.

A reflexevők ismertetését a 29. ábrán látható ötranzisztoros készülék bemutatásával zárjuk. E vezében is 2 tranzistor ( $T_1 - T_2$ ) működik reflexkapcsolásban. A hatfokozatúnak számító készülék egyéb-ként 7 egyedi tranzisztorral lenne megépíthető. Nagyfrekvenciásan mind a  $T_1$ , mind a  $T_2$  földelt emitteres erősítőnek tekinthető, a  $T_1$  ugyanis bázisa és emittere közötti

# Kvarckristály gyártás a Gamma Műveknél!

Az amatőrök a rezgőkvarc igényeiket még nem elégíthetik ki a Gamma Művektől, de szeretnénk némi segítséget adni a meglevő, vagy máshonnan beszerzett kvarcokhoz.

- Az alacsonyfrekvenciás-rezgőkvarcoknál (150 kHz alatt) a frekvencia elsősorban a kvarclapka hossz-méretétől függ. A hossz méret csökkentése a frekvenciát növeli.
- Az 1 MHz feletti rezgőkvarcoknál a kvarclapka vastagsági mérete határozza meg a frekvenciát, és a fémelektrodák tömege csökkenti azt.

## Néhány adat a rezgőkvarcokról

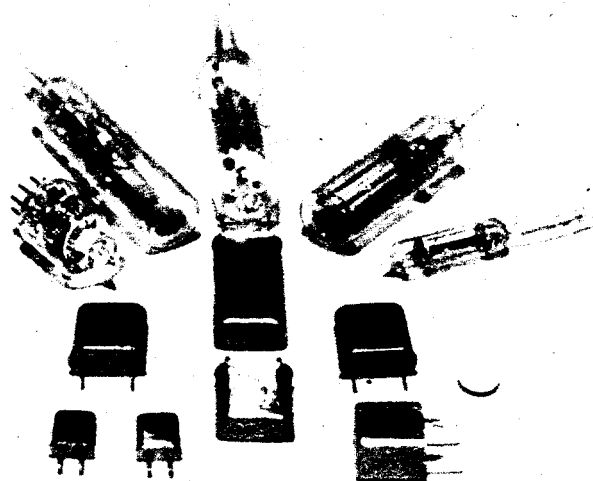
| Fr. tartomány | Rezgésmód                   | TK jellege | Max. Pq     | Tokozás  |
|---------------|-----------------------------|------------|-------------|----------|
| 4—35 kHz      | Rúdhajlító                  | Parabola   | 10 $\mu$ W  | üveg     |
| 15—40 kHz     | Laphajlító                  | Lin. neg.  | 100 $\mu$ W | üveg-fém |
| 40—150 kHz    | Hosszrezgő                  | Parabola   | 100 $\mu$ W | üveg-fém |
| 1—20 MHz      | Vastagságníró               | 3-ad fokú  | 1,0 mW      | fém      |
| 20—66 MHz     | Vastagságníró<br>3-ik harm. | 3-ad fokú  | 0,5 mW      | fém      |
| 60—100 MHz    | Vastagságníró<br>5-ik harm. | 3-ad fokú  | 0,5 mW      | fém      |

- Tokozási módszerek: a fémtoknál a régebbi lágyforrasztásos lezárási módszert egyre inkább felváltja a hegesztéses lezárási, (hideg vagy ellenállás-hegesztett), amely csak roncsolással bontható fel. Ez a technológiai változtatás az időbeli stabilitási adatokra kedvezőbb.

Az üvegbúrák kristályok egy része üvegtechnikailag összeforrasztott, másik részük ragasztással összezárt.

— Frekvencia-stabilitás: ez alatt sokan a beállítási pontosságot értik. A beállítási pontosság mindig egy adott rendszerben (pl. soros 30 pF) és kötött hőmérsékleten (pl. 24° C) a kvarcgyártók által garantált érték, melyet a felhasználó az oszcillátor rendszerének módosításával — pl. kapacitás változtatásával, vagy hangolható induktivitással — általában a kívánt névleges-frekvenciára be tud állítani. A rezgőkvarc frekvenciája a soros és paralel frekvenciák között kapacitással hangolható. A soros frekvenciánál alacsonyabbra csak sorbakapcsolt induktivitással lehet hangolni. A tényleges frekvencia-stabilitás, egy adott rendszerben beállított frekvenciától való eltérés az oszcillátor elemeinek, illetve tápfeszültségének változásából, a hőmérséklet változásokból és a kvarc ún. időbeli-stabilitásából tevődik össze.

A rezgőkvarcok időbeli-stabilitása stabil körülmények és W nagyságrendű disszipált teljesítmény mellett a  $3 \cdot 10^{-6}$ /év értéket is eléri, a precíziókvarc stabilitása  $3-5 \cdot 10^{-8}$ /hó, a beöregedési ciklus után (kb. 3 hónap folyamatos üzem).

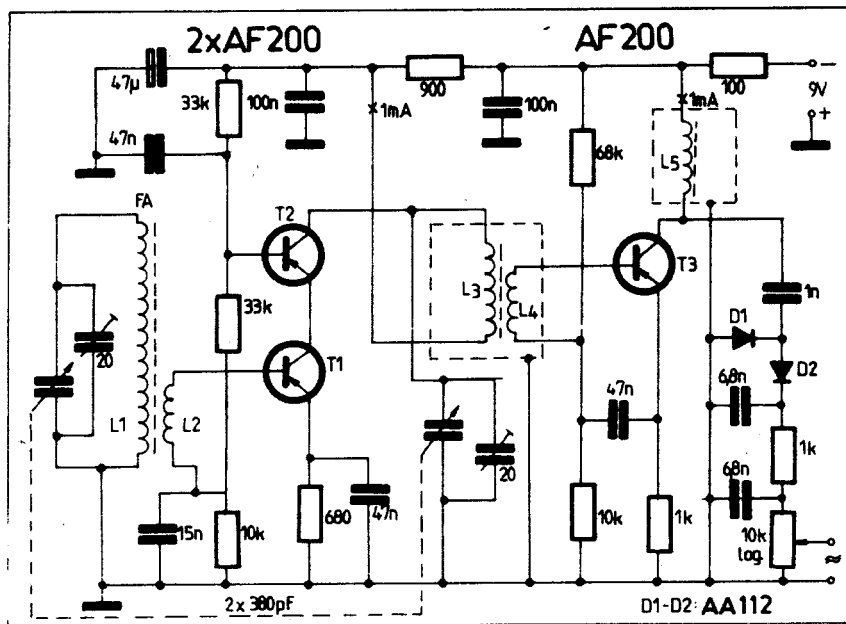


A rezgőkvarcok gyártói az általuk adott frekvencia-tartományokon belül a megrendelő által meghatározott bármilyen frekvenciát elő tudnak állítani. A kvarckristályok hőmérséklet-frekvencia menetének jellegét elsődlegesen a rezgésmód határozza meg, és egy kész kvarc esetében az már nem módosítható.

*gamma*

BUDAPEST



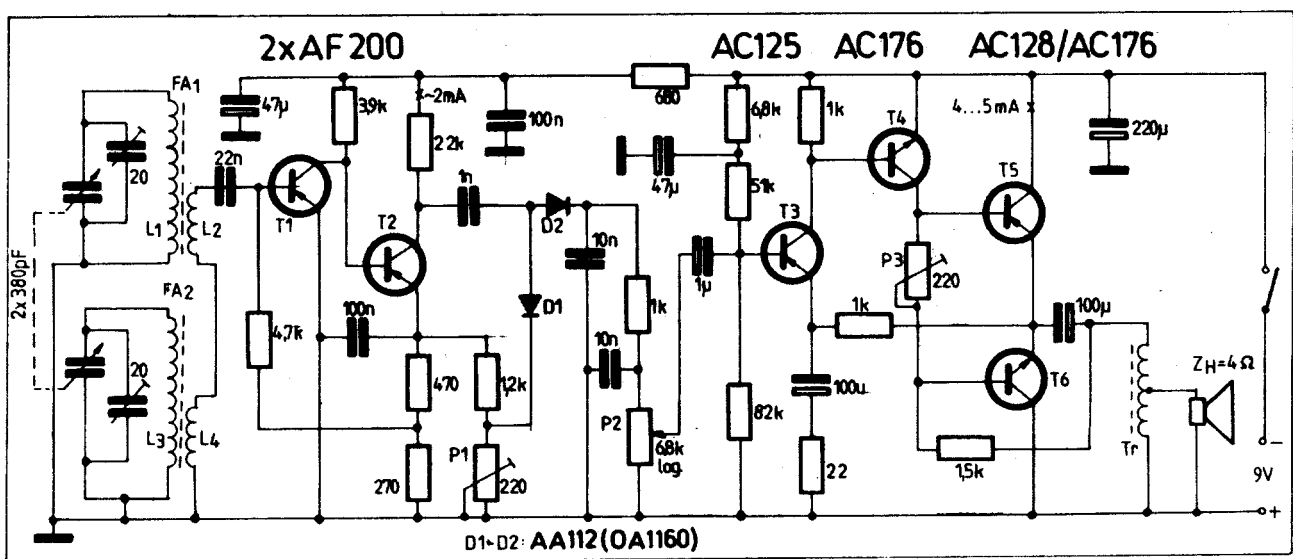


tranzisztor is impedanciaillesztő, a demodulátorfokozat terhelését választja el a  $T_3$  kollektorkörétől. Az emitterkövetők ( $T_1$  és  $T_4$ ) 1-szeresnél valamivel kisebb erősítést is figyelembe véve a teljes nagyfrekvenciás erősítő ( $T_1 \dots T_4$ ) legalább 200-szoros erősítést biztosít. Mivel a  $T_1$  bázisára a rezgőköri feszültségnek kb. a fele jut 50 mV minimális demodulátorköri jelfeszültséget akkor kapunk, ha a bemeneti rezgőkörön 500  $\mu$ V nagyfrekvenciás feszültség keletkezik. Ebben az esetben a hangfrekvenciás erősítő bemenetére a  $T_5$  bázisára felcsavart potencióméter helyzetekben 1,5...3 mV hangfrekvenciás feszültség kerül. Ha a hangfrekvenciás erősítő ennél a vezérlő feszültség szintnél legalább 50 mW teljesítményt szolgáltat, akkor azt mondhatjuk, hogy a vevő érzékenysége 500  $\mu$ V

ros visszacsatolás miatt könnyen begerjednek. A 31. ábrán bemutatott rádióvevőkészülékek nagyfrekvenciás fokozata két-hangolt körös és a gerjedési problémák elkerülése érdekében kaszkód kapcsolású. A kaszkódba kapcsolt  $T_1$ – $T_2$  tranzisztorok közül a  $T_1$  bázisa kapja a bemeneti jel-feszültséget és az önmagában földelt bázisnak tekinthető  $T_2$  kollektorkörébe kapcsolt 2. hangolt körön ( $L_3$  – 380 pF-os forgó) keletkezik a felerősített nagyfrekvenciás feszültség. A 2. hangolt körből az  $L_4$  tekercsel kicsatolt nagyfrekvenciás feszültség a  $T_3$  tranzisztorra jut, ami B osztályú demodulátor kapcsolásban működik. A demodulátor után háromtranzisztoros, 300 mW teljesítményű erősítőt alkalmazunk. Az  $L_3$ – $L_4$  tekercseket árnyékoltan szerelt zárt fazékvasmagra kell megtekercselni. Az  $L_3$  litzehuzalból készülő tekercs induktivitása 250  $\mu$ H. Az  $L_4$  tekercs menetszáma az  $L_3$  menetszámának 1/12-ed része.

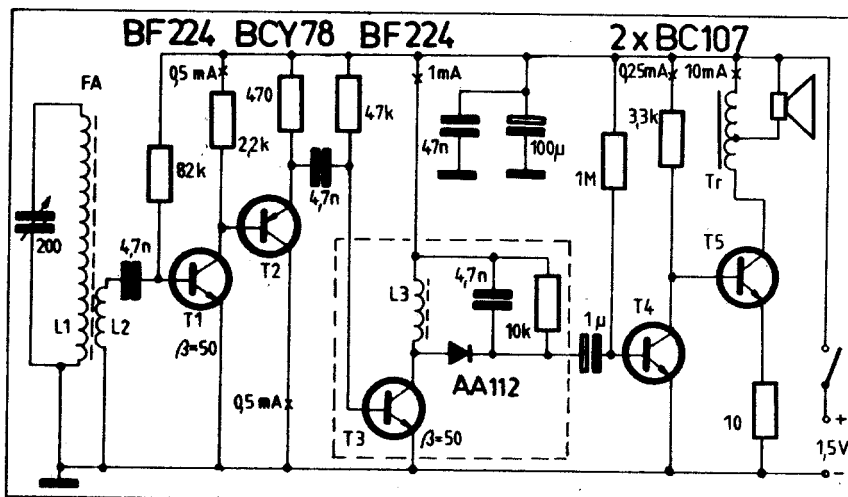
A 32. ábrán az előző vevőkészülék továbbfejlesztési lehetőségét mutatjuk meg. A  $T_1$ – $T_2$  kaszkóderősítő és a 2 hangoltkör felépítése, kapcsolása változatlan. A  $T_3$  tranzistor viszont ebben a változatban nagyfrekvenciás erősítő, amit kétdiódás demodulátor követ. Az  $L_5$  tekercs induktivitása 1 mH. A 32. ábra szerint megépített előfokozat a fentiek szerint kétfokozatú nagyfrekvenciás erősítést biztosít és a kimenetéhez (10 k $\Omega$ -os potenciométer) tetzés szerinti felépítésű hangfrekvenciás erősítő, akár IC-s is csatlakozhat. Ebben a fokozatelrendezésben a készülék érzékenyebb lehet, de vigyázni kell az  $L_5$  elhelyezésével, mert induktív csatolás útján könnyen okozhat gerjeszt.

A 33. ábrán a kéthangoltkörös vevőké-szülekeknek egy nagyon érdekes változa-tát mutatjuk be. A 2 hangolt kör a vevő bemenetén található s mindkettő egy-egy különálló ferittrúdra van tekercselve. A párhuzamosan elhelyezett ferritantennák egymástól való távolsága 70...80 mm. Az  $L_1$  és  $L_4$  egyenként 4 menetes csatoló te-

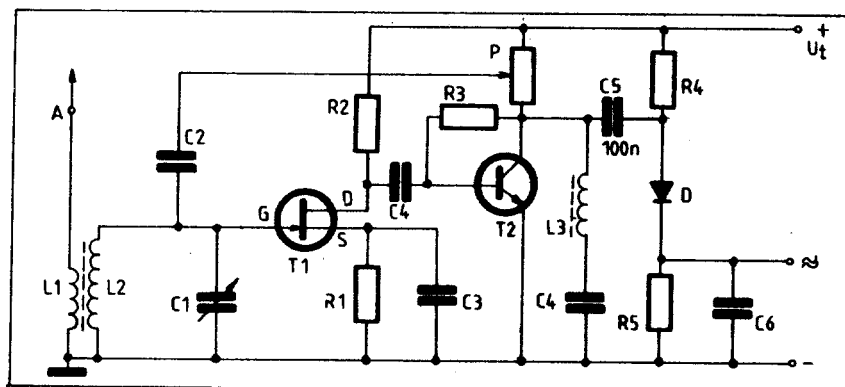


33. ábra. Két ferritantennás rádióvevő kapcsolási vázlata





34. ábra. 1,5 V tápfeszültségű rádióvevőkészülék kapcsolási vázlata



35. ábra. Rövidhullámú rádióvevő bemeneti fokozatának elvi rajza

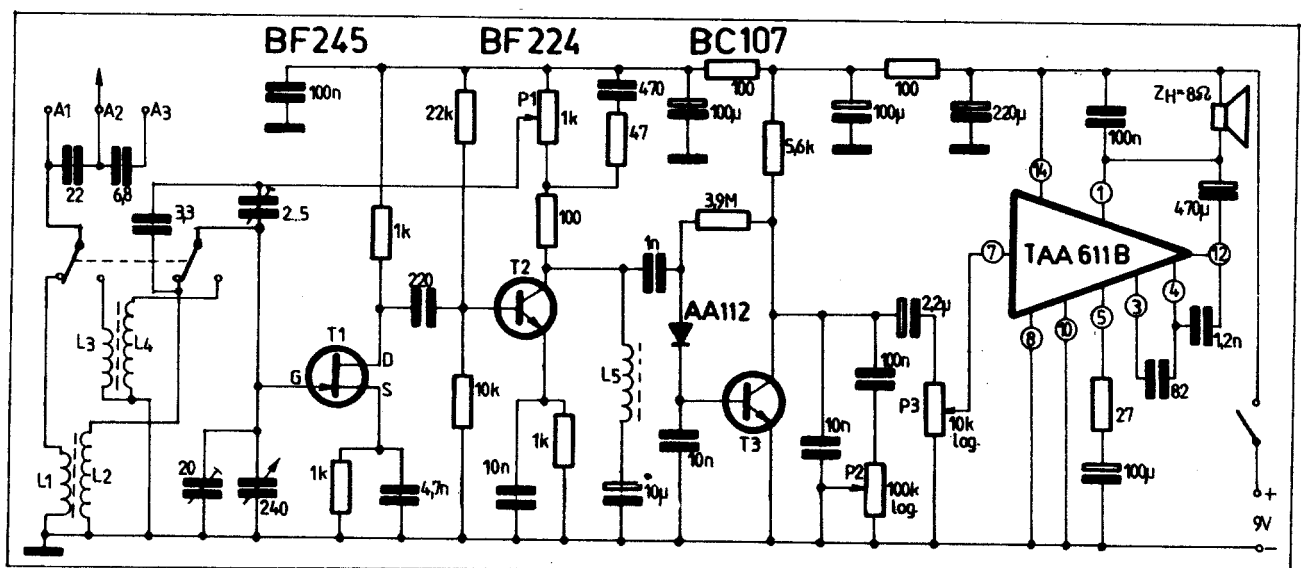
kercsben keletkező nagyfrekvenciás feszültségek összeadódva vezérik a  $T_1$  és  $T_2$  tranzisztorokból álló kétfokozatú nagyfrekvenciás erősítő bemenetét. A  $T_2$ -höz két diódás demodulátor csatlakozik. A dió-

dás demodulátor érzékenységeinek növelése érdekében a diódákat kismértékben (a  $P_1$  potenciométerrel beállítva) kinyitjuk. A  $P_2$  hangerőszabályozó potenciométerhez csatlakozó hangfrekvenciás erősítő ismert

megoldású, komplementer tranzisztorokból felépített teljesítményerősítő, 15 vagy 30  $\Omega$ -os hangszóróval közvetlenül működ-tethető. 4 vagy 8  $\Omega$ -os hangszórót transzformátorral kell illeszteni. A végfokozat nyugalmi áramát a  $P_3$  potenciométerrel lehet beállítani.

Az ún. takarékos üzemmódú rádióvevők kimeneti hangteljesítménye minimális 5...10 mW nagyságrendű és fokozatai úgy vannak megkonstruálva, hogy a teljesítményfelvételük minimális legyen. A teljesítményfelvétel csökkentésének egyik legkézenfekvőbb módja a tápfeszültség és a munkaponti áramok csökkentése ezért működnek az ilyen vevők 1,5 v. 3 V-os tápfeszültségről. A 34. ábrán bemutatott vevőkészülék öttranzistoros, 1,5 V tápfeszültségről működik, kb. 20 mW teljesítményfelvétel mellett 5...6 mW hangteljesítményt szolgáltat. A  $T_1$ , a  $T_2$  és a  $T_3$  komplementer tranzisztorokból álló háromfokozatú részben direkt, részben pedig RC csatolt szélessávú nagyfrekvenciás erősítő, melynek a kimenetén induktív a munkaellenállás ( $L_3$ ). Az 1 mH induktivitású fojtótekercshez egydiódás egyszerű demodulátor csatlakozik, melynek kimeneti feszültsége kétfokozatú hangfrekvenciás erősítőt működtet. A  $T_5$  teljesítményerősítő tranzisztor munkaponti árama 10 mA. Illesztő ellenállása  $1,5 \text{ V} : 10 \text{ mA} = 150 \Omega$ , amiből az emitterellenállás 10  $\Omega$ , ezért a 4  $\Omega$ -os hangszórót 140  $\Omega$ -ra kell illeszteni. Az autotranszformátor áttétele:  $\sqrt{140 : 4} \approx 6$ -szoros, azaz a hangszóró részére az összméretszám 1/6-ánál kell leágazást készíteni. 8  $\Omega$ -os hangszórót 25%-nál megcsapolott transzformátorral lehet optimálisan illeszteni.

Az egyenes vevőkészülékek építésénél a stabil rövidhullámú működés biztosítása az egyik legnehezebb probléma. Elfogadható szelektivitású vételt csak pozitív visszacsatolással lehet elérni s ennek optimális beállítása a frekvencia növekedésével, illetve a hullámhossz rövidülésével egyre nehezebbé válik. Nemcsak a beállítás ne-



36. ábra. Kéthullámsávú rövidhullámú vevőkészülék kapcsolási vázlata

hézkes, hanem még a vevő olyan elkészítése is, hogy a visszacsatolás az egész vételi sávban egyáltalán beállítható legyen. A fenti problémákör megkerülésére dolgozták ki a 35. ábrán látható áramkörü megoldást, aminek az a fő jellemzője, hogy a pozitív visszacsatolás nem egy, hanem két fokozatra terjed ki. Ebben az esetben a kapcsolás kialakítható úgy is, hogy nem szükséges az esetenkénti fázisproblémákat okozó külön visszacsatoló tekercs sem. Az  $L_2C_1$  rezgőkör teljes kapocsfeszültségét erősíti a  $T_1$  FET és meghajtja a  $T_2$  tranzisztort. A  $T_2$  munkaellenállásaként szereplő P potenciométerről a  $C_2$  kondenzátoron keresztül visszavezetett feszültség pozitív csatolást idéz elő, mivel mind a  $T_1$ , mind a  $T_2$  az erősítés során  $180^\circ$ -os fáziseltolást hoz létre. Az eredő fáziseltérés a  $T_1$  bemenete és a  $T_2$  kimenete között emiatt  $360^\circ$ , illetve  $0^\circ$ -os, ami a pozitív visszacsatolás alapfeltétele. A  $T_2$  kimenetéhez diódás demodulátor csatlakozik, az  $L_3C_4$  rezgőkör a zavaró kisfrekvenciás zajkomponen-

seket tartja távol a demodulátortól és hangfrekvenciás erősítőtől.

A fentiekben vázolt alapelv gyakorlati megvalósítása a 36. ábrán látható. A 3 db tranzisztorral és 1 db IC-vel működő rövidhullámú vevőkészülék 2 frekvenciasávban 3,5 MHz-től 28 MHz-ig működik. Sávhatárok: 3,5...9 MHz és 9...28 MHz. A tekercsrendszer és visszacsatolás kialakítása megfelel az elvi sémának és a sáváltáshoz is csak nagyon egyszerű 2 morse érintkezős kapcsoló szükséges. A visszacsatolás a  $P_1$  potenciométerrel szabályozható, az antennacsatolás kapacitív úton változtatható. A demodulátor után egyfokozatú hangfrekvenciás előerősítő található, melyet hangszin és hangerőbeállító követ ( $P_2-P_3$ ). A hangfrekvenciás teljesítményerősítést a TAA 611 B típusú IC végzi, ami a 8  $\Omega$ -os hangszórón 1 W hangteljesítményt biztosít. A végfokozatban más típusú IC pl. TBA 800, TBA 810 S vagy TBA 820 is alkalmazható a kiválasztott IC-re előírt kapcsolásban. Tekercs adatok:

3,5...9 MHz:  $L_1 = 5$  menet

$L_2 = 20$  menet

9...28 MHz:  $L_3 = 3$  menet

$L_4 = 6$  menet

szűrőtekercs  $L_5 = 50$  menet

Valamennyi tekercs  $8 \times 20$  mm-es vasmagos tekercstesttre készül, a rezgőköri tekercs  $0,4 \dots 0,5$  mm-es, az antennatekercsek és az  $L_5$  szűrő pedig  $0,1 \dots 0,15$  mm-es szigetelt huzalból. A forgókondenzátor csak légszigetelésű lehet. Finombeállítás céljából célszerű a trimmerkondenzátort ( $20$  pF) is gombbal állíthatóan kivitelezni vagy egy külön  $10$  pF-os finombeállító kondenzátort alkalmazni. A visszacsatolás optimális tartományát sávonként a  $P_1$ -hez csatlakozó kondenzátorok állításával vagy cseréjével kell megkeresni.

A vevőkészülékekkel való kísérletezéshez sok sikert és jó vételi eredményeket kívánunk.

## Magas megbízhatóságú, precíziós feszültségstabilizátor

Rózsa Sándor okl. villamos mérnök.

A mintakészüléken mért műszaki adatok:

Kimeneti feszültség: Két tartományban folyamatosan változtatható

A: 4-18 V  
B: 18-30 V

Kimeneti áram: 2 A (maximum)

Áramhatárolás: 0,5; 1; 1,5 vagy 2 A

Kimenet rövidzártűrése: korlátlan

Belső ellenállás:  $< 5$  m $\Omega$

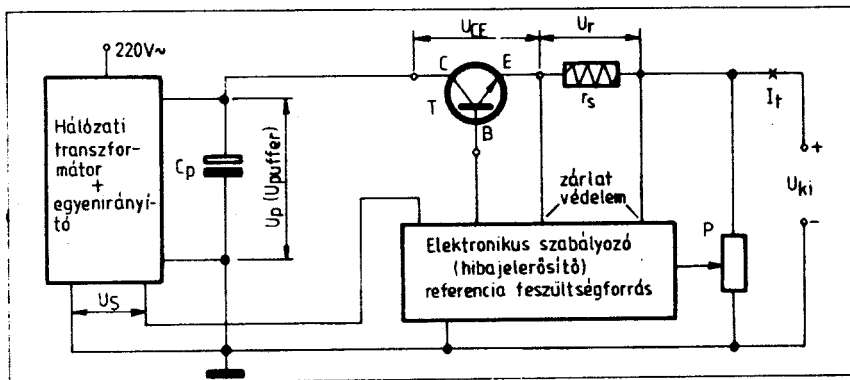
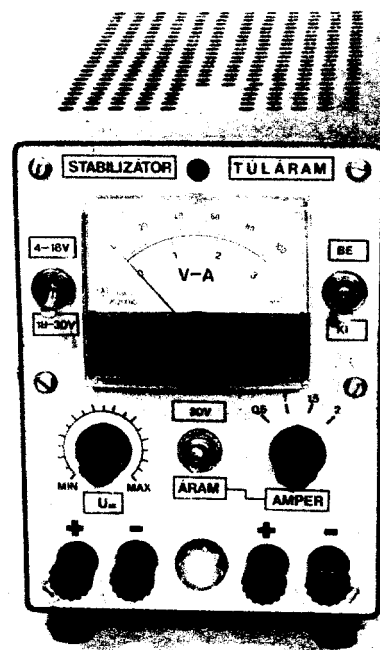
Kimeneti feszültség változása üresjáras és teljes terhelés között:  $< 10$  mV

Kimeneti feszültség változása  $\pm 10\%$  hálózati feszültségváltozásnál  $< 0,2\%$

Brummfeszültség 24 V/2 A-os üzemmódban:  $< 1$  mV<sub>cs cs</sub>  
Teljesítményfelvétel 30 V/2 A-os üzemmódban: kb. 100 VA

### Bevezetés

Elektronikus alkatrészek és készülékek vizsgálatához tag feszültséghatárok között beállítható, kielégítően terhelhető, rövidzárvédelemmel ellátott tápegységek szükségesek. A szakfolyóiratokból és szakönyvekből már számos, e célokra alkalmazható elektronikus stabilizált tranzistoros és integrált áramkörös, egyszerű



1. ábra. Áteresztőtranzisztoros elektronikus feszültségstabilizátorok áramköri tömbvázlata

es bonyolult tápegység kapcsolása és építési leírása ismeretes. A stabilizált tápegységek legelterjedtebb változataiban a 723 C (PC) típusú integrált áramkör működik, amit a kívánt áramterheléstől függően egy vagy több darab, soros szabályozó üzemmódban működő ún. áteresztő teljesítmény tranzisztor egészít ki.

Ezek a készülékek, a szakszerű elkészítést feltételezve kifogástalanul működnek, ha a transzformátort és az egyenirányítót helyesen méretezik, a teljesítménytranzisztorokat jól választják meg, gondoskodnak a hűtésükről és a 723-as IC semmilyen üzemiállapotban nem terhelődik túl. Az ilyen készülékek építési problémái a követelményekkel arányosan növekednek. Azaz egyszerű, esetleg fix kimeneti feszült-