

# RÁDIÓ — TECHNIKA ÉVKÖNYVE 2002



**NEDIS**  
Elektronikai alkatrészáruház



**ret**  
elektronika  
Tel.: 62/422-500, Fax: 62/422-596



**mikrovill**  
HÍRADÁSTECHNIKAI KFT.  
1126 Budapest, Bősörményi út 2.  
T: 212-4130, F: 212-4865  
e-mail: mikrovill@matavnet.hu  
http://web.matavnet.hu/mikrovil



**Weller**  
szaküzlet  
1134 Bp. Angyalföldi út 38.  
Kft.  
ISO által minősített kézi-  
szerszámok kis- és nagy-  
kereskedelme.  
Tel.: 340-8456

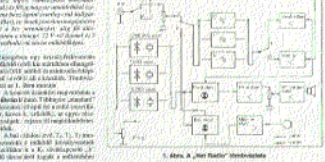


**CQ  
de  
HA skk**

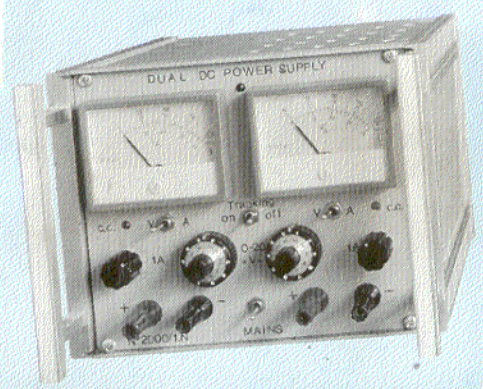


**Net Radio**  
Működés:  
Hárm.

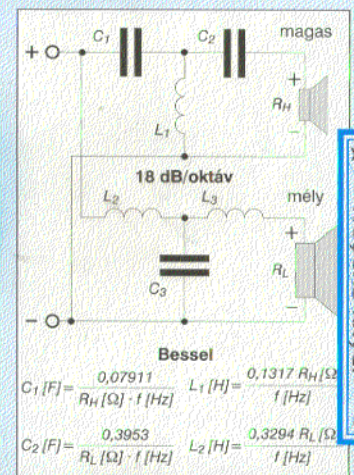
Az előző évi kiadványunkhoz képest ez a kiadvány ismét sok újat tartalmaz. Az előző kiadványhoz képest ez a kiadvány ismét sok újat tartalmaz. Az előző kiadványhoz képest ez a kiadvány ismét sok újat tartalmaz.




**bevélt kapcsolások**



**P  
I  
C**




**KULTÚRA**  
**ADOTT TERMÉK**  
IRÁNY: EURÓPA!  
Az olvasás  
káros az egészségre



**ZL**  
**RÁDIÓLABORÁTIUM**  
PRINTED CIRCUIT BOARD  
TRANSFER FILM  
Press-n-Peel

## IBM PC XT/AT-n futó programok:



### PCBCGA V 2.0 NYÁK-TERVEZŐ PROGRAM

EPSON mátrix, HP DeskJet 500, HP LaserJet III, IVL printereken 1:1, 2:1 arányú nyomtatással. Normál és felületszerelt, kis-, illetve nagyfrekvenciás panelek tervezhetők a segítségével. Ebben a kategóriában valószínűleg a világon a legolcsóbb! A program menüvezérelt (56 menüpont), egérrel vagy billentyűzetről. A lemezen megtalálható a NETConv V 1.1 konvertáló program is, amely az ORCad NETLIST állományából a PCBCGA számára olvasható

alkatrész- és kötéslistát készít. Ebből a PCBCGA nyomtatott áramkört tervez. A programhoz a lemezen részletes, kiprintelhető magyar nyelvű használati útmutató található, amelynek kivonatos printelt változatát a lemezhez mellékeljük. Upgrade V 1.3-ről V 2.0-ra 2500 Ft, lemezcserevel. A program angol nyelvű!

Fogyasztói ára: 7500 Ft (1 db lemezen, tömörítve).



### EXOR V 1.0 DIGITÁLISÁRAMKÖR-SZIMULÁTOR PROGRAM

ÚJ!

Az áramkört a szimulátor kapcsolási rajz szerkesztőjével rajzolhatjuk meg. Kiprobált kapcsolásokat könnyen beültehetünk újakba. A rajz Epsom mátrix nyomtatón kirajzolható. Az interaktív szimuláció megjeleníti a logikai jelek időbeli lefolyását és kijelzi a zárlatokat, valamint az összetett logikai elemek hazárdjait. A program egyedülálló módon a felhasználó által is továbbfejleszhető, módosítható. Ezt a programhoz mellékel, szabadon felhasznál-

ható 32-bites objektum orientált programfejlesztő környezet biztosítja. A szimulátor használatát kinyomtatható magyar nyelvű dokumentáció és angol nyelvű On Screen Help segíti. A használati utasítás a CD-n HTM formátumban megtalálható. Legalább 486-os processzort, 16 MB RAM-ot, SVGA kártyát, egeret és Windows 3.x-et vagy újabbat igényel.

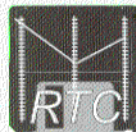
Fogyasztói ára: 7500 Ft (1 db CD-n).

### RTC ELEKTRONIKAI MÉRETEZŐ PROGRAMCSOMAG

Különböző rádiótechnikai/elektrotechnikai számításokra készített, táblázatkezelő keretei között megvalósított matematikai modellek gyűjteménye, egyszerű ábrákkal illusztrálva. 48 elektronikai jellegű számítási probléma oldható meg a segítségével, ez a felhasználó által is

bővíthető. Tartalmaz gazdasági számításokat és információs fájlokat is. Részletes ismertetése a Rádiótechnika 1992/11. számában található meg.

Fogyasztói ára: 1200 Ft (1 db lemezen, tömörítve, öninstalláló).



ÚJ!

### KANYI V 2.04 KAPCSOLÁSI RAJZ NYILVÁNTARTÓ PROGRAM ÉS ADATBÁZIS

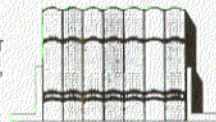
Nagy és folyamatosan bővülő adatbázissal rendelkező, a korábbi verzióhoz képest lényegesen átdolgozott, alaposan kibővített nyilvántartó program. A kapcsolási rajzokat ugyan nem, de azok jellemzőit, fontos elemeit tárolja. A Rádiótechnika, a Rádiótechnika Évkönyve, a Hobby Elektronika idáig megjelent számain, kiadásain

kívül 200-nál több szakkönyv adatait vittük be az adatbázisba. Intelligens - akár többszintes - keresés logikai függvény alapján! Saját, tetszőleges (műszaki) tárgyú adatbázisok is létrehozhatók! Rövid ismertetése a Rádiótechnika 2001/7. számában megtalálható. F. ára: 4500 Ft (2 db 3,5"-os lemezen, öninstalláló). Upgrade: 2000 Ft.

### EX LIBRIS KÖNYVTÁRI NYILVÁNTARTÓ RENDSZER

Maximum 32 768 kötetes házi, üzemi, tanszéki stb. nemhivatalos könyvtárak számára. Igen egyszerűen kezelhető, nagyon rugalmas programrendszer. Hardver-igénye: min. 386-os alaplap VESA-kompatibilis kártyával. Rövid leírása a Rádiótechnika 1996/5. számában

jelent meg. Kezelését bármikor leihívható On Screen Help segíti, bar részletes használati útmutató is tartozik hozzá ASCII szövegfájlban, kinyomtatható formában. Speciális opciója a naplózás. Fogyasztói ára: 1800 Ft (1 db lemezen).



### TTL, CMOS, MEMÓRIA, TRANZISZTOR, DIÓDA KATALÓGUSPROGRAMOK

Egyszerűen kezelhető programok, jelentős adatbázissal. A TTL- és CMOS katalógusok egyenként mintegy 400, a MEMÓRIA katalógus kb. 200 IC, a TRANZISZTOR katalógus 7500 tranzisztor, FET, MOSFET főbb paramétereit, a DIÓDA katalógus pedig közel 7000 típus adatait tartalmazza.

Utóbbiban a diódákon kívül megtalálhatók a tirisztorok, triakok, optocsatolók, erősítőmodulok paramétereit is.

A katalógusok fogyasztói ára: egyenként 990 Ft (1-1 db lemezen).

### Assembly\_1 PROGRAM

IBM PC-s tanfolyamunkhoz (RT 1993/3-tól). Fogyasztói ára: 600 Ft (1 db lemezen).

A programok 3,5"-os (külön kérésre 5,25"-os) lemezekre kaphatók és - az Ex Libris, a KANYI, ill. az EXOR kivételével - bármely IBM XT/AT vagy ezekkel kompatibilis gépen futnak, amely tetszőleges szabványú monitorral, merevlemez tárolóval és legalább 512 kB RAM-mal rendelkezik.

A programok a Rádiótechnika szerkesztőségében megvásárolhatók munkanapokon 9-14 óráig.

Címünk: 1138 Budapest, Dagály u. 11. I. em. 129. Telefon/fax: 239-4932, 239-4933.

Postán, utánvétellel is rendelhet; a posta- és csomagolási költséget felszámítjuk. (1374 Budapest, Pf. 603.)

E-mail: [hambazar@radiovilag.hu](mailto:hambazar@radiovilag.hu)

**A**  
**RÁDIÓTECHNIKA**  
**ÉVKÖNYVE**  
**2002**

**Szerkesztették:**

Békei Ferenc főszerkesztő

okl. üzem mérnök, HA5KU

Stefanik Pál ny. főszerkesztő

okl. villamosmérnök, HA5BT

**Írták:**

Balás B. Dénes távközlési technikus

Bus László okl. villamosmérnök

Diószegi Gyula villamosmérnök

Dr. Eged Bertalan okl. villamosmérnök, HA6QU

Dr. Falus László okl. villamosmérnök, HASPE

Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ/7

Dr. Fábán Tibor okl. villamosmérnök

Ferenczi Ödön okl. villamosmérnök

Gilszki József technikus

Dr. Hetényi László okl. villamosmérnök, HA5BK

Horváth Lajos rádióbemondó, HG5TZ

Horváth Péter híradástechnikai mérnök, HA8RM

Konsanszky Róbert okl. villamosmérnök

Dr. Madarász László okl. villamosmérnök

Nagy Gyula vill. üzem mérnök, HA8ET

Nagymáté Csaba villamosmérnök

Németh Lajos tanár

Plachtovics György műszeripari technikus

Dr. Simonsics László okl. villamosmérnök

Sipos Gyula okl. IC-szakmérnök

Stefanik Pál okl. villamosmérnök, HA5BT

Szabó Zoltán okl. üzem mérnök, HA9PN

Urbán István okl. villamosmérnök

Wlassits Nándor HA8QC

**Tartalomjegyzék**

Zelenka László és a ZL Rádiólaboratórium .....	4
<b>Szuper rendszerű VLF-vevő</b>	
az 5...400 kHz tartományra .....	13
<b>Kettős labortápegység .....</b>	<b>24</b>
<b>Nyák-készítés PnP transzferfóliával .....</b>	<b>33</b>
<b>Muzeális vevőkészülékek szakszerű restaurálása 4. ....</b>	<b>35</b>
<b>Hálózati és kimenőtranszformátorok pótlása rádió-     vevőkészülékekben és erősítőkben .....</b>	<b>46</b>
<b>A világ rádiómúzeumai: Milánó .....</b>	<b>54</b>
<b>A PIC mikrovezérlők kiteljesedő családfája .....</b>	<b>57</b>
<b>Hangtechnikától a számítástechnikáig .....</b>	<b>78</b>
<b>Hangsugárzók tervezése PC-vel .....</b>	<b>93</b>
<b>Az STK463 „klónozása” .....</b>	<b>114</b>
<b>Technikatörténet – évszámokban .....</b>	<b>117</b>
<b>Alacsony torzítású, triódás végerősítő .....</b>	<b>122</b>
<b>Hangfrekvenciás generátor .....</b>	<b>129</b>
<b>Hangfrekvenciás vobulátor .....</b>	<b>137</b>
<b>Szélessávú, ferrites iránycsatolók .....</b>	<b>151</b>
<b>Tápegység elektroncsöves áramkörök vizsgálatához ..</b>	<b>160</b>
<b>Vakondriasztó .....</b>	<b>165</b>
<b>Infravörös távvezérlők ellenőrző egysége .....</b>	<b>167</b>
<b>Rádiózavarás Magyarországon (1950–1979) .....</b>	<b>170</b>
<b>Net Radio (3-sávós DSB tcvr) .....</b>	<b>176</b>
<b>Beszéd tároló .....</b>	<b>180</b>
<b>In Memoriam Fábán István WAA .....</b>	<b>183</b>
<b>Az első adóantennám .....</b>	<b>185</b>
<b>Az R-107T felhasználása rádióamatőr célokra .....</b>	<b>196</b>
<b>Felülvágó szűrők tervezése 432 MHz-re .....</b>	<b>205</b>
<b>CQ de HA... CQ de HG... 2001 .....</b>	<b>216</b>
<b>A világ legnagyobb fülei mindent hallanak .....</b>	<b>222</b>
<b>Autósok, figyeltem! .....</b>	<b>226</b>
<b>Bevált kapcsolások .....</b>	<b>238</b>
<b>Sok kis kapcsolás .....</b>	<b>253</b>

Kiadja:

*Rádióvilág Kft.*

A kiadásért felel: Békei Ferenc ügyvezető igazgató

Szedés: Sipos DTP-stúdió, Budapest

Felelős vezető: Sipos Gyula okl. IC-szakmérnök, cégt.



Nyomás: Athenaeum Nyomda Rt. 0105708, Budapest, 2001  
 Felelős vezető: dr. Garáné Bardóczy Irén, az igazgatóság elnöke

# Köszöntő

A „Rádiótechnika” évkönyveinek immáron XXXV. kötetét tartja kezében a kedves Olvasó. Ezen kiadványunkban is alapvetően a rádió adás-vétel technika, a műszer- és mérés technika és az általános elektronika területéről adunk cikkösszeállítást. Reméljük, Olvasóink meglepedésére.

Megszokott dolog, hogy évkönyveink előszavában megszólítjuk Olvasóinkat a legújabb portékát, az aktuális kötetet ajánlva. Alkalomadtán e helyt érdekesebbnek ígérkező évkönyvírások és -témák is kiemelésre kerülnek. Legkevesebbszer tisztelt Szerzőinkkel foglalkoz(t)unk kötetünk előszavában, nem másért, minthogy azt tartottuk és tartjuk, hogy róluk cikkek szólnak mindennél ékeesebben. Akik személye viszont sohasem került, úgymond, reflektorfénybe: ők a szerkesztők. Nos, idei évkönyvünk az a ritka kivétel, amelyik erősíti e szabályt.

Köszöntőt kell írunk akkor, – mily’ megtisztelő kötelesség –, amikor „A Rádiótechnika évkönyve” zsinórban szerkesztett XXXV. kötetét adja ki kezéből a kiadvány alapító szerkesztője. Harmincöt évkönyv – egyvégtében! Tiszteletre méltó, ritka csodálatos, talán példa nélkül álló teljesítmény. Nem kellett hozzá más, mint mély és kiolthatatlan szakmaszeretet, szívós kitartás, no és istenadta testi-szellemi erő, frissesség. Ilyen egyszerű a recept...

Kedves Olvasóink nevében is gratulál és köszönti *Stefanik Pál* (HA5BT) okl. villamosmérnök urat, a „Rádiótechnika” nyugalmazott főszerkesztőjét nagyszerű évkönyv-jubileuma és hasonlóképpen a 2002. évre eső 80. születésnapja alkalmából a

Szerkesztőség

## Koaxiális csatlakozók, kábelek, antennák és szerelvények egy helyről



Telegärtner

### BNC • TNC • N • UHF

- \* Professzionális és Standard csatlakozók
- \* Koaxiális túlfeszültség levezetők
- \* Csatlakozóval szerelt kábelek
- \* GSM készülék- és antennacsatlakozók

### Mini UHF • FME • SMA • SMB

- \* Garantált intermodulációs tulajdonsággal rendelkező bázisállomási csatlakozók.
- \* Antenna jumper kábelek, egyedi méréssel
- \* ISO 9001 minősítésű gyártás

Kabelwerk  
EUPEN

### 5128 (1/2"-50) • 5228 (7/8"-50)

- \* Bázisállomási koaxiális kábelek

### 213 RT 5 Low Loss

- \* Low loss alacsony csillapítású kábelek

DRAKA  
CABLES

### RG 58 C/U • RG 213, 214 C/U

- \* Standard RG koaxiális kábelek

### 1,35/3,6 AF Low loss

- \* vékony, de kis csillapítású kábelek

FIMO

### RFB 1/2" • RFA5 7/8"

- \* Kábelrögzítő szerelvények, bilincsek
- \* Professzionális földelő bilincsek

### KMT 1/2" • KMT 7/8"

- \* Speciális, sugárcsőtartó tartó bilincsek
- \* Tömítő és vízmentesítő garnitúrák

KATHREIN

### VHF • TETRA • GSM 900/1800

- \* Gépjármű antennák minden sávra
- \* Kombinált többsávú antennák

### GPS • CCIR URH/ GSM / GPS

- \* Professzionális bázisállomás antennák
- \* Szűrők, összegzők

ingyenes tervezési szaktanácsadás

budapesti raktár

megbízható műszaki háttér

1026 Bp. Guyon Richárd u. 13.

Nagykereskedelmi forgalmazás:

Fax: 200-6971

Tel: 200-0296, 200-6968

**RAKOTRADE Kft.**

e-mail: rakotrade@axelero.hu

Dr. Falus László okl. villamosmérnök

A XX. század első harmadának egyik nagy csodája a rádió volt. A rádióhullámokon érkező hangok összekötötték az országokat és hamarosan a földrészeket is. Ennek a méltán csodált technikai újdonságnak a bővületébe kerültek a '20-as évek műegyetemi hallgatói és közöttük visszaemlékezésünk főszereplője, Zelenka László is. A rádiózás fiatalon rabul ejtette és ez a kapcsolat számára az egész életpályát meghatározta.

## A kezdeti évek

Zelenka László 1902. március 23-án született Tiszolcon, Gömör megyében. Édesapja, Zelenka Emil, előbb a zólyombrézói, majdpedig a diósgyőri vasgyárban volt irodakezelő. Édesanyja 1906-ban, édesapja 1912-ben meghalt, így 10 éves korára teljesen árva maradt. Gyámhoz került, aki szintén a diósgyőri vasgyárban volt irodakezelő. A gimnáziumot végig jeles eredménnyel, a miskolci református főgimnáziumban végezte. Érettségi után beiratkozott a Műegyetemre, ahol – a létfenntartás gondjai miatt – 6 év alatt végzett. Az egyetemi tanulmányai során az államtól kapott árvai kezgydíj mellett rajzok készítésével és óraadásból tartotta fenn magát. A rádiótechnika a műegyetemi éveit alatt, 1924-ben keltette fel az érdeklődését. Gyakran bejárt dr. Wittmann Ferenc műegyetemi tanárhoz, aki akkor kezdte el rádiótechnikai kutatását.

1927-ben belépett az Egyesült Izólámpa és Villamossági Rt.-hez. Amiót 1929-ben a gyár kettévált, a kivált



Standard Villamossági Rt.-hez került. Itt az *Istvánffy* (akkor Rainer) *Edvin* által vezetett laboratóriumban dolgozott, előbb telefontechnikai, majd rádiótechnikai témákon. Fő tevékenysége műsorvevő készülékek tervezése volt és ez idő alatt megismerte a gyártást is. *Sárközi Gézával*, a Standard Rt. későbbi híres adófejlesztő mérnökével együtt megterveztek és megépítettek egy 10 W teljesítményű katonai adóvevőt. Erről a fejlesztésről *Kerényi István* és *Lengyel Endre* is említést tesznek *A magyar katonai rádiózás hőskora* című könyvükben. A témát a HM megbízásából Kerényi ezredes ellenőrizte és részt vett a kísérleti példány terepi kipróbálásán, 1928 őszén. E készülék alapozta meg a későbbi, a Standard cégnél nagy sorozatban gyártott katonai adó-vevők fejlesztését. A Standardnál töltött évek alatt meglátogatta a testvérállalatot, az antwerpeni Bell System Telephonique céget, továbbá az eindhoveni Philips és a párizsi Le Matérielle Telephonique gyárat.

## A ZL Rádiólaboratórium megalapítása

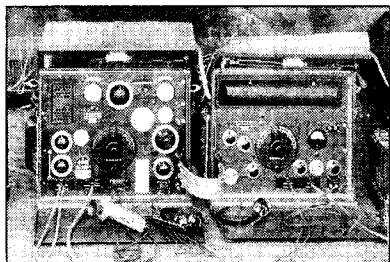
1930 végén, ma már kideríthetetlen okból kilépett a Standardtól és előbb mű-

szaki tárgyú cikkek írásával tartotta fenn magát, majd megalapította a ZL Rádiólaboratóriumot. Szakírói tevékenységét 1926-ban a *Technika* c. lapba írt *Az alacsony rezgésszámú erősítőkről* című cikkével kezdte. A harmincas évek elején, a műsorújságok hasábjain színes beszámolóit jelentek meg külföldi útjainak rádiós vonatkozású emlékeiről. Interjú készített például *Magyar Sándor* pilótával, az Atlanti-óceán átrepülésének rádiósélményeiről. Számos népszerű műszaki cikket írt ugyanezekbe a lapokba a detektortól a távolbalátásig, a frekvenciamodulációig és az ultrarövidhullámú technikáig terjedő témakörökből. A ZL Rádiólaboratórium megalakulásáról a *Technika* adott hírt az 1932. májusi számában. Ebben az alapító megfogalmazta a célkitűzést, amely szerint a széles szakmai közönségnek kívánunk „mérnöki méréseket, tanácsokat és szakértői munkát” nyújtani. Zelenka a laboratóriumban kezdetben egyedül dolgozott, rádiókészülékeket javított és tekercskészleteket készített.

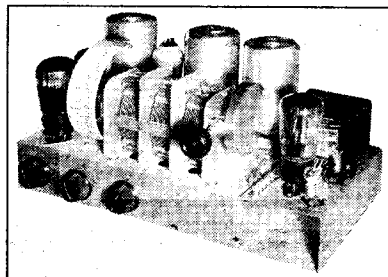
Az 1933. december 2-án megjelent hirdetés szerint a ZL Rádiólaboratórium a Budapest V. kerület, Vadász utca 11-ben, majd 1934 őszén a Károly körút 10-ben működött.

## A térerősségmérő, erősítő a Rádióknak, vételtechnika

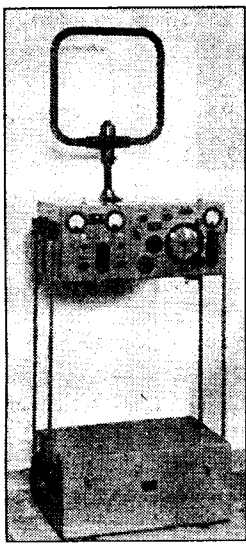
1933. december 2-án megkezdte a műsorszórását a lakihegyi 120 kW-os adóállomás. Ez nagy lökést adott a rádió-



10 W-os katonai adó (1928)



3-csöves vevő



**Térorősségmérő  
(1947)**

si diagrammokkal történt. Abban az időben konstrukciós érdekességnek számított, hogy például a vevő műszerét jack-dugó segítségével lehetett a fozkozatok ellenőrzésére, a mérőpontokra csatlakoztatni, a vevőt és a mérőoszillátort pedig közös dobozba beépített fiókszerű egységekbe szerelték és a két fiók közötti nagyfrekvenciás csatlakozást merev rézcsőből készített összeköttetéssel valósították meg. A műszert a Posta Kísérleti Állomás által készített mérőkocsiba építették be. Ezzel a kocsiival 1934-ben és 1935-ben két nagy, 11 000 km hosszúságú körutat tettek meg az ország területén a 20 kW-os és a 120 kW-os adók térorősségének mérésére.

A Rádió műsorában nagy jelentőségűek voltak a helyszíni közvetítések.

### Mérethelyes rajzok és részletes leírás

egyszerű mérő oszcillátor házi elkészítéséhez, mely vevők összehangolásához, precíz tekercsek készítéséhez nélkülözhetetlen. A hangolás módjának tüzetes leírásával együtt már előjegyezhető.

### ORKÁN

nagyteljesítményű dinamikus hangszóró  
Kerjen prospektust  
**ZL Rádiólaboratórium**  
Budapest, Vilmos császár út 22, I. Tel.: 11-6-72

Ezek nélkülözhetetlen eszköze volt a „színházi erősítő”, amit a Posta Kísérleti Állomáson terveztek és kis sorozatban a ZL cég gyártott. A készüléket a Magyar Rádió több, mint 2 évtizeden keresztül használta. Szerencsére megmaradt néhány példánya; ezek a rádiótörténeti kiállítások becses darabjai. Itt is feltűnik az átgondolt konstrukció. A vonalak, a mikrofon és a telepek könnyen végrehajtható csatlakoztatása, a tartalékcsövek és csatlakozókábelek célszerű tárolása, az áttekinthető kezelőfelület – és mindez egy kis bőröndbe beépítve.

Tovább folytatta tevékenységét a vételtechnika területén. *Szelektivitás! Nagyadó!* című hirdetésében 3V-s típusú készülékét ajánlja, illetve nem elsősorban a készüléket, hanem annak lényeges alkatrészeit: az alaplemezt, a forgókondenzátort és az előhangolt tekercset. Úttörő vállalkozás volt ez; az alkatrészek készletként (kit-ben) történő árusítás, amelyben Zelenka Lászlót nem igazán követték más cégek. Érdekes adalék található, szinte észrevehetetlenül, a Molnár-Jovitz: „Rádiósok könyve”, 1933-ban kiadott munkában. A tekercsekkel foglalkozó fejezet vé-

gén – ahol az árnyékolás hatásával foglalkozik – található a 76. ábra, amelyről a szöveg nem tesz említést. A képen egy árnyékolóserlegben a jól ismert ZL-embléma látható.

A „Hírújság – Rádiógyűjtők Magyarországi Klubja” 1998. júniusi kiadvány másolatban közölte a következő című cikket: „ZENITH D” Univerzál detektoros vevőkészülék, 210–840 m vételére. Mint hullámcspada és mint band-pass előtét is használható – Copyright by Zelenka László okl. gm. A – valószínűleg *Az Amatőr* című lapban megjelent – cikkben helyi vételre ajánlja a készülékét, mivel erre kár volna csöves vevőt használni, aminek jelentős a hálózati fogyasztása és drága a csövek pótlása. Közli a készülék kapcsolási rajzát, fényképét és részletes tanácsokat ad a megépítéshez és a használatához.

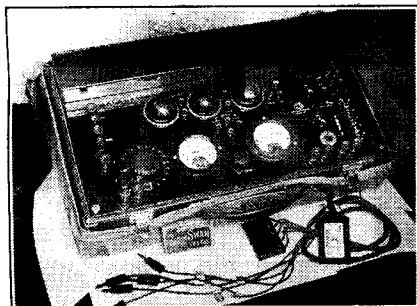
### Szignálgenerátorok

1936-ban található az első nyoma a cég szignálgenerátorokkal kapcsolatos tevékenységének. A szignálgenerátor – mint köztudott – modulált nagyfrekvenciát szolgáltat a vevőkészülékek méréséhez és ezzel helyi mérőadó-állomást valósít meg. Nélkülözhetetlen a készülékek fejlesztésénél és gyártásánál, de a legnagyobb jelentősége a javítóműhelyekben van. Ezt a ténytet Zelenka már korán felismerte.

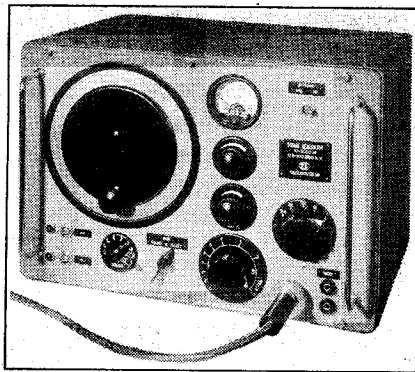
A témában az első, „Az amatőr laboratórium nélkülözhetetlen segéd-eszköze” leírás a Rádió Technika 1936. júniusi és júliusi számaiban jelent meg. A cikkben nem található a szerző neve, de a kiemelkedő alaposágú tárgyalás és a közölt kapcsolási rajz magas színvonalra valószínűsíti, hogy a szerző Ze-



**Zenith 1-B szignálgenerátor**



**Hordozható erősítő a Magyar Rádió részére**



A „nagy” szignálgenerátor

lenka volt. Ezt követően, a Rádió Technika 1937. januári számában szerzőként már Zelenka László okl. gépészmérnök feltüntetésével közölte az „Egyszerű hangoló-oszcillátor házi elkészítése” című anyagot. Ugyanebben a lapszámban jelent meg a témában a ZL Rádiólaboratórium első hirdetése, amelyet még több is követett. Ebben a hirdetésben a hangoló-oszcillátort kínálja valószínűleg összeszerelt, működésképes állapotban és vállalja a kész oszcillátor hitelesítését is. Érdekes, hogy az előbbi ára 8 P, az utóbbié 10 P. Közli, hogy a cikkben leírt készülékhez „minden anyag kiváló minőségben kapható.”

Szignálgenerátorainak története a cikkek, hirdetések és adatlapok nyomán a továbbiakban is jól követhető:

ZENITH „1-B” – Cikk a Rádió Technika 1940. novemberi számában.

ZENITH „1-B” – Hirdetések a Rádió Technika 1940. december és 1941. május közötti számaiban.

ZENITH „2-B” – Hirdetés a Rádió Technika 1943. decemberi számában.

„4-F” típusú modulált mérőoszillátor – Adatlap, 1941.

ZENITH „3-B” – Hirdetések és cikk a Rádió Technika 1948. évi számaiban.

Az 1-B szignálgenerátor 100 kHz és 17 MHz között működött. Kimenő-

feszültségét 1  $\mu$ V és 20 mV között lehetett változtatni. Belső és külső modulációval rendelkezett, a moduláló hangfrekvenciás jel ki volt vezetve. A kisméretű készüléket öntött alumíniumdobozba építették be. A 4-F típusú mérőoszillátor a 30 kHz – 35 MHz közötti frekvenciasávban 1  $\mu$ V–100 mV feszültségtartományban szolgáltatott modulált jelet. Az 1-B szignálgenerátor sikeres műszer volt, amelyet még évtizedekig használtak, sőt, néhány példány még ma is használatban van. 15...20 év múlva is az eredetihez igen hasonló típusokat hoztak forgalomba. Az 1-B típus beszerzésére a Rádió

Technika előfizetői számára akciót hirdetett.

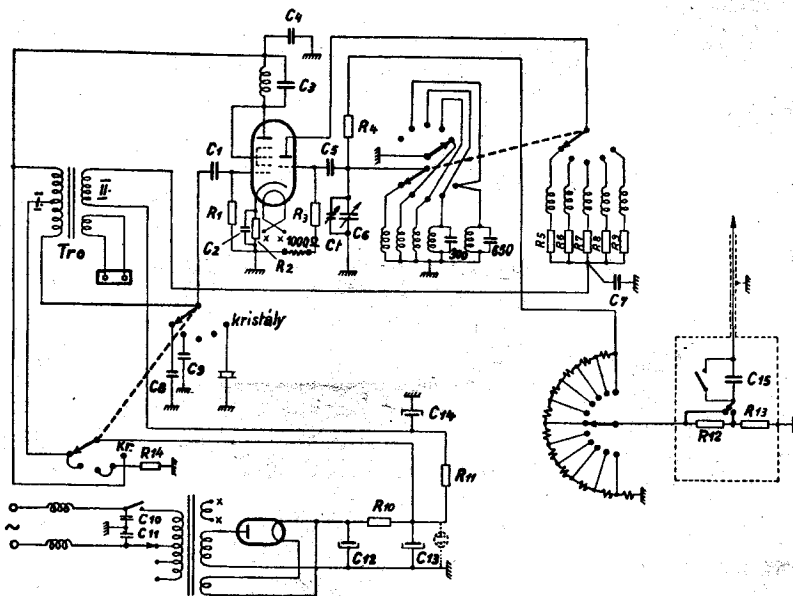
Érdeemes áttekinteni a kis szignálgenerátorok korábbi típusai, az 1-B és a 2-B utódjának, a 3-B-nek a kapcsolását. A készülékről a Rádió Technika 1948. februári számában jelent meg ismertetés. Ez igen részletes; a kapcsolási rajzon és a működés ismertetésén kívül közli a tekercsek menetszámát, huzaladatait. A műszert az elterjedt ECH 3, majd később az ECH 21 elektroncsövel és egy hálózati egyenirányítóval készítették. A cső triódarésze volt a nagyfrekvenciás oszcillátor, 5 sávban működött és forgókonkondenzátorral han-

## Újdonság!

„3 – B” Kvarcvezérlésű kis szignálgenerátor. A régi jóhírű „1 – B” és „2 – B” utóda! Kérjen ismertetőt!

**ZELENA LÁSZLÓ okl. gépészmérnök**  
Budapest XI, Ulászló utca 38.  
Telefon: 258-258.

### ZELENA »3B« KAPCSOLÁSI RAJZA



Csővek: ECH4 vagy ECH21  
Egyenirányító V430

Kondenzátorok:

$C_1 = 10.000$  p F.  
 $C_2 = 25$  MF.  
 $C_3 = 500$ ;  $C_4 = 50$ ;  $C_5 = 100$  csillám,  
 $C_6 = 550$  p F forgó és  $C_t = 25$  p F-os pótorgó.  
 $C_7 = 3000$ ;  $C_8 = 60.000$ ;  $C_9 = 10.000$ ;  
 $C_{10}$  és  $C_{11} = 10.000/3500$  V.  
 $C_{12} = C_{13} = C_{14} = 4$  MF/450 V elektrolit.  
 $C_{15} = 200$  p F csillám.

Ellenállások:

$R_1 = R_3 = 50$  k.ohm/0,5 w.  
 $R_2 = 1000$  ohm/1 w.  
 $R_4 = 10$  k.ohm/0,5 w.  
 $R_5 = 50$ ;  $R_6 = 1500$ ;  $R_7 = 2500$ ;  
 $R_8 = 1500$ ;  $R_9 = 5000$  ohm.  
 $R_{10} = 5000/2$  w;  $R_{11} = 10.000/1$  w.  
 $R_{12} = 2500$  ohm;  $R_{13} = 25$  ohm.  
 $R_{14} = 80.000$  ohm/1 w és  $1000$  ohm/0,5 w.  
Ezenkívül: 2 db. 50; 2 db. 20; 6 db.  
10 ohmos rúdellenállás 0,5 w.

Feszültségosztó ellenállás értékei:

felülről lefelé: 50–50–20–20–10–10–  
–10–10–10–10 ohm.

### ZENITH „1-B” KIS SZIGNÁLGENERÁTOR

Az igazán rádiós igazán segédeszköze, igaz barátja!  
AMATŐRNEK TANULÁSCÉLI IPAROSNAK KEZELÉSEKOR!  
Számbeliról kimondott rádióalkalmazású készülék. 400 periódusú 30%-os moduláló.  
16–3000 m hullámhosszra lévelettel 400 periódusú hangfrekvencia.

### ZENITH „8-A”

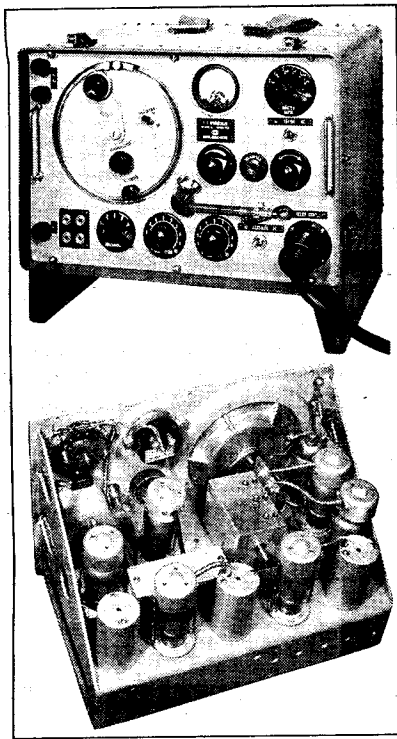
RÖVIDHULLAMÚ TEKERCSEKÉSZLET  
98–200 m hullámhosszra, hullámhosszától bekötve, KÜLSŐS KÖZLEPES FORGÓKONKON-  
DENZÁTOR, keramikus tekercsretekercs és keramikus trimmerrel, 4 pont bekötéssel. Képe  
előkészületben lévő ismertetőben.

Gyártja:

ZELENA LÁSZLÓ

OKL. GÉPÉSZMÉRŐK ZL RÁDIÓLABORÁTORIUMA  
BUDAPEST, V. VILMOS CSÁSZAR-UT 22. TELEFON: 111–62



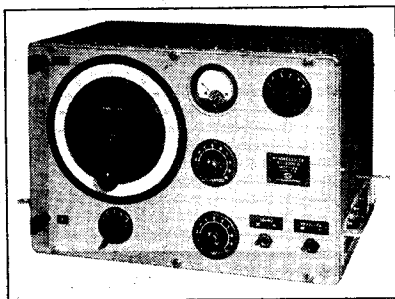


**7-csöves katonai telepes vevő**

golták. A nagyfrekvenciás jelet a rácspontról feszültségosztón keresztül vették ki. Az osztó alsó tagja ellenálláslánc volt, amelyen átkapcsolóval lehetett a kívánt feszültségtartományt kiválasztani. A 11 állású osztót 2 állású, durva, 1:100 arányú feszültség-átkapcsoló követte. A heptodáresz kettős funkciót látott el: transzformátoros hangfrekvenciás generátorként vagy kvarcoszillátorként működött. Az előbbi esetben a moduláló jelet, illetve a kimeneti kapcsokon a hangfrekvenciás jelet, az utóbbiban a hitelesítő RF-jelet szolgáltatta.

### Professzionális vevőkészülékek

A rádiózás elterjedésével fontossá vált a rádiózavarok elhárítása. E célra fej-



**7-B típusú vevőkészülék**

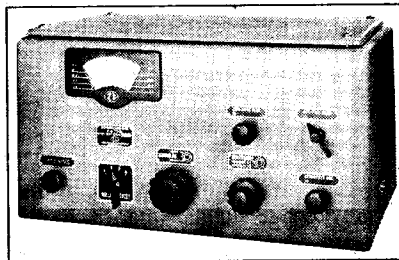
lesztette ki és legalább 6 példányban készítette el a ZL Rádiólaboratórium a Posta megrendelésére a „M. kir. Posta szabványos zavarkereső műszer”-ét. Frekvenciatartománya 150 kHz–1,5 MHz volt. Érzékenységét a következő módon jellemezték: „kb. 10  $\mu$ V-os térerősségben erős fejhallgatóvétel”. Telepes táplálású, superheterodin felépítésű, hordozható kivitelű készülék volt.

A '30-as évek második felében kezdett foglalkozni a cég a professzionális vevőkészülékek fejlesztésével, melynek eredményeként vált fogalomná a „Zelenka vevő”. Első a sorban a 6-A



**Hosszúhullámú vevő**

készülék, majd 1937-ben készült a 7-B típus, amelynek frekvenciatartománya a megmaradt fényképek szerint 150 kHz–15 MHz volt. Ezt a típust szerelték fel a Kassa motoroshajó rádióállomásán is. Katonai célra készült a 7-C



**8-A típusú RH-vevő**

változat; ennek frekvenciatartománya 2–20 MHz volt. Ennél különleges skálaszerelvényt alkalmaztak, – a leolvasás nagyítón keresztül volt lehetséges. A készüléket háton történő szállításra tervezték.

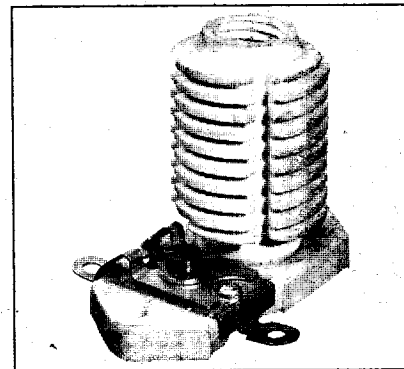
A 8-A és a 8-B típusú készülékekről nyomtatott adatlap, külső és belső fénykép, valamint a típusjel feltüntetése nélküli kapcsolási rajz maradt meg. Zelenka László saját írásos közlése szerint ebben a készülékben alkalmazták a *Dallos Györggyel* együtt kidolgo-



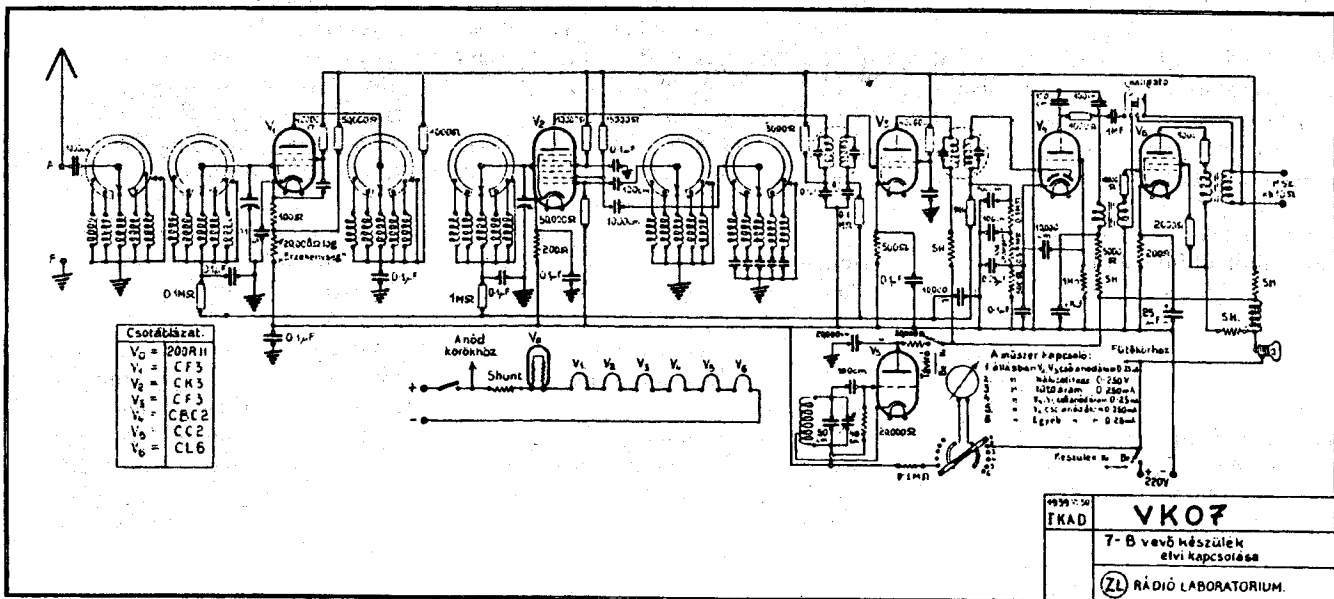
**Zavarkereső készülék szerelése**

zott zajhatároló kapcsolást. Ezt a készüléket alkalmazták a háború után gyorsan beindult rádiótávíró szolgáltatánál. Ezt megerősíti *A postamérnöki szolgálat második 50 éve* című könyv 3.5.2. *Rádiótávíró szolgálatunk újranelészése* c. fejezetének következő mondata: „Tárnok. A vevőparkot a háborúból megmaradt készülékek adták. Volt közöttük Zelenka típusú gép.”

E készülékek jellemzői az adatlap alapján a következők voltak. Frekvenciatartomány: a 8-A típusnál 1,5–31 MHz, 8-B típusnál 0,54–20 MHz. Érzékenység: 5  $\mu$ V. Zajhatárolt érzékenység 20 dB jel-zaj viszonyhoz: 12–15  $\mu$ V. Sávszélesség: 1,0–4,5 kHz/–6 dB. A sávszélesség állítható volt, a legkisebb sávszélességnél kapcsolódott be az akkor különlegességnek számító, áthidalható középfrekvenciás kvarcszűrő. Demoduláció: távíró és távbeszélő. Zörejhatároló a 100%-osnál nagyobb modulációs csúcok korlátozására. A frekvenciára kalibrált skála pontossága 1%. Hangolás 1:6 és 1:60 áttételű finombeállítóval. A skála 150 mm átmérőjű és megvilágított. Elektroncsövek száma: 9. A készülékben kerámia-trimmer-kondenzátorral egybeépített tekercstestet alkalmaztak, amit *dr. Dery Már-*



**Az első hazai kerámia csévetest rövidhullámra**

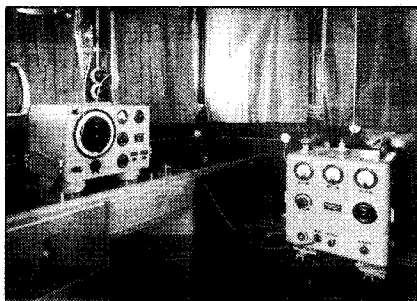


7-B vevőkészülék kapcsolási rajza

tával együtt dolgoztak ki 1935-ben. A felépítés a következő volt: pentódás nagyfrekvenciás előerősítő, heptódás keverő, triódás oszcillátor, kétfokozatú pentódás középfrekvenciás erősítő, diódás demodulátor, diódás zajhatároló, hangfrekvenciás elő- és végerősítő. Az adatlap nyomdai jelzőszáma szerint a kiadás éve 1941 volt.

Egyedi megrendelésre is készültek vevők a ZL Rádiólaboratóriumban, így például hosszúhullámú kommunikációs vevőkészülék is.

A vevőkészülékekről képek jelentek meg a B. L. Jacot, D. M. B. Collier által írt *Marconi – az éter varázslója* című könyv magyar kiadásában. Itt megtalálható a 7-B készülék mint „modern hajórádió-vevőkészülék” kapcsolási rajza, továbbá a külső és belső fényképe. Érdekes, hogy a vevőt a Magyar Marconi Rt. gyártmányaként tünteti fel.



A Kassa motoros hajó adó-vevője

### Adóberendezések

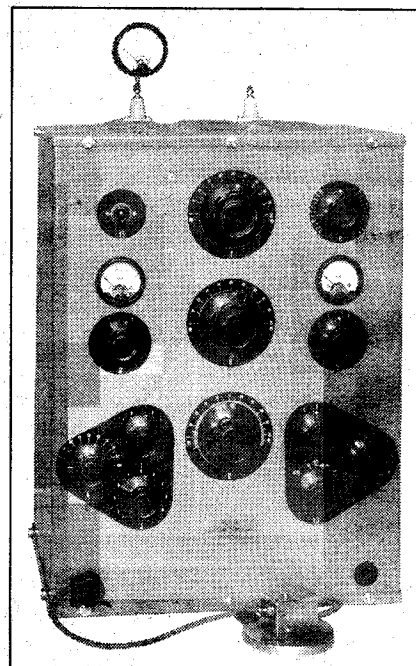
Az adástechnika sem volt idegen a cég tevékenységétől. Néhány, adókészülékekről megmaradt fényképen, a típus-táblán nem a jól ismert ZL-embléma, hanem a Magyar Marconi Rt. felirat látható. Itt kell megemlékezni arról, hogy Zelenka László szakmai pályafutása során végig kitapintható az angol Marconi cég iránti vonzalom. Ide kívánkozik, hogy a Rádió és Film Technika 1948. októberi számában közzétett hirdetésben az angliai Marconi cégek képviselőjeként a Magyar Marconi Rt. szerepel, a cím és telefonszám mellett feltüntetve, hogy „(Zelenka mérnök irodája)”. Nem zárható ki, hogy ez a kapcsolat már korábban is megvolt és a fényképeken látható adókészülékek kooperációban készültek – vagy a Marconi cég műszaki támogatásával.

Ennek ellentmond egy 1939. január 31-i keltezésű, TW 12. *Hajó-adó (583 – 822 m) – Magyar Marconi R. T.* feliratú és egy 3 – 16 Mc. *Rövidhullámú adó kapcsolási rajza* feliratú, 1943. II. 26-i keltezésű, Zelenka László és Boér aláírású, megmaradt kapcsolási rajz. A rajzok és az alkalmazott elektroncsövek a saját konstrukciót valószínűsítik.

Az adókészítési tevékenységről adat található Érsek János: *Rövidhullámú amatőr rádiózás* c. könyve A HA9 állomások c. fejezetének a János-hegyen létesített felhívatalos rádióállomásról szóló részében, a következő

mondatban: «A berendezés állt: 1 db kb. 500 W-os „Zelenka” adóból.»

A ZL Rádiólaboratórium által készített adóberendezés működött a rövidhullámú amatőrszervezet központjában is. A berendezéssel *Havas György* először az MRRE Bp. XIV. ker., Szabó József utcai székházában találkozott, ahonnan utóbb átkerült a későbbi szervezet Szent István körúti, majd az akkor Engels (ma újra Erzsé-



Adókészülék

bet) téri központjába. Emlékei szerint az adó két, egymás mellé állított szekrényből állt és fiókos felépítésű volt. Az egyikbe a tápegységeket, a másikba a rádiófrekvenciás fokozatokat szerelték. A vezérszűrő eredetileg négy, kismértékben elhúzható, átkapcsolható rezgőkvarcot tartalmazott. Ezt később felváltotta az amatőrforgalom szempontjából előnyösebb változtatható frekvenciájú oszcillátor (VFO). Fiókként elhelyezett mutató mérőműszer mérte az egyes fokozatok áramait és feszültségeit. A berendezés táviró és kétoldalsávós amplitúdómodulált üzemre volt alkalmas 250 W bemenőteljesítménnyel. Ez az adó addig működött a Központi Rádióklubban, amíg helyette üzembe nem helyezték az 1 kW teljesítményű, R50 típusú berendezést. További sorsáról éppúgy nincs adat, mint előéletéről.

Ultrarövidhullámú adó-vevő is készült a ZL Rádiólaboratóriumban. A 2-A típusú készülékről megmaradt nyomtatott adatlap alapján a jellemzői a következők voltak. Frekvenciatartomány: 54–60 MHz. Hatótávolság: hegy és hegy között 8...10 km. Normál telefon-kézibeszélő. Tömeg: 6,5 kg. Beépített anódtelap és fűtőakkumulátor. A címben feltüntették, hogy: „Marconi rendszer”. Az adatlap nyomdai jelzőszáma szerint a kiadás éve 1940 volt. Zelenka László szakmai önéletrajzában erről a készülékről a következőket írta: „A Marconi Wireless T. Co.-nál (Londonban) tett látogatásom után, nevezett cég belegegyezésével elkészítettem, hazai viszonylatban elsőnek a hordozható 2-A ultrarövid-hullámú adó-vevő berendezést.” A készülékről hirdetést közölt a Rádió Technika 1940. novemberi számában, tehát azt szélesebb körű felhasználásra szánta. Sajnos, nincs adat a készülék esetleges sorozatgyártására és gyakorlati alkalmazására vonatkozólag.

### Egyéb termékek a háború előtti és alatti években

Tevékenysége kiterjedt az átviteltechnikai szűrők területére is. Kutatást folytatott a berendezésekben nagy mennyiségben alkalmazott gyűrűs vasmagok kidolgozására, amelyekből azután több száz kilogrammos mennyiséget állított elő. A szűrőkhöz szükséges pontos értékű kondenzátorokat a Remix gyárral együttműködve biztosította. A szűrőfejlesztés eredménye többek között a

KV-6 vonalszűrő és a KU-6 átugrató szűrő, amelyek a fizikai és a vivőfrekvenciás áramkörök összekapcsolására és elválasztására szolgáltak.

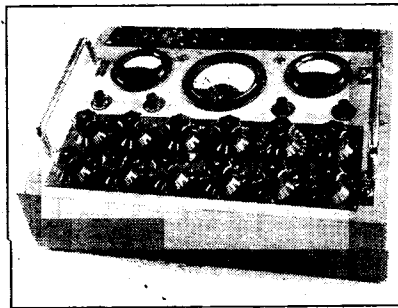
– Nagyfrekvenciás mérőhíd. A Schering-rendszerű híd a 0,5–30 MHz frekvenciatartományra, legfeljebb 1200 Ω nagyságú impedancia mérésére készítette. A műszert saját laboratóriumában is használta és 2 példányt eladott az Egyesült Izzónak is. Ezzel a műszerrel a nagyfrekvenciás vasmagok veszteségét és az alumíniumlemezes forgókondenzátorok ellenállás-változását mérte.

– Objektív időmérő erősítői. A készülékről csak a két megmaradt fénykép ad információt. A készülék két, háton hordozható egységből állt. Az egyik fotón a Végerősítő nevű egység előlapja látható. A feliratokból a készülék funkciója nem állapítható meg, az is lehet, hogy haditechnikai célra készült és a fényképek alá ragasztott elnevezés nem tükrözi annak tényleges feladatát.

– Vezérlő-oszcillátort is készítettek postai vagy katonai-belügyi adóberendezéshez.

– Csillapítás-szekrény. Az 1940-ben készült műszerben a csillapítótagok kapcsolókulcsokkal voltak beiktathatók. Az egyes tagok csillapítása 0,5, 1, 2, 3, 4, 10, 20 és 30 dB volt.

– Robotember. Az 1940 körüli években megrendezett egyik Budapesti Nemzetközi Vásáron bemutatta a Robotembernek nevezett konstrukcióját. A mintegy 2 m magasságú, fémhálóból készült alak egy szabadtéri dobogón állt. A szerkezetéről néhány fénykép megmaradt, ezek a laboratóriumi szerelés során és a Vásáron készültek. Nem sikerült találni olyan újságcikket, amelyik a működést ismertette. A fotók alapján feltételezhető, hogy az alak bizonyos mozgásokra volt képes és beszél.



Csőmérő

– A Központi Táviróhivatal egyenirányító táblája. A berendezésről 4 fénykép maradt meg. Ezekben egy kb. 2 m magasságú, 2 m szélességű szekrény látható, előlapján műszerekkel és kapcsolókkal. Egyenirányítóként szelencellákat alkalmaztak. A váz felépítése és a belső alkatrészek elrendezése igen gondos munkáról tanúskodnak.

– Mérőkészülék rádiolokátorhoz. Az eszköztől a megmaradt két fénykép alapján nem sok állapítható meg. Valószínűleg a háborús években folyt rádiolokátor-fejlesztéshez készült segédberendezésként. Erről a Standard gyárban folytatott fejlesztésről és gyártásról részletes beszámolót közölt Istvánffy Edvin az *Elektrotechnika* folyóirat 1948. januári számában *Hazai és külföldi radarkészülékek* címmel. Közlése szerint 1944-ben már megkezdődött a radarok gyártása, így feltehető, hogy a készüléket gyártási célműszernek rendelték a Zelenka cégtől. Az előlap felirata szerint a kimenőimpedancia 800 vagy 3200 ohm. Ebből feltételezhető, hogy a berendezés az adó meghajtására szolgáló impulzusgenerátor volt. A berendezés 3 fiókból állt, amelyek vázba voltak beszerelve. Az alsó fiók a tápegység, a középső a meghajtó-, a felső a végfokozat lehetett.

– Állami megrendelésre készült 1943-ban kb. 100 db ún. *Levente* vevő, melyeket a *Levente Rádió* nevű adóállomás vételére szántak. A vevőkészülék 1–V–1 felépítésű volt, K-sorozatú csövekkel. Különlegességként számított a KBD1-gyel működő ellenütemű végfokozat, amihez kéttékercses, lengőnyelves hangszóró csatlakozott. A *Levente Rádió* 500 W-os adóberendezését is a ZL Rádiólaboratórium készítette.

– *Pontos induktivitások* dr. Babits Viktor műegyetemi tanár igényére.

– *Fémkereső készülék* („Jelző készülék vastárgyak részére”): hangfrekvenciás híd, az egyik ágban 5 mH induktivitású keretantennával.

### Cikkek és előadások

Zelenka László előadói és szakírói tevékenysége is példamutató volt.

A *Rádióhírmondó* címmel 1932. április 5-én tartott előadást a Műegyetemi Rádió Klubban. Az előadás kivonata megjelent a *Technika* folyóiratban is. Ez, az általa külföldön megismert rendszer tulajdonképpen a vezetékes rádió. A központi vevőkészülékekkel a lehető

legjobb minőségben vett műsorokat vezetékén juttatták el az előfizetőkhez. Felvetette az így létrejövő villamosenergia-megtakarítást; így a megvalósításnak gazdasági jelentőséget is tulajdonított.

**Nagypontosságú rádiófrekvencia mérések** címmel tartott előadást 1937. január 19-én a Magyar Elektrotechnikai Egyesületben; a kivonatot közölte a Technika folyóirat és beszámolt róla a Rádió Technika 1937. februári száma is. Az előadásban kiemelte a nagy pontosságú frekvenciamérés jelentőségét a rádiótávközlésben és áttekintést adott a különböző mérési módszerekről és mérőberendezésekről.

A cégnél folyó magas színvonalú munkát bizonyítja, hogy a Rádió Technika 1941. márciusi számában közölt rövid beszámoló szerint a Magyar Elektrotechnikai Egyesület Rádiószakosztályában a ZL Laboratórium munkatársa, **Boér József** mérnök előadást tartott a „Rádiófrekvenciájú mérések tudományos módszerrel” témában. „Készüléken is bemutatva reaktanciák, ellenállások, antennák és tápvezetékek impedanciájának meghatározását”, – írja a lap.

Ismeretterjesztő szakcikkei korábban a Rádióélet műsorújságban, majd a harmincas évek végétől a Rádió Technika lapban jelentek meg. Néhány, a szignálgenerátorokkal kapcsolatosan már említettekén kívüli cikke:

*Elektrotechnikával a Föld mélyén* (1938. december és 1939. január).

*Frekvencia-moduláció* (1939. június).

*Érzékeny csővoltmérő készítése és egynehány alkalmazása* (1940. április).

*Kapacitás- és ellenállásmérő* (1941. szeptember).

Szakirodalmi tevékenységének igen figyelemre méltó területe a reklám és az adatlap. Már a '30-as évek közepén megjelentek első hirdetése a Rádió Technikában. Ezek stílusukban is figyelemreméltók, nem csak közöl velük, hanem megszólítja az olvasót. Kiemelkedik e téren a Rádió Technika 1947. decemberi számában a saját kézírásával és rajzával megjelentetett karácsonyi üdvözlője. Gyártmányairól adatlapokat nyomtatott, amelyek a készülék fényképét, részletes ismertetését és műszaki adatait tartalmazták, igényes kivitelben.

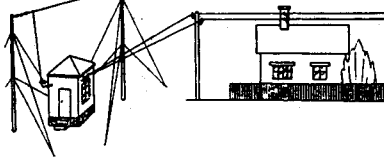
Zelenka László kapcsolata a rádióamatőrizmussal a Műegyetemi Rádió Clubban kezdődött. Közreműködött a

### A rádióhírmondó.\*)

Írta: Zelenka László okl. gépészmérnök,  
a Z-L Rádiólaboratórium mérnöke.

A rádióhírmondó hazánkban ismeretlen, külföldön azonban már elterjedt új fogalom. Magyar nyelvű megválasztása is csak most lett aktuális. Angliában broadcast-relay-service vagy rádió-rediffusion, Hollandiában radiodistributie, Németországban pedig Drahtfunk a neve.

Az új fogalom egy olyan központi rádiófelvétel berendezést jelöl a hozzátartozó hálózattal, amelyhez megszabott díj ellenében előfizetők csatlakoznak, hogy mindennemű külön vevő készülék nélkül rádióállomás által kisugárzott műsort hallgathassanak. (l. 1. ábra.)



1. ábra.  
Rádióhírmondó állomás és hálózat vázlatos képe.

### Rádióhírmondó állomás és hálózata

későbbi rókavadász-sport megteremtésében is az 1934 szeptemberében és 1935 júniusában megtartott versenyek egyik rendezőjeként. Az 1934. szeptemberi rendezvényről részletes tudósítást közölt a Rádióélet *Halló! Itt a Rádióélet a 230 méteres hullámon! Pompás multság volt a Rádióélet – Always vadászverseny* címmel. A verseny Vecsés környékén zajlott, az adó 50 W teljesítményű. Standard gyártmányú volt és 1304 kHz-en sugározta adását a keretantennákkal indulók számára. A 3. és a 4. helyezett **Deák Pál**, illetve **Jancsó Kálmán** műegyetemi hallgató, a ZL Rádiólaboratórium későbbi vezető munkatársai voltak. A 3. helyezett díja egy 5 „lámpás”, hordozható Orion vevőkészülék, a 4.-é pedig egy rövidhullámú adapter volt, A díjkiosztásról beszámoló cikk (Z.) szignóval jelent meg, így szinte biztos, hogy azt Zelenka László írta és az ő tollából jelent meg „A rendező beszámolója” írás is.

Érsek János: „Rövidhullámú amatőr rádiózás – A kezdetektől 1944-ig” könyvében közölte szerint Zelenka Lászlónak 1940-42 között HA3O hívójellel adóengedélye is volt.

### A cég útja

A ZL Rádiólaboratórium az első időben, 1936-tól 1943-ig a Budapest V. ker., Vilmos császár út (ma Bajcsy-Zsilinszky Endre út) 22. I. emeletén, egy négyzetes lakásban működött. Az 1942-43-as évek kitapinthatóan az útkeresés éveit lehetettek Zelenka szá-

mára. 1942-43 fordulóján kapcsolatba került a Magyar Philips Művekkel. Ki alakult a kölcsönös szándék, amely szerint a Philips, adóosztályának megerősítésére, átvette volna a teljes ZL Rádiólaboratóriumot. Talán nem edektelen itt megemlíteni, hogy az adóberendezések gyártásában a '40-es évek elején munkamegosztási megállapodás alakult ki a Standard és a Philips vállalat között. A nagyadók a Standardnál maradtak, amely vállalatot a katonai megrendelések nagymértékben lekötötték. A közép- és kisteljesítményű berendezések a Philips-hez kerültek, amely addigra igen nagy tekintélyt szerzett az adócsőgyártás terén. Ezen előzmények alapozták meg a ZL Rádiólaboratórium átvételére irányuló tárgyalásokat. A Philips Műveknek az Országos Levéltárban megmaradt iratanyagában található – az 1943 februárjában Zelenka László által készített – tervezet nem csak az átvételre vonatkozókat tartalmazza, hanem képet ad a cég akkori helyzetéről is. A laboratórium munkatársai ekkor a következők voltak: **Deák Pál** okl. gépészmérnök, **Boér József** és **Jancsó Kálmán** szigorló gépészmérnökök, **Bartos József** művezető és **Mecseki Rózsa** „irodakiszasszony”, 6-8 „tanult munkás és munkásnő”, továbbá 2 „tanonc”. A Philipsnél Zelenka lett volna műszaki igazgatói beosztásban az újonnan szervezendő adóosztály vezetője. Az is kiderül, hogy abban az időben 6 db adó volt készítés alatt a ZL Rádiólaboratórium-ban.

A Philips és Zelenka László 1943. március 17-én megállapodott az átadás-átvételben. Ezzel párhuzamosan intézték – a háborús helyzetre való tekintettel a különböző minisztériumokban – Zelenka hollandiai útját, amelynek célja a feladatok anyavállalatnál történő megbeszélése volt. Az úthoz a hatóságok az iratok szerint hozzájárultak. Arra nincs dokumentum, hogy az utazásra sor került-e és hogy mi történt ez után. Az viszont tény, hogy a beolvadásra nem került sor.

Ez után fél évvel, 1943 decemberében jelent meg a Rádió Technikában a 2B szignálgenerátorról a hirdetés, mely szerint a műszert a „Zelenka-Harmathy Villamossági gyár rádió osztálya – Budapest X., Üllői út 130.” gyártja. Úgy látszik tehát, hogy Zelenka László társult **Harmathy Lajossal**, aki a cég működéséhez valószínűleg a gazdasági-pénzügyi alapot biztosította. Az új cég

## VACUUM THERMOELEMEK

10-20-50-100 mA

TEL.: 258-258

**ZELENKA LÁSZLÓ**  
BUDAPEST  
ULÁSZLÓ U. 38

nem sokáig létezett, mert ezt a telepet 1944-ben bombatalálat érte.

A háború utolsó szakaszának történetéhez hozzá tartozik, hogy a Standard Rt.-től származásuk miatt elbocsátott *Bäck Ernő* és *Sarkadi Vilmos* mérnököket cégéhez felvette, mint arról Zelenka László a szakmai önéletrajzában és a *Rádió Technika* 1947. októberi számában az *Emlékezzünk – Bäck Ernő* című cikk is beszámol.

1945 után a cég irodájaként Zelenka László lakása, a Bp. XI., Ulászló utca 38. szerepel, a laboratórium pedig a Bartók Béla út 61-ben működött.

### A háború után

A háborús pusztulást követő újjáépítésben jelentős szerepet kaptak mind belöldön, mind külföldön a professzionális mérőműszerei. 1946-ban a lengyel Postának szállított telefontechnikai mérőbőröndöket, melyekért cseréként 100 vagon kohókoksztot adtak. Ugyanilyen mérőbőröndöket szállítottak Jugoszláviába és 150 db eljutott Kínába is. A cég háború utáni helyzetéről a legdöbbenetesebb információ a *Rádió Technika* 1948. februári számában megjelent cikkben olvasható, amely Zelenka Lászlónak a mérnökszakszervezetben, 1947. december 15-én tartott előadásáról számol be. Ebben a saját cégé tevékenysége mellett több magyar műszeripari vállalat, így az Orion, a Fulmen és a Kozmári cég termékeit is ismertette. Előadásában a következő ZL-gyártmányokról adott tájékoztatást:

– Szimmetrikus csővoltmérő a Magyar Posta átviteltechnikai üzemei számára, – bolométeres, hídkapcsolású, effektív feszültség-mérő műszer.

– Térerősségmérő, keretantennával.

– Szignálgenerátorok. (A háború előtti 1-B típus mellett a 4-F is, amely modulációs-százalék-mérővel és nagyfrekvenciás csővoltmérővel is rendelkezik.)

Ebben az időben tevékenyen részt vett a szakmai életben. A *Rádió Technika* 1948. márciusi száma beszámol a budapesti rádió-kisiparosok székházavatási ünnepségéről és megemlékezik Zelenka László tartalmas hozzászólásáról.

A *Rádióévkönyv* 1949. évi kötetében az 1932-es előadása után ismét publikált „A rádióhírmondó”-ról. A kötet szerkesztője a cikkhez fűzött megjegyzésében összefoglalta a szerző e témával kapcsolatos addigi tevékenységét. E szerint a fent említett előadást követően Zelenka László 1936-ban 6 hónapos hollandiai tanulmányútján tanulmányozta a kérdést és részt vett a Philips cég által a témában hirdetett pályázaton. 1946-ban előadást tartott a rádióhírmondóról, vagyis a vezetékes rádióról a Magyar Mérnökök és Technikusok Szabad Szakszervezetében. A cikkben ismét felkelti a figyelmet a vezetékes műsortovábbítás előnyeire, nyugat-európai példákra is hivatkozva. A mai olvasó ne felejtse el, hogy Zelenka akkor állt ki a vezetékes rádió mellett, amikor a falvak jó részében még nem volt kiépítve a villamos hálózat és a lakosság jelentős részének nem volt pénze a készülékvásárlásra sem! Írását azzal fejezte be, hogy érdeklődéssel várja az illetékesek döntését.

A *Rádióévkönyv*nek ugyanebben a kötetében hirdetésként rövid ismertetés és fénykép jelent meg a 2-B szignálgenerátorról. Érdekessége, hogy az árat is közli, – 1932 Ft volt. Összehasonlításképpen: ugyanitt egy 10 kΩ/V érzékenységgű univerzális mérőműszert 1450 forintért hirdettek.

Ugyancsak a *Rádióévkönyv*ben jelent meg a *Rádiós kalandom* című cikke. Ebben elmeséli, hogy egy ismerős Amerikából egy ötsöves, közép- és rövidhullámú vevő teljes alkatrész-készletét, kettőt hozta magával és megkérte őt, hogy állítsa össze a készüléket. A kettő készülék valamennyi elektromos és mechanikus alkatrészét, a dobozt és a skálát is tartalmazta. A készülékhez nagyszerű leírás tartozott, amely nem rádiós képzettségű személy számára is biztosította a helyes összeállítást. A huzalozási rajz a vezetékek színét is előírta és a szerelés végére elfogytak a különböző mellékelt kábe-

lek. Az első meglepetés a bekapcsoláskor érte Zelenka Lászlót, aki felkészült az ilyenkor szokásos problémákra és ehelyett a készülék mindkét sávon azonnal kifogástalanul működött. Ezután hozzáfogott, hogy szignálgenerátorral behangolja a készüléket, és ekkor érte a második meglepetés, mert azt kellett tapasztalnia, hogy csak rontani tud a gyárilag, az adott huzalozás szört kapacitásaihoz behangolt tekercsek és trimmerkondenzátorok beállításán. A cikk végén, mint múltbeli és reménye szerint jövőbeni kitékésítő, levonja a tanulságot, amely szerint most látta, hogy „hogyan kell egy tökéletes, legcsekélyebb bosszúságtól mentes, sőt, határozottan örömet nyújtó kettőt elgondolni, és forgalomba hozni.”

A *Rádióvilág* 1946. márciusi számában jelent meg a *RADAR* című cikke. Bevezetőjében visszaemlékezik egy 1936-ban, külföldi rádiókiállításon látott bemutatóra, ahol egy kísérleti berendezés 16 cm-es hullámhosszon kiváló minőségben zenét továbbított. A mikrohullámok tulajdonságainak bemutatása után a radar működését ismerteti. Érdekes, hogy alig egy hónappal a *Bay Zoltán* vezetésével 1946. február 6-án végrehajtott Hold-radar kísérlet után a cikkben már ez áll: „magyar tudósok olyan radarkészüléket konstruáltak, melynek sugarai nem a néhány száz kilométer távolságban lévő repülőgépekről, hanem a Holdról verődhetnek vissza.”

Az 1947–49-es évekből megmaradt 3 elvi rajz mindegyike hang- és vivőfrekvenciás műszer kapcsolását ábrázolja. Egyikük a Messkoffer für Fernmeldetechnik (Távközlési mérőbőrönd) című, 1947. április 5-i keltezésű és minden bizonnyal a lengyel exportra készült műszer rajza. Cégét a '40-es évek végére sok-sok munka és küzdelem árán sikerült 8 fővel dolgozó, nagy hírnévnek örvendő, sikeres vállalatná fejlesztenie.

### Az államosítás és az azt követő évek

1949. december 28-án a ZL Rádiólaboratóriumot államosították. Zelenka László, az ízig-veéig vállalkozó típusú



**A Marconi's Wireless Telegraph Co Ltd és a Marconi Instruments Ltd**

Képviselője:

**Magyar Marconi Rt.** Bpest, VIII., Baross-u. 28

Telefon: 258-258 (Zelenka mérnök irodája)

mérnök, alkotói sikereiben gazdag mintegy másfél évtized után így kényserült megválni a cégtől.

A laboratórium az államosítást követően az „Elektronikus Mérőkészülékek Gyára N. V. Zelenka telepe”-ként működött. 1950. évi keltezésű, megmaradt elvi rajzokon ez a megnevezés szerepel. A telefontechnikai mérőbőröndöket a ZL cég államosítása után több változatban tovább gyártották és azokat az Elektroimpex Külkereskedelmi Vállalat az „Orion K. T. S.” gyártmányaként exportálta.

1950. május 1-jétől tanársegéd, majd 1953-ban adjunktus lett a Budapesti Műszaki Egyetem Fizikai Intézetében, amelynek vezetője dr. Gombás Pál volt. Itt a hallgatói méréseket vezette. A mérések után a hallgatók élvezhették a gazdag gyakorlati tapasztalataira épülő kiselőadásait. Az oktatási munka mellett tudományos kutatómunkával is foglalkozott. 1955-ben elkészítette kandidátusi disszertációját, amelyben az RC-generátorok elméletét tárgyalta. A disszertáció másolata megmaradt, a dolgozat további sorsa ismeretlen, – a Magyar Tudományos Akadémia Kéziratárában, ahol a kandidátusi dolgozatokat őrzik, nincs nyoma.

A készülékfejlesztői tevékenységet a Fizikai Intézetben végzett oktatói tevékenység alatt sem hagyta abba. Ennek egyik keretét a harmadmagával kezdeményezett és 1953 márciusában megalakított Szövetkezeti Tervező Munkaközösség adta. A megmaradt iratokból kiderül, hogy ez a munkaközösség a Gyengeáramú Műszerjavító KTSZ (Bp. XI., Lágymányosi út 15.) számára tervezte, fejlesztett távközlési mérőműszereket.

Megmaradt az Elektroimpex egy későbbi adatlapja is. Zelenka László kéziratos közlése szerint, az ezen szereplő távközlési mérőműszerek többségét ő tervezte. Ezek, ha más néven is, de már szerepeltek a munkaközösség induló tervei között is. Nagyon valószínű, hogy ekkor – ez a munkaközösség és a gyártóháttérrel adó Gyengeáramú Műszerjavító KTSZ – együtt indították útjára a mai napig is sikeres magyar távközlési műszergyártást.

A munkaközösség keretében, de a Radelkisz KTSZ-szel kötött megállapodás alapján indult 1954-ben a közvetlenírási EKG-készülék fejlesztése. A megmaradt levelezés kor- és körtörténetként is szolgál. A téma sajnálato-

san eredménytelenül zárult. Itt kell megállapítani, hogy a Zelenka László és társai által elindított témák megfelelő környezetben versenyképes termékek lehetnek volna. A bizalmatlanságon alapuló bürokratikus nehézségek és az irigységből is fakadó tehetetlenség nem kedvezett a korábban önállóan alkotó mérnökök tevékenységének.

Az '50-es években több újítást és készülék-konstrukciót dolgozott ki. Íme, néhány ezek közül:

Átviteltechnikai mérőkészülékek.

Vas alkatrészek minőségi vizsgálatára szolgáló készülék.

Nedvességmérő szálal anyagok és magvak részére.

Targoncatöltő-vezérlő készülék.

Piezoektromos mérődobozzal felszerelt, gumikifáradást mérő készülék.

MÉMOSZ Székház tolmácsberendezése 4 nyelvre (1950).

Keretantennás, 1,2 W-os sugárzó készülék a soproni műegyetemnek.

Impedanciámérő híd.

Mérőműszerek rádióadókhöz.

Mechanikus rezgésmérő.

Nemzetközi hírvé lett az 1955. június 28-án bejelentett *Olvasókészülék vakok részére* című találmánya. A mechanikus képfelbontás elvén működő kézi olvasófej tapogatta le a szöveget. A kijelzést a vakok számára a betűk alakjában kiemelkedő, tapintással érzékelhető tűk adták. A *Vakolvasónak* nagy visszhangja volt a hazai és a nemzetközi sajtóban. Cikkét közölte a Szabadság című képes hetilap, a Dunántúli Napló és a londoni The Evening News is. A megjelent cikkek alapján levélben érdeklődtek hazai és külföldi magánszemélyek és a vakok szövetségei Norvégiából, a Szovjetunióból, Svájcból és az USA-ból is. A témában iratok sokasága keletkezett. A vakolvasó megvalósítását dr. Gombás Pál akadémikus kezdeményezésére támogatta a Magyar Tudományos Akadémia is. A különböző levelezések eredményeként az állami bürokrácia 1956 elején beindult. Egy nehezen áttekinthető folyamat eredményeként 1957 októberében a Budapesti Orvosi Műszergyár megállapodott Zelenka Lászlóval a minta elkészítésére, amely 1958 tavaszáig folyt. A készülék további sorsa a fennmaradt iratokból nem derül ki. Ismét megállapítható, hogy Zelenkának ebben az ügyben is szelmalomharcot kellett vívnia. Féltucatnyi főhatósággal és vállalattal folytatott levelezés volt szükséges a dolgok előrehaladásához.

Megjelent az a körülmény is, hogy az elején irreálisan rövid határidőt volt kénytelen vállalni, mert ha nem ezt teszi, akkor javaslatát elutasítják. A megvalósíthatatlan határidő közeledtekor azután jól dokumentált akadályokra hivatkozva kellett új és később újabb határidőket kérnie.

A történészek azt írják, hogy nem helyes azzal foglalkozni, hogy *mi lett volna, ha?* A vakolvasó esetében is meg kell állapítani, hogy kellő feltételek rendelkezésre állása esetén ez a készülék sokáig igen sikeres, a vakok számára nagy jelentőségű termék lehetett volna. Ezek a feltételek egy erre a feladatra orientált elektronikai és mechanikai fejlesztő- és kivitelező csoport felállítása és megfelelő alkatrészbeszerzési háttér biztosítása lettek volna. Erre azonban nem került sor.

Több társával találmányi bejelentést tett 1958-ban *Elektronikus számcsereklő és rögzítő készülék* címmel. A megvalósított eszköz a budapesti Vidám Parkba került lottójátékként. A játékok résztvevői a számokat nyomógombokkal adhatták be és a készülék által meghatározott számokat kellett eltalálniuk. A berendezést 1959 nyarán helyezték üzembe.

1957–58-ban harmadmagával térorvosságmérő készülék fejlesztésére vállalkozott az Elektronika KTSZ megbízásából. Pályája végén tehát ismét megjelenik az a műszer, amivel 1933-ban a ZL Rádiólaboratórium sikerét megalapozta.

1954-ben előadásokat tartott *Követelmények híradástechnikai műszerekkel szemben* címmel a Mémöki Továbbképző Intézet szervezésében és megírta azonos című jegyzetét. Megírta a *Nem villamos mennyiségek villamos mérőműszerei* című könyvét is, amely már csak halála után, 1961-ben jelent meg.

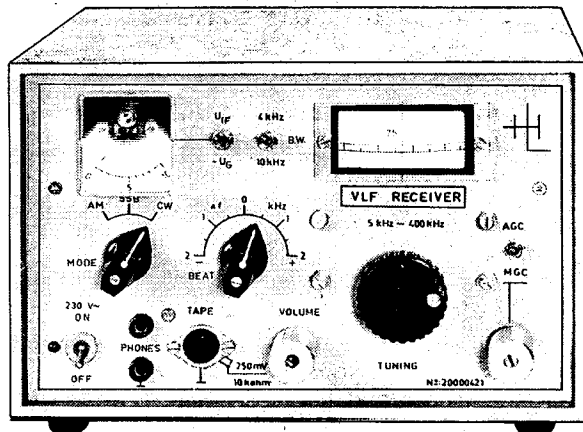
1957-ben régi kollégája, a ZL Rádiólaboratórium korábbi munkatársa, Deák Pál okl. gépészmérnök, a Magyar Elektrotechnikai Ellenőrző Intézet (MEEI) Híradástechnikai osztályának vezetője hívására az Intézet munkatársa lett, osztályvezető-helyettesi beosztásban. Itt dolgozott haláláig.

Alkotó élete egy műtétet követően 1960. március 4-én, néhány héttel 58. születésnapja előtt ért tragikus véget. A Rádiótechnika következő számában rövid, feketekeretes gyászírásban búcsúztatta. Aláírója M. J., aki minden bizonnyal Molnár János, a régi rádiós szakember és lapszerkesztő volt. Idéz-

# Szuper rendszerű VLF-vevő az 5 kHz...400 kHz tartományra

Dr. Hetényi László okl. villamosmérnök, HA5BK

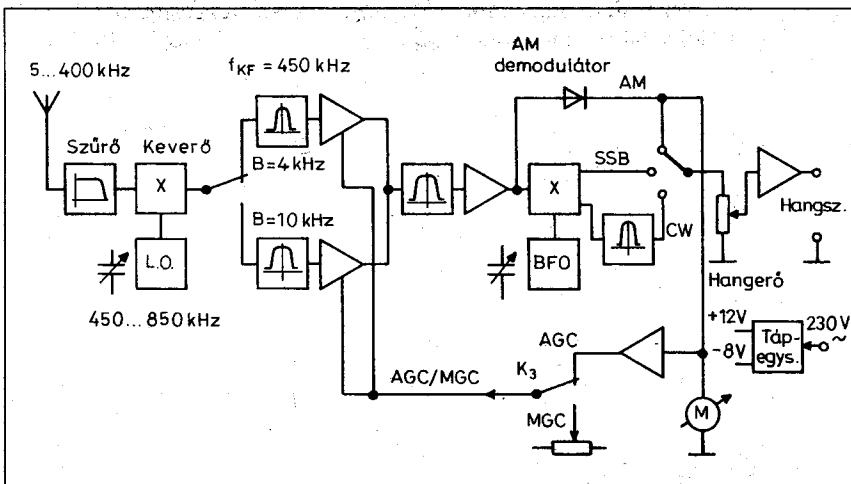
A minden iránt érdeklődő rádióamatőröknek szükségük lehet egy olyan vevőkészülékre, amellyel a megszokott broadcast frekvenciatartományok alatt is tapasztalatokat szerezhetnek az egészen alacsony frekvenciájú rádióhullámok tulajdonságairól. Ilyen célra született készülékünk, amely az 5 kHz...400 kHz határokkal jellemezhető tartományban vételképes. Ez, hullámhosszban kifejezve a 60 000 méter és a 750 méter közötti tartományt öleli fel. Ezen hullámtartományba esnek a hosszuhullámú műsorszóró rádióadók is a maguk 150 kHz...300 kHz közötti frekvenciájukkal. Ezzel a vevővel ugyancsak vehető a néhány éve engedélyezett európai VLF amatőrsáv a 135,7...137,8 kHz tartományban (VLF = Very Low Frequency). És természetesen a 77,5 kHz-en működő pontosító szolgálat, egyéb kerek frekvenciájú adók (pl.: OMA stb.), néhány kódolt és kódolatlan géptávíró-adó, adatátviteli csatornák, valamint az utasforgalmi repülőszolgálat azon iránymérő adói, amelyek a 300 kHz...400 kHz tartományba esnek. A VLF-adások vételéhez lehetőleg minél hosszabb huzalantenna vagy minél nagyobb átmérőjű keretantenna ajánlható. A vevő érzékenysége minden üzemmódban kb. 1  $\mu$ V, amely érték jónak mondható.



1. ábra. A VLF-vevőkészülék előlnézeti képe

A készülék előlnézeti képe az 1. ábrán látható. A 240 x 150 mm előlapméretű vevő egy 175 mm mély műanyag dobozban kapott helyet. Az elektromos felépítés tömbvázlatát a 2. ábra mutatja. Mivel készülékünknek 400 kHz/5 kHz = 80-szoros frek-

kvenciaátfogást kell teljesítenie (egyetlen sávban), kézenfekvő volt az, hogy felfelé-keverést alkalmazunk. Ilyenkor a vételi frekvencia felett helyezkedik el a KF rezgésszáma. A nagy átfogással és a felfelé való keveréssel együtt jár, hogy az antenna és a keve-



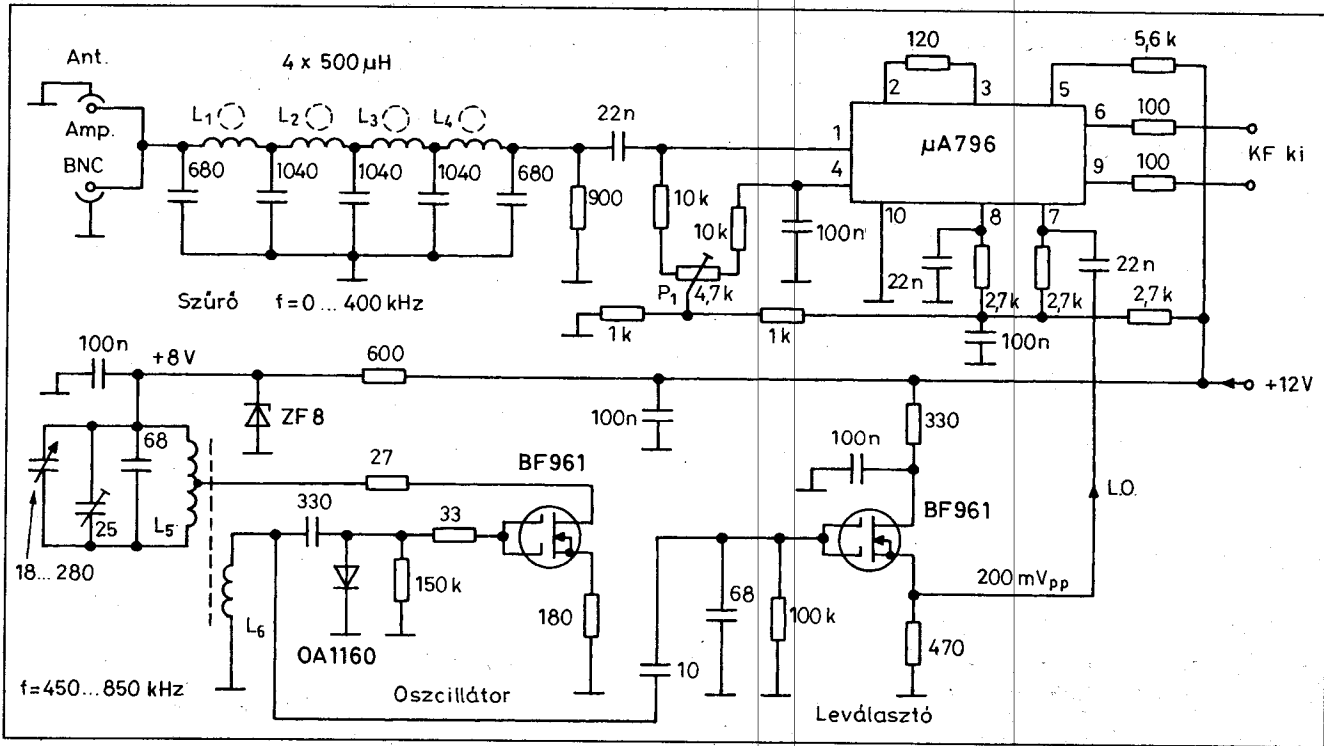
2. ábra. A készülék tömbvázlata

zük ebből a cikkből a zárómondatokat: „Halála egy híradástechnikai pionír kidőlését jelenti. Utolsó útjára nagy számban kísérték el barátai, tisztelői és tanítványai.” Mi sem bizonyítja Zelenka László nagyságát jobban, minthogy halála után több, mint négy évtizeddel még ma is sokan jól emlékeznek mérnöki munkásságára.

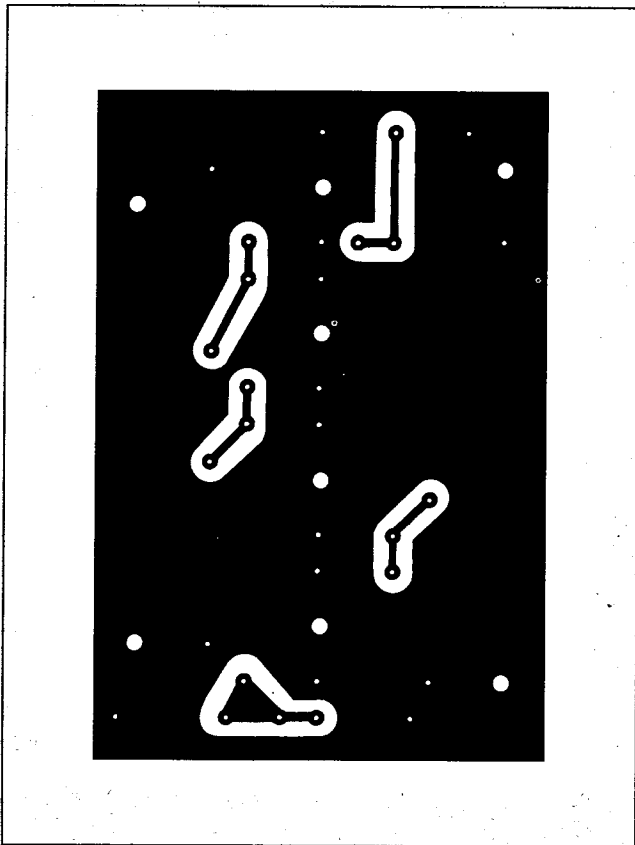
Köszönettel tartozom mindazoknak, akik munkámhoz dokumentumok átadásával és emlékeik közlésével segítséget nyújtottak: özv. Zelenka Lászlónak a dokumentációs hagyaték átadásáért (ezt a Postamúzeum

vette át megőrzésre); Zelenka Máriának, Zelenka László Kanadában élő leányának, atyja általa restauráltott fényképéért és emlékei közléséért; a Postamúzeumnak a képanyagért; Hrabál Lászlónak, aki nem sokkal halála előtt értékes tanácsokkal segített a cikk anyagának kiegészítésében; Székely Tamás és Vydareny Iván uraknak, akik 1943-ban a ZL Rádiólaboratóriumban dolgoztak, emlékeik felidézéséért; továbbá Balás B. Dénes, Csipkés Ernő, Hajder Tibor, Havas György, dr. Király István, Mező Béla, Muhi László, Pintér László, Somorjai Péter és Tamás Tibor uraknak, akik emlékezéseikkel szintén segítették a cikk megírását.

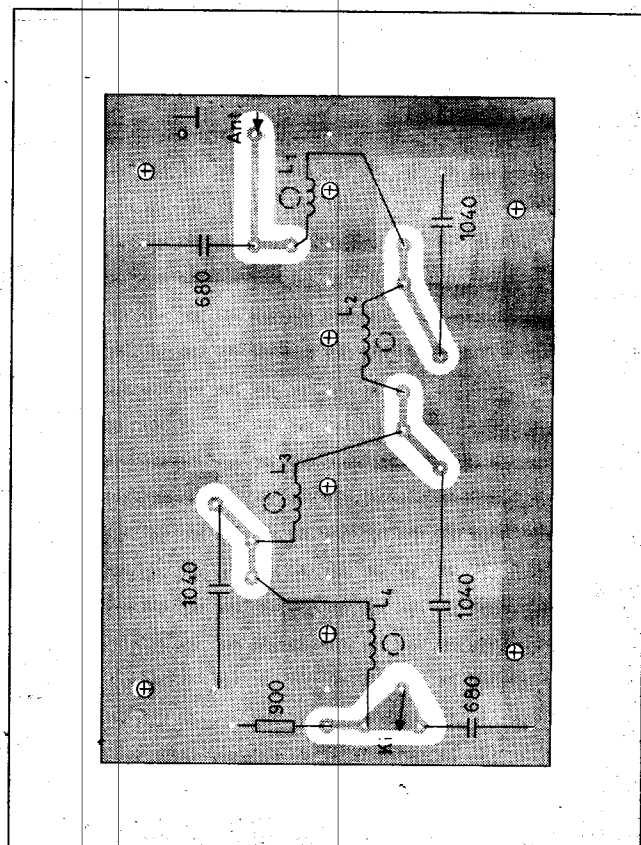
rőfokozat között egy olyan szélessávú bemeneti szűrőt célszerű alkalmaznunk, amely kizárja a KF frekvenciáján és az ezen határ feletti frekvenciák vételét. Ezt a célt szolgálja az antenna és a keverő között alkalmazott aluláteresztő szűrő, amely a 0 Hz...400 kHz tartományban engedi be a jeleket a keverőre. A szűrő a 400 kHz...450 kHz frekvenciák között levág és a 450 kHz-es KF frekvencián már kb. 30 dB csillapítása van. Ez nem túlzottan jó érték, de ehhez hozzászámolható az ellenütemű keverőfokozat kb. 40 dB-es azon csillapítása, amit a bemenőjelre képvi-



3. ábra. A vevő keverőfokozata és a lokáloszcillátor áramkör

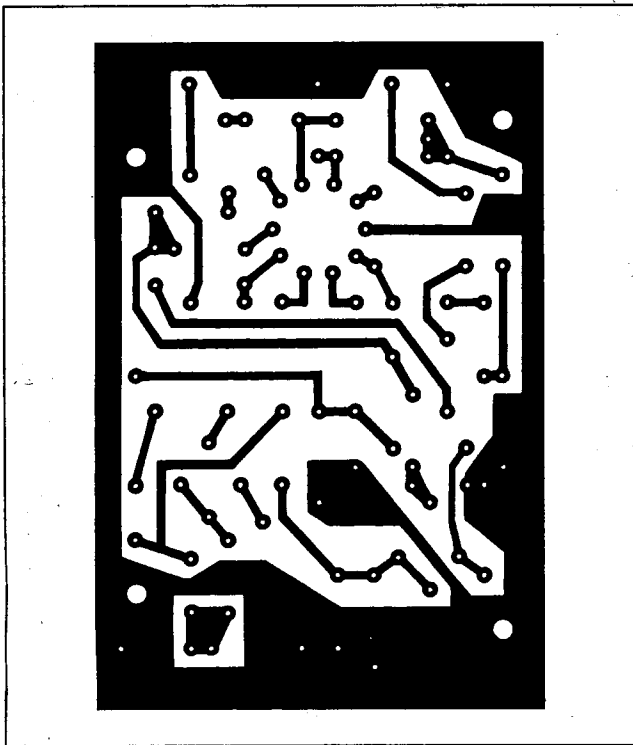


4. ábra. A bemeneti aluláteresztő szűrő nyák-lemeze

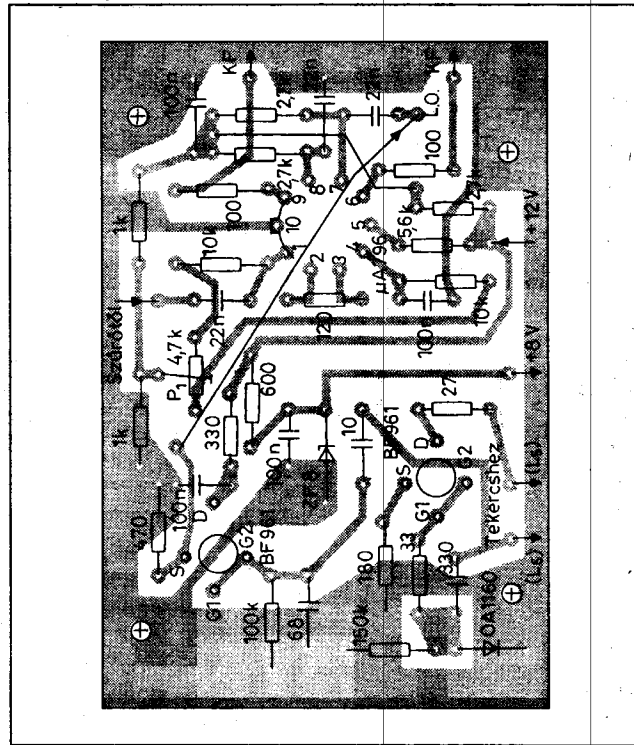


5. ábra. A bemeneti szűrő beültetési rajza





6. ábra. A keverő és az L.O. egység nyák-lemeze



7. ábra. A keverő és az L.O. egység beültetési rajza

sel. Így, a kettő együtt már 70 dB körül van, ami elegendő.

A keverőfokozatot egy olyan KF-erősítőlánc követi, amelynek sávzélessége átkapcsolható 4 kHz, illetve 10 kHz értékre. A 4 kHz-es sávzélességet egy, a GAMMA gyár által gyártott 450A-32 típusjelű elektromechanikus szűrő hozza létre, kedvezően meredek oldalú átviteli karakterisztikával. A 10 kHz-es sávzélességet japán gyártmányú LC rezgőkörökből kialakított két sávszűrő biztosítja. A KF-lánc végén egy diódás AM demodulátor (burkolódetektor) és egy „szorzó-keverő”, más néven produktdetektor található. Ezen utóbbi a telefónia SSB-, a géptávíró FSK- és a CW-adások vételéhez szükséges. A produktdetektor fokozatot a BFO egység látja el „üttető” jellel, amely kismértékben hangolható, hogy mind az alsó-, mind a felső oldal-sáv vehető legyen.

Távíró üzemben a hangfrekvenciás jelet egy 1 kHz frekvenciájú, és 200 Hz sávzélességű szűrőn is keresztülvetjük. Így a készülék teljes sávzélessége CW- és FSK-üzemben mindössze 200 Hz. A KF-erősítő lánc erősítése vagy automatikusra (AGC) vagy kézi szabályozására (MGC) átkapcsolható. A beérkező jel szintjét az előlapi mű-

szer indikálja. A kimeneti hangerősítő fokozat kb. 1,5 W teljesítmény leadására képes az adott, – aránylag kicsiny – hálózati transzformátor következtében (nagyobb transzformátorral kb. 3 W-ot szolgáltatna.)

A készülék első fokozatainak kapcsolási rajza a 3. ábrán látható. A bemeneti aluláteresztő szűrő hullámellenállása 750 Ω-ra van méretezve, mert ezáltal a készülék nem csak illesztett 50 Ω-os koaxiális kábellel csatlakoztatható egy antennához, hanem egy hosszabb huzalantenna is közvetlenül csatlakoztatható. Így egyik esetben sem ideális az illesztés ugyan, de ez vevőkészülékeknel megengedett. Ideálisan illesztett antennabemenet esetén az érzékenység legfeljebb mintegy 0,5 μV-ra lenne javítható. A szűrőben alkalmazott tekercsek L<sub>1</sub>...L<sub>4</sub> induktivitása egyenként 500 μH. A 35 menetes tekercsek huzala Ø0,14 mm CuZS, a vasmag Ø13 × 7 × 4 mm méretű toroid. (A vasmag anyaga nem ismert).

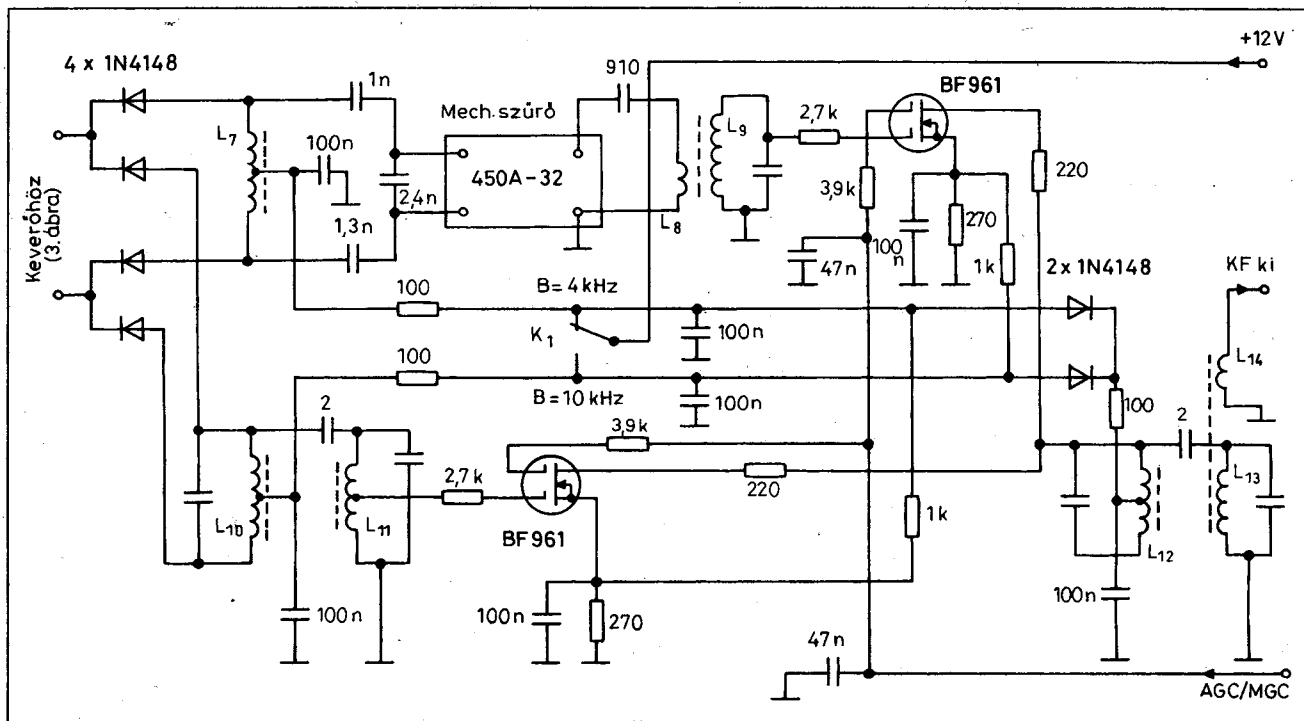
Az egyenletes frekvenciaátvitel a kondenzátorok értékeivel jól befolyásolható a wobbulátorral történő mérés alkalmával. A 450 kHz-es KF-frekvencián a szűrő kb. 30 dB csillapítást mutat. A készülék keverőfokozata egy μA796 típusjelű IC, amely mint aktív

balanszkeverő működik. RF bemenete és L.O. bemenete aszimmetrikusan is táplálható, de a 40 dB körüli átmenő csillapítás érdekében célszerű az ellenütemű kimenetre szimmetrikusan csatlakozni (egyébként nem lenne kötelező).

A fokozat szimmetriája a P<sub>1</sub> potencióméterrel állítható. A beállítást az antennacsatlakozóra beadott, kereken 450 kHz-es KF-jel kimeneti minimumára kell elvégezni. Ilyenkor a lokáljel is minimális a KF kimeneten.

A készülék vételi frekvenciáját a lokáloszcillátorral lehet hangolni. Készülékünkben egy, az Elektronika Ktsz. által gyártott finommeghajtó mechanikát alkalmaztunk, amely egy Philips, kerámia-tengelyű, kisméretű, 280 pF végkapacitású forgókondenzátort tartalmaz. Ez a mechanikai hangolóegység egy 125 mm átmérőjű henger-tárcsában végződik, amelynek palástjára 39 cm hosszú frekvenciaskála rajzolható. Ezt a mechanikát egyébként a fenti cég az átvitel-technikai generátoraiiban (0,3...600 kHz) és a szelektív csővoltmérőiben alkalmazta.

A lokáloszcillátor 450 kHz és 850 kHz között hangolható a 18...280 pF kapacitású forgóval. Az L<sub>5</sub> tekercs induktivitása 360 μH, menetszáma 48, a



8. ábra. A 450 kHz-es KF-erősítő két első fokozata

leágazás a 24-ik menetnél van. Huzala  $\varnothing 0,25$  mm CuZS. Az  $\varnothing 18 \times 14$  mm-es ferritvasmag  $A_1 = 160 \cdot 10^{-9}$  H/me<sup>2</sup> induktívási tényezőjű. Az  $L_6$  kicsatoló tekercs 12 menetes, huzala  $\varnothing 0,15$  mm CuZS. Az oszcillátor tápfeszültségét egy ZF8 Z-dióda járulékosan is stabilizálja. A leválasztó fokozatban alkalmazott BF961 MOSFET kiváló elválasztást ad az oszcillátor és a keverő között. A keverőhöz szükséges 150...200 mV<sub>pp</sub> amplitúdójú jel a 10 pF-os kondenzátor értékének megváltoztatásával állítható be.

A bemeneti szűrő, a keverő a lokál oszcillátorral és az oszcillátor rezgőkör szerelvényei 3 db nyák-lapon foglalnak helyet és ezeket a hangoló-mechanika hordozza. A 4. ábra a bemeneti szűrő nyák-lapját, az 5. ábra annak beültetését mutatja. A 6. ábrán a keverő és L.O. áramkörök nyák-lemezének fóliarajzolata, a 7. ábrán a beültetés látható. Az oszcillátortekercset és a 25 pF-os trimmert tartó nyák-lemezről nem adunk rajzot, annak egyszerűsége miatt.

A  $\mu A796$ -os keverőfokozat két vezetékkel ellenüteműen kapcsolódik a KF-erősítő egységhez (8. ábra). A keverő kimenetére csatlakozó 4 db 1N4148-as szilíciumdióda, mint kapcsoló végzi az irányváltást a KF-egység 4 kHz sávszélességű, illetve 10 kHz

sávszélességű áramkörei felé. A  $K_1$  előlapi kapcsoló állásától függően hol az  $L_7$ -es, hol az  $L_{10}$ -es tekercsen keresztül kap a keverő +12 V-os tápfeszültséget. Amelyik diódákon egyenáram folyik át, azok a diódák nagyfrekvenciásan is vezetésbe kerülnek, míg a másik két dióda lezárt állapotban marad. A középleágazású  $L_7$ -es tekercs szimmetriát biztosít a keverő felé és egyben illeszti is a keverőfokozatot a 450A-32 szűrő földfüggetlen bemenetéhez. A pontosan 448,1 kHz-es közepes KF vivőfrekvencia az  $L_7$ -re csatlakozó kondenzátorokkal, illetve a tekercs vasmagjával állítható be. A kondenzátorok arányai az illesztést befolyásolják. Az  $L_7$  tekercs induktivitása 330  $\mu$ H, menetszáma  $2 \times 45$ ,  $\varnothing 0,2$  CuZS huzalból. A ferrit fazékvasmag mérete  $\varnothing 18 \times 9$  mm, anyaga K1, induktívási tényezője  $A_1=40$ .

A középfrekvenciás ágban alkalmazott egyéb tekercsek (transzformátorok) japán gyártmányúak, árnyékoló serlegük külmérete  $10 \times 10 \times 13$  mm. Ezeket a KF-eket nagy számban alkalmazták a japán eredetű rádióvevőkben. Jellemzőségük, hogy a serlegben belül a parallel rezgőköri kondenzátort is tartalmazza. Mivel eredetileg 455 kHz-en használták őket, nagyon könnyen áthangolhatók a szűrő 448,1 kHz-es

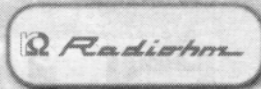
közepes frekvenciájára. A fehér festéssel megjelölt típusok rezgőköri tekercse középleágazással bír, míg a sárga jelzésűek leágazása a teljes tekercsmenetszám kb. 0,9-szeresénél van. Mindkét típus áttétele a szekunder kicsatoló tekercs felé 10:1-hez.

A KF-erősítő 10 kHz-es sávszélességgel jellemezhető szakaszában ezen japán KF-ek alkotnak kettesével felső kapacitív csatolású sávszűrőt. A kritikusra beállított csatolást a 2 pF-os kondenzátorok hozzák létre. Az  $L_{10}$ ,  $L_{11}$  és  $L_{12}$  tekercsek fehér jelzésűek, az  $L_9$  és  $L_{13}$  tekercsek színjelzése sárga. A 450A-32 elektromechanikus szűrő mintegy 10 dB-t csillapít a saját belső veszteségei következtében. Ennek ellensúlyozására alkalmaztuk az  $L_8$  és  $L_9$  transzformátor felfelé való transformálását. Ezzel a két különböző sávszélességű jel-út közel azonos szintet szolgáltat a teljes egység kimenetén. A KF bemenetén levő lezárt állapotú kapcsolódiódák a maradék kapacitások révén (és a szerelési kapacitások révén is) csak mintegy 40 dB-es elválasztási csillapítást adnak. Ezen értéknek kb. 80 dB-re való megnövelése érdekében az éppen nem használt jel-útvonalban lévő BF961-et a szomszédos irányra kapcsolt tápfeszültség leülteti, a source-ellenállásra adott, kb. 10 mA-es

**1300**  
új alkatrész  
disztribúciók  
műszaki  
paraméterek

a **ret**  
elektronika

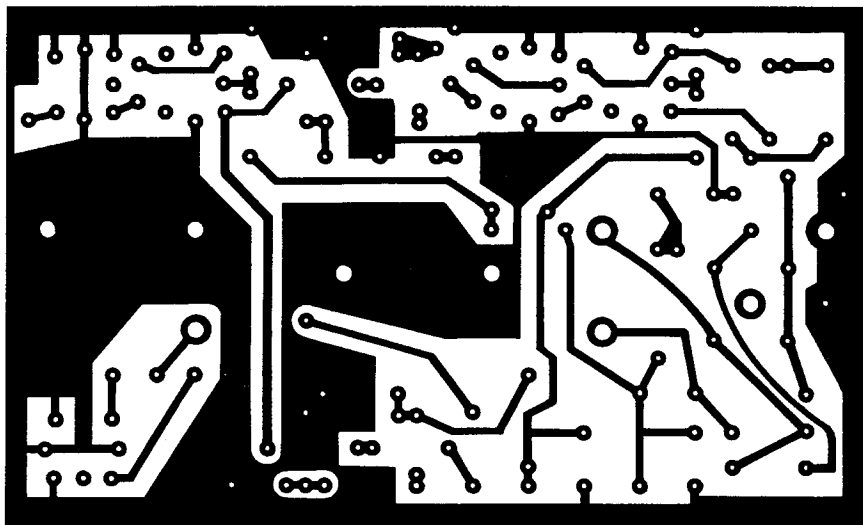
www.ret.hu



# Katalógus 2002

**Robtron Elektronik Trade Kft**  
Tel.: (62) 422-500, Fax: (62) 422-596

Postacím: 6701 SZEGED, Pf.: 1160  
E-mail: [ret-elektronika@tiszanet.hu](mailto:ret-elektronika@tiszanet.hu)



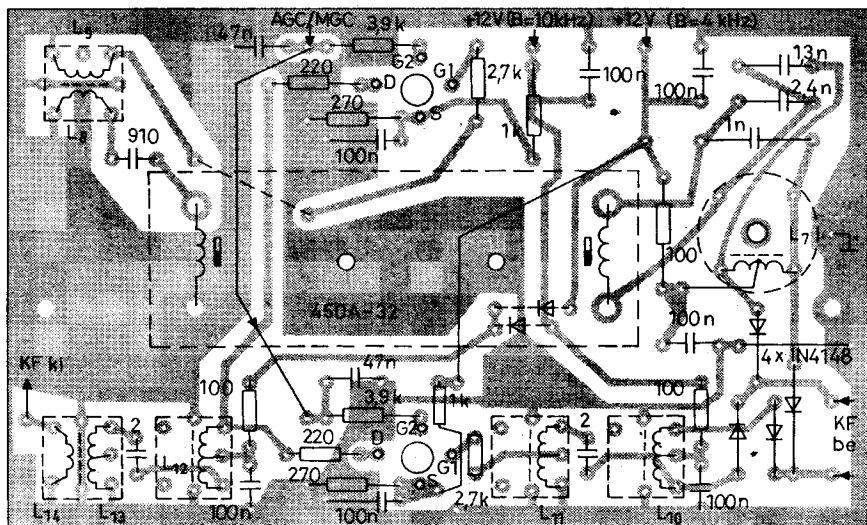
9. ábra. A KF-egység nyák-lemeze

áram segítségével. Ez az áram az 1 k $\Omega$ -os ellenállásokon jön létre. Mindkét BF961-es első KF-erősítő tranzisztor közösen kapja a G<sub>2</sub> elektródjára érkező AGC/MGC szabályozó feszültséget. Mindkét fokozat szabályozhatósága kb. 0...-60 dB, amikor is a G<sub>2</sub> feszültsége +1,4 V és -0,5 V között kell hogy változzon. Az L<sub>12</sub>-re csatlakozó 2 db 1N4148-as dióda adja a tápfeszültséget a tranzisztoroknak a K<sub>1</sub> sávszélesség-kapcsoló állásától függetlenül. A KF-egység egy 115 x 70 mm méretű nyák-lemezen foglal helyet, amelynek fólia-rajzolatát a 9. ábra, beültetését a 10. ábra szemlélteti.

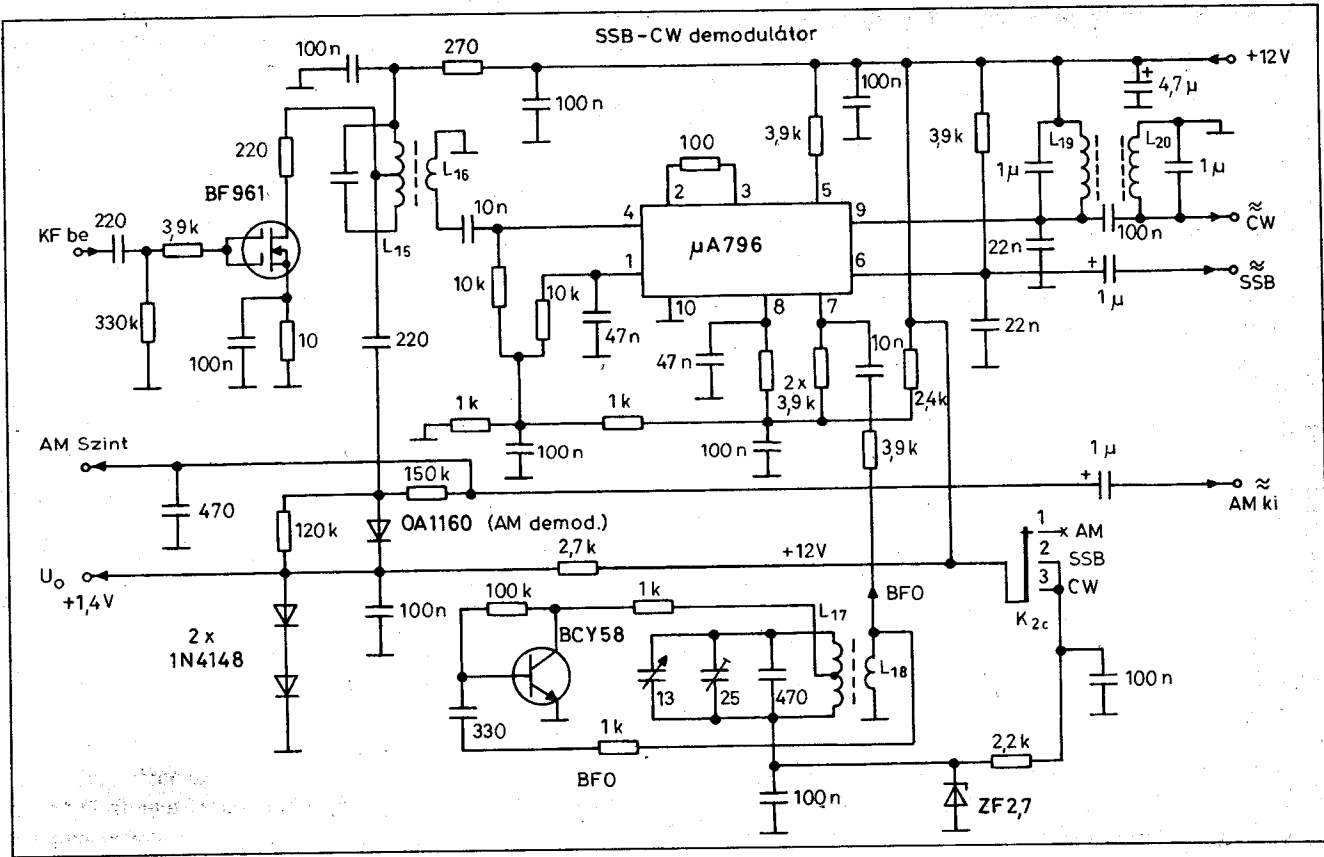
A KF-egységtől elkülönített nyák-lemezen foglal helyet a KF-erősítő lánc második tagja, valamint az AM-demodulátor és a produktdetektor áramkörei (11. ábra). A 2. KF-erősítő fokozat ugyancsak BF961-es tranzisztorra már nincs bevonva az AGC/MGC szabályozásba, mindig a teljes erősítéssel dolgozik. Az L<sub>15</sub>-L<sub>16</sub> rezonáns transzformátor (sárga színjelzésű) még javít valamelyest a 10 kHz-es sávszélességen a maga szelektivitásával. Ezen transzformátor primer tekercséről veszük le az AM-demodulátor dióda (OA1161) számára a KF-feszültséget. Ez a dióda az AM-demoduláción kívül

az AGC szabályozófeszültséget, illetve a szintmérő műszerhez szükséges egyenfeszültséget is szolgáltatja. Ha a készülék antennabemenetére nem érkezik jel, az első KF-fokozatoknak a maximális erősítéssel kell dolgozniuk. Ehhez +1,4 V-os G<sub>2</sub> feszültség tartozik. Ezért szükséges az, hogy az AM-demodulátor dióda hideg-oldali talpát fel-emeljük erre a pozitív feszültségszintre. A demoduláció (egyenirányítás) során – amikor már van vett jel – ez a feszültség negatív irányban mozdul el, csökkentve a KF-erősítést, az előlapi K<sub>3</sub>-as kapcsoló AGC állásában. Az 1,4 V-os pozitív feszültséget két sorba kapcsolt 1N4148-as diódáról kapjuk, amelyek kb. 3,8 mA árammal vezetésbe vannak hajtva.

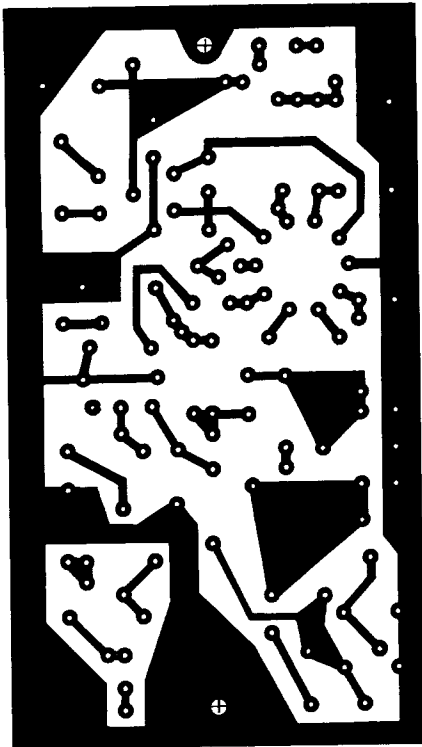
SSB-, FSK- és CW-jelek vétele esetén a  $\mu$ A796-os IC-vel kivitelezett produktdetektort használjuk demodulátorként. Ez, mint egy keverőfokozat létrehozza a bejövő KF-jel és a lokáljel (itt BFO = Beat Frequency Oscillator) frekvenciája közötti különbségi jelet. Ez már hangfrekvencia, amely füllel hallható. Ez az eredő hangfrekvenciás jel megjelenik az IC mindkét kimeneti pontján, a 6. és 9. pontokon. A 6. pontról közvetlenül elvezethetjük a hangfrekvenciás jelet, vagy ha az adás keskenysávú (pl.: FSK, RTTY, vagy CW), akkor a hangfrekvenciás jel útjába iktatott szűrő kimenetéről célszerű a hangfrekvenciát továbbvezetni. Ezen 1 kHz-es közepes vivővel jellemezhető kétkörös, felső kapacitív csatolású sávszűrő sávzélessége már csak 200 Hz, ami nagyon jó, zavarmentes vételt biztosít. A  $\mu$ A796-os produktdetektort egy BCY58-as tranzisztorral kivitelezett BFO-oszcillátor látja el a szükséges lokáljellel. Ezen BFO-oszcillátor a 3-állású üzemmód kapcsolónak csak az SSB és CW állásaiban van üzemben. A K<sub>2c</sub> kapcsoló-szektor megszakítja a tápfeszültséget AM-vétel esetén. A produktdetektor folyamatosan kapja a +12 V-os tápfeszültséget, hogy az átkapcsolások koppanásmentesek legyenek. A BFO frekvenciáját az L<sub>17</sub> tekercs határozza meg a rákapcsolt kondenzátorokkal. A 15 pF-os előlapi, kis hangoló forgókondenzátor középpályájában a frekvencia a vasmaggal, illetve a 25 pF-os trimmerrel 448,1 kHz-re állítandó be. Ezen értékhez képest a 15 pF-os kondenzátorral mintegy 2 kHz pozitív és negatív elhangolás hozható létre, amely éppen elegendő az egyoldalsávós vétel (SSB) alsó és felső



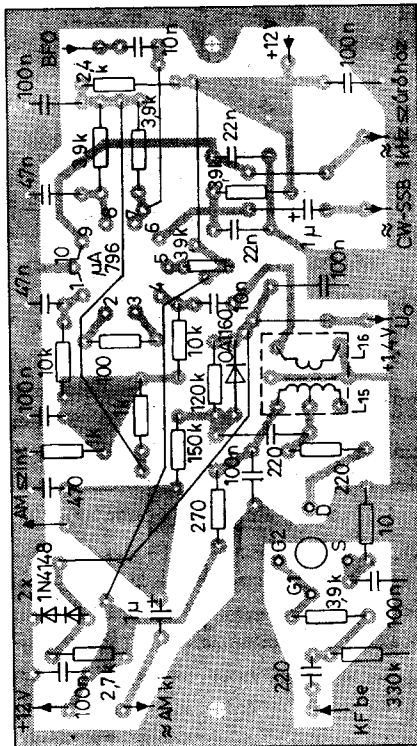
10. ábra. A KF-egység beültetési rajza



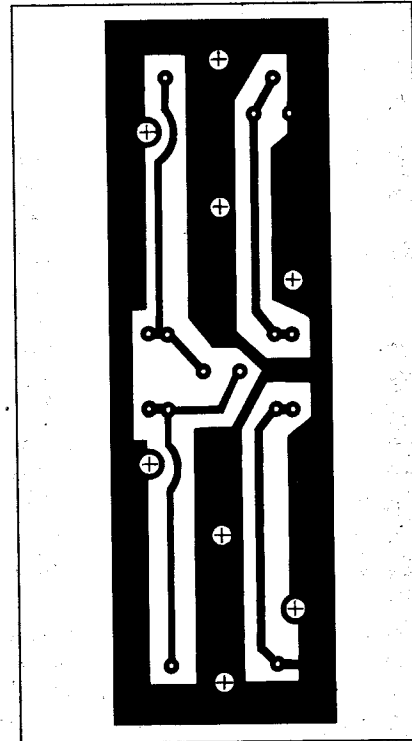
11. ábra. A II. KF-erősítő, a demodulátorok és a BFO-áramkör



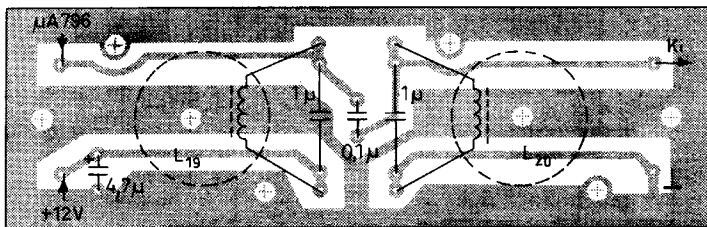
12. ábra. A II. KF erősítő, az AM demodulátor és a produkt-detektor nyák-lemeze



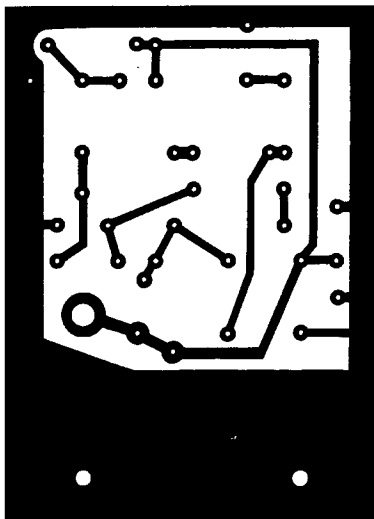
13. ábra. A demodulátorok beültetési rajza



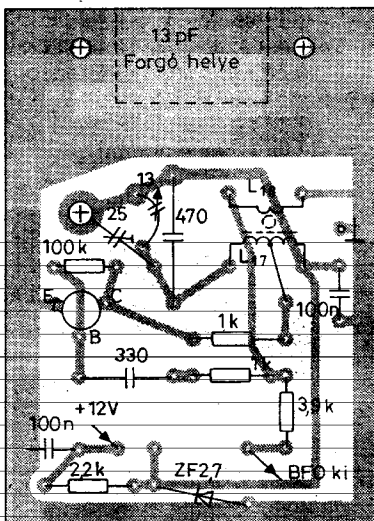
14. ábra. Az 1 kHz-es sávszűrő nyák-lemeze



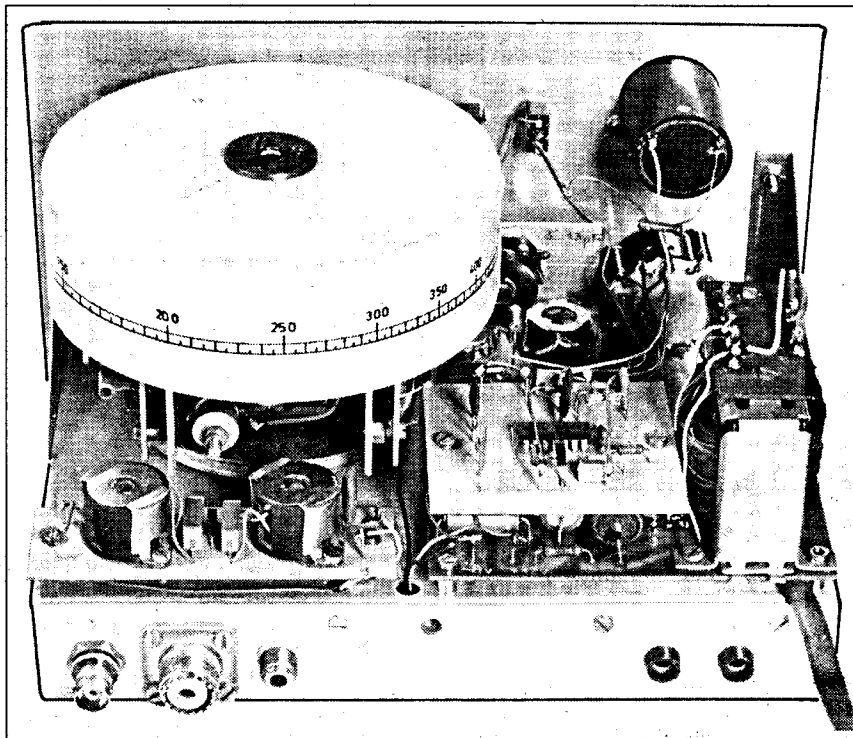
15. ábra. Az 1 kHz-es sávszűrő beültetési rajza



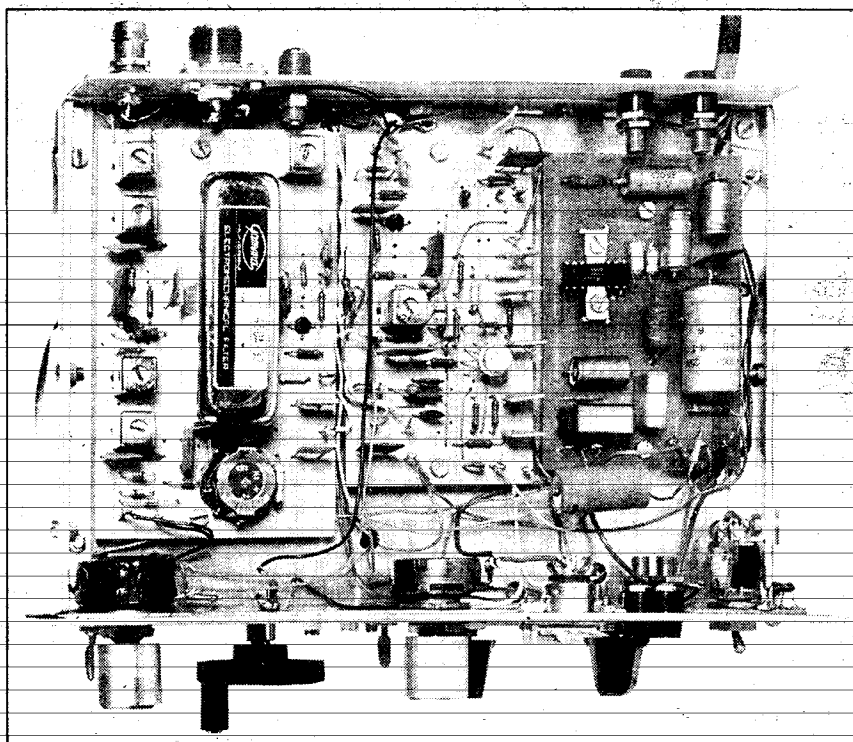
16. ábra. A BFO-egység nyáklemeze



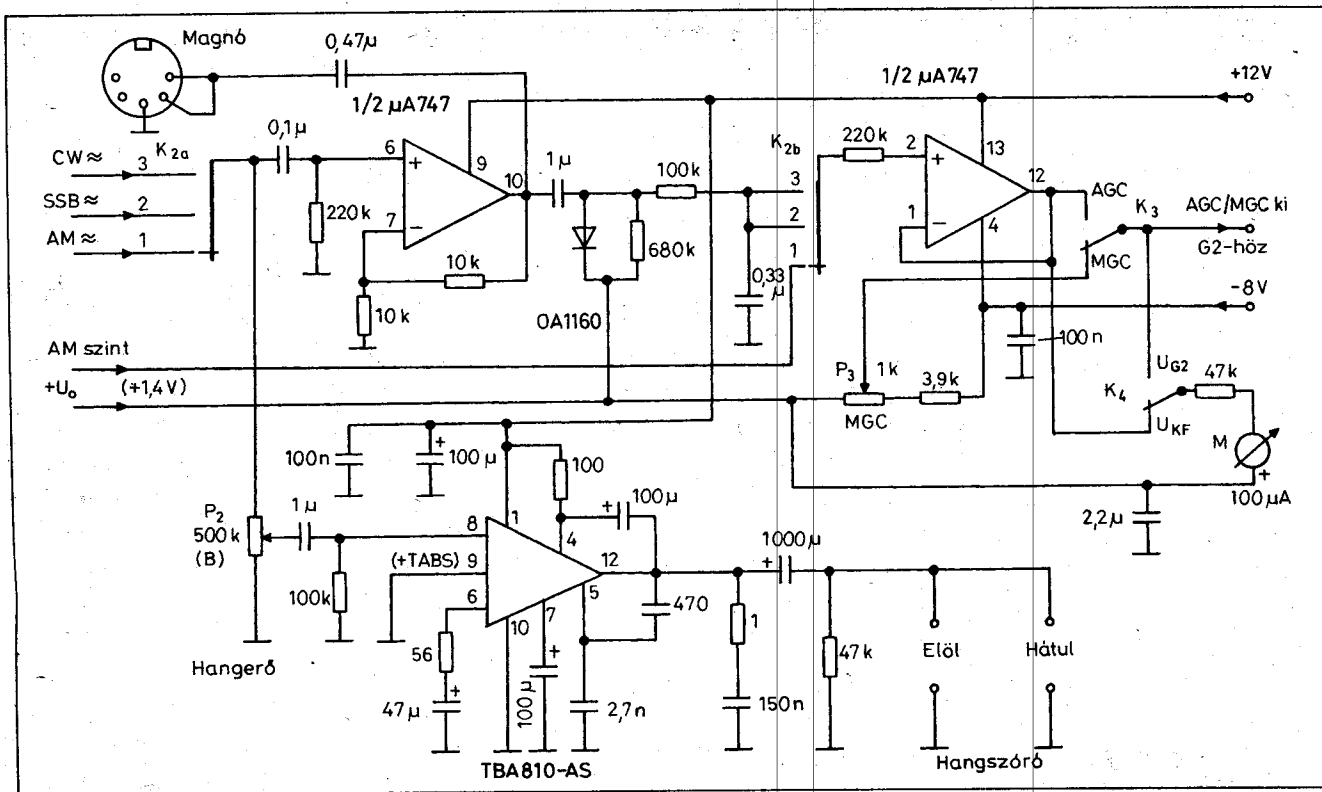
17. ábra. A BFO-egység beültetési rajza



18. ábra. A VLF-vevőkészülék hátulnézetben



19. ábra. A panel alatt elhelyezett áramköri egységek



20. ábra. Az AGC/MGC áramkörök és a hang-végfokozat

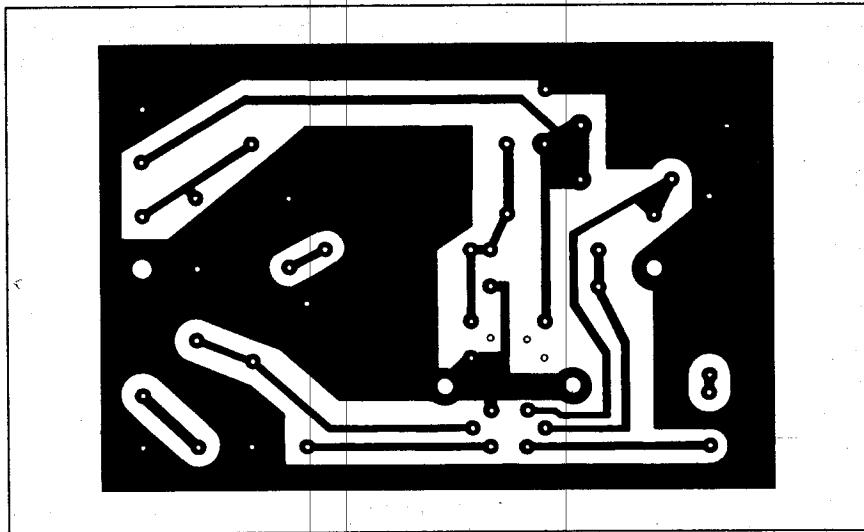
oldalsávjának biztonságos beállításához. Az  $L_{17}$  tekercs inductivitása  $250 \mu\text{H}$ , menetszáma 32, huzala  $\varnothing 0,2 \text{ mm}$  CuZs, a leágazás a 16. menetnél van. Az  $L_{18}$  tekercs 5 menetes,  $\varnothing 0,2 \text{ CuZs}$  huzalból. Ezen tekercsek  $\varnothing 18 \times 9 \text{ mm}$  méretű ferritvasmagon helyezkednek el. A ferrit anyaga N22, inductívási tényezője  $A_1=250$ . A  $\mu\text{A}796 \text{ IC}$  BFO-meghajtásához itt is csupán  $150...200 \text{ mV}_{pp}$  feszültségszintre van szükség (a 7. ponton). Ez a feszültség a  $3,9 \text{ k}\Omega$ -os soros ellenállás változtatásával állítható be. A BFO nagyon kis szinten működik, tápfeszültsége mindössze  $2,7 \text{ V}$ , amit a járulékos stabilizációt szolgáló ZF2,7 Zener-dióda biztosít. Ügyeljünk az  $L_{17}$  és  $L_{18}$  helyes menetirány szerinti bekötésére, mert az oszcilláció csak a  $180^\circ$ -os fázisfordítás esetén jön létre! Egyébként ugyanez a megjegyzés érvényes a készülék elején lévő lokáloszcillátorra is.

Az  $1 \text{ kHz}$ -es hangfrekvenciás szűrő (CW-FSK szűrő)  $L_{19}$  és  $L_{20}$  tekercsei egyformák, inductívitásuk  $25 \text{ mH}$ , menetszámuk 316, a huzal anyaga  $0,15 \text{ mm}$  CuZ. A ferritvasmag  $\varnothing 23 \times 18$ , anyaga N22, inductívási tényezője  $A_1=250$ . A 11. ábrán vázolt áramköri egység 3 db nyák-lemezen foglal helyet. A 2. KF-

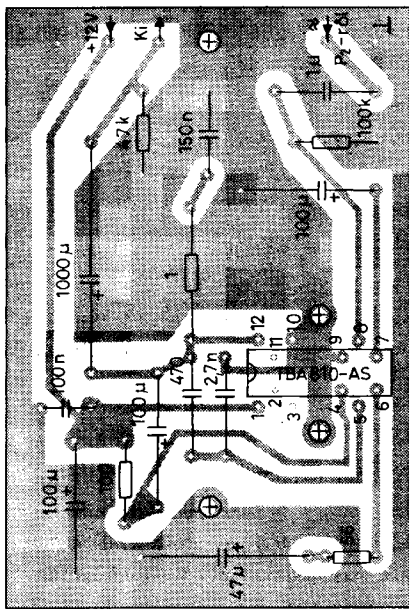
erősítő fokozat, az AM demodulátor és a produkt-detektor a 12. ábrán bemutatott nyák-lemezre van felépítve, amelynek beültetési rajzát a 13. ábra szemlélteti. Az  $1 \text{ kHz}$ -es hangfrekvenciás szűrő a 14. ábra nyák-lemezén foglal helyet, amelynek beültetési rajza a 15. ábrán látható. A BFO-t a 16. ábra

nyák-lemezre hordozza, amelynek beültetési rajzát a 17. ábra mutatja.

A készülék mechanikai és elektromos egységei egy  $150 \times 210 \text{ mm}$  méretű, vízszintes helyzetű alu-lemez panelen foglalnak helyet, amelynek magassága  $35 \text{ mm}$ . A hangolómechanikát a forgóval és a bemenet körüli 3 db nyák-



21. ábra. A hang-végerősítő nyák-lemeze

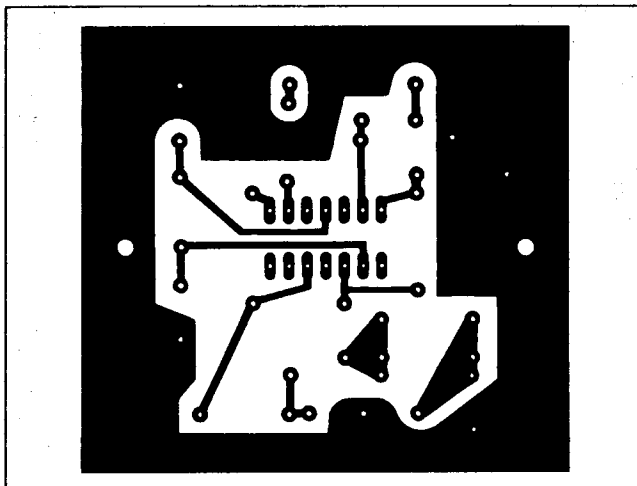


22. ábra. A hang-végerősítő beültetési rajza

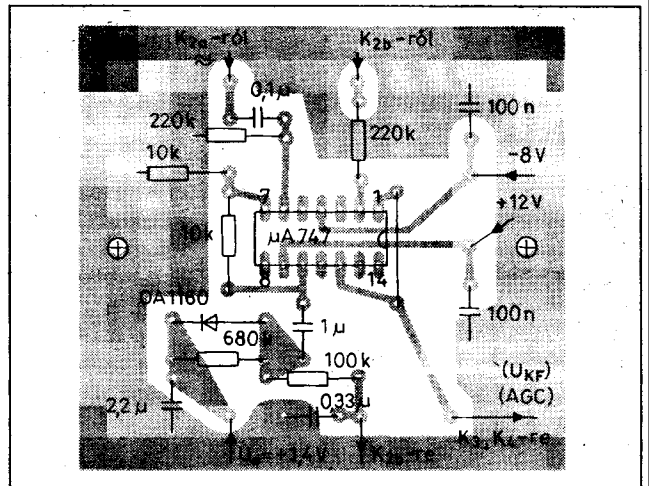
jel (20. ábra). A P<sub>2</sub>-vel beállított jel-szintet a TBA810-AS típusú IC erősíti fel a hangszóró meghajtásához szükséges szintre. Ez a hang-végerősítő egy önálló nyák-lemezen foglal helyet, amelynek mérete 60 × 90 mm. Fólia-rajzolatát a 21. ábra, beültetését a 22. ábra szemlélteti.

Az AM-demodulátorról egy, a jel amplitúdójával arányos egyenfeszültség is el van vezetve (AM szint), amely az AGC szabályozásra szolgál, de csak AM-vétel esetén. A K<sub>2</sub> kapcsoló 1. állásában (AM-vétel) ez a szabályozó-feszültség áthalad a µA747 IC, a rajzon jobb oldali műveleti erősítőjén, amelynek erősítése 1-szeres, és impedanciaillesztést végez. A K<sub>3</sub> előlapi kapcsoló AGC állásában ez a feszültség jut a KF-erősítő lánc két első tranzistorára. Nyugalmi helyzetben ez a feszültségszint +1,4 V, míg ha van beérkező RF jel, ez a feszültség negatív irányba

mozdul el és egészen -0,5 V-ig csökkenhet nagyon nagy beérkező jelek esetén. A K<sub>3</sub> kapcsoló MGC állásában az első KF-erősítő tranzisztorok a P<sub>3</sub> előlapi potenciométerről kapják a kézzel beállított szabályozófeszültséget. A K<sub>3</sub> kapcsoló AGC állásában az M jelű, 100 µA-es műszer az AGC feszültség szintjét indikálja, ami nemlineárisan ugyan, de arányos az antennabemeneten megjelenő vett jellel. Ilyenkor, a K<sub>4</sub> kapcsoló helyzete közömbös. A K<sub>3</sub> kapcsoló MGC állásában azonban választhatunk a K<sub>4</sub> kapcsolóval, hogy az M műszer a KF-jel szintjét, vagy a G<sub>2</sub> elektródákra kerülő szabályozó feszültséget mutassa-e, amely a P<sub>3</sub> potenciométer helyzetével arányos. Ezen utóbbi esetben a teljes rendszer erősítése a műszer állásának adott értékén mindig ugyanannyi, függetlenül a bejövő antennafeszültségtől. A µA747 IC jobb-oldali szektorára elsősorban azért



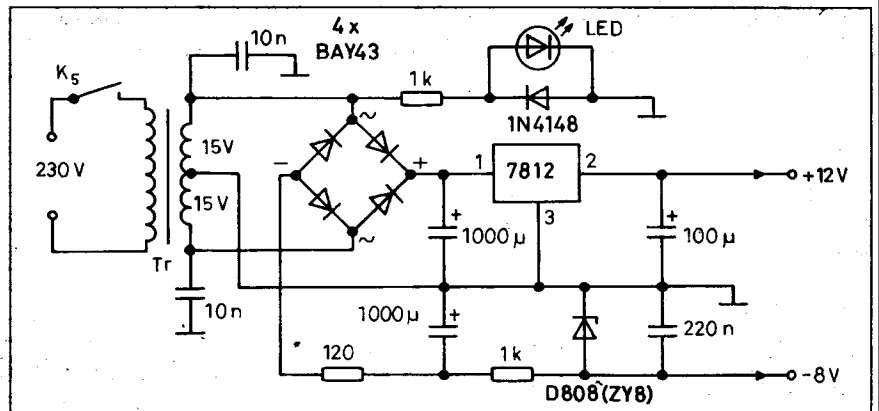
23. ábra. Az AGC/MGC áramkörök nyák-lemeze



24. ábra. Az AGC/MGC áramkörök beültetése

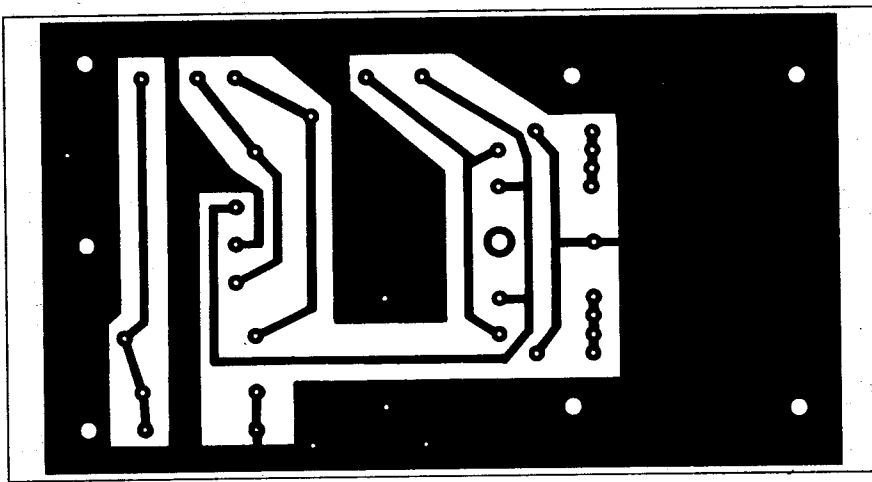
lemezzel az előlap tartja, onnan 4 db M4-es csavar oldásával a teljes egység könnyen eltávolítható. A panel felett elhelyezett egységekről a 18. ábra ad tájékoztatást. A panel alatt kapott helyet a KF-erősítő, a demodulátor és a hang végerősítő nyák-lemeze (19. ábra).

A K<sub>2</sub> előlapi, háromállású tárcsás kapcsolóval választható ki a kívánt üzemmód. Kétoldalsávú AM-vételnél az AM-demodulátordiódáról érkezik a hangfrekvenciás jel a hangerő-szabályozó potenciométerre (P<sub>2</sub>), míg szélessávú FSK- és SSB-vételnél, valamint keskenysávú FSK- vagy CW-vételnél a produktdetektor felől érkezik a



25. ábra. A stabilizált tápegység kapcsolása

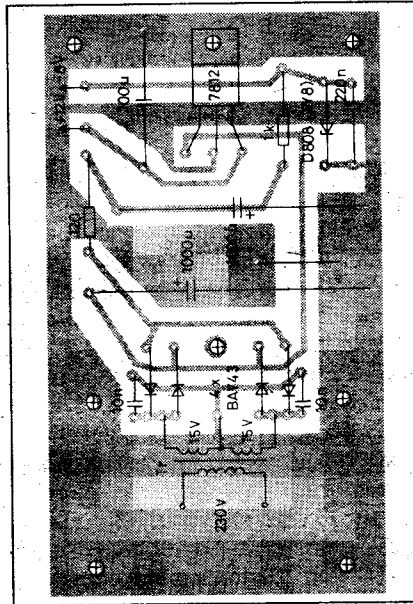




26. ábra. A tápegység nyák-lemeze

van szükség, hogy a műszer terhelését függetleníse az AM-demodulátor relatív nagy impedanciájú kimenetétől.

SSB-, és CW-vétel esetén nincs folyamatos vívőhullám, és így az AM-demodulátoron megjelenő egyenfeszültség a jel vétele alatt erős ingadozást mutat. Az SSB- vagy a CW-jel jel-szüneteiben egyáltalán nincs szabályozófeszültség. Ilyen esetben és FSK üzemmódnál is, a hangfrekvenciás jel szintje szolgál célszerűen az AGC szabályozásra, mert ennek amplitúdója már figyelembe veszi a 200 Hz sávszélességű hangfrekvenciás szűrő (CW-szűrő) szelektáló tulajdonságát is, ha az be van kapcsolva. A rajzon bal oldali műveleti erősítő ( $\mu A747$ ) kb. 2-szeres hangfrekvenciás erősítést végez és hangfrekvenciás jellel látja el a kimenetén lévő OA1160 egyenirányítódíódát. Ezen diódáról – az AM-demodulátorhoz hasonlóan – egy olyan egyenszintet vehetünk le, amely nyugalmi

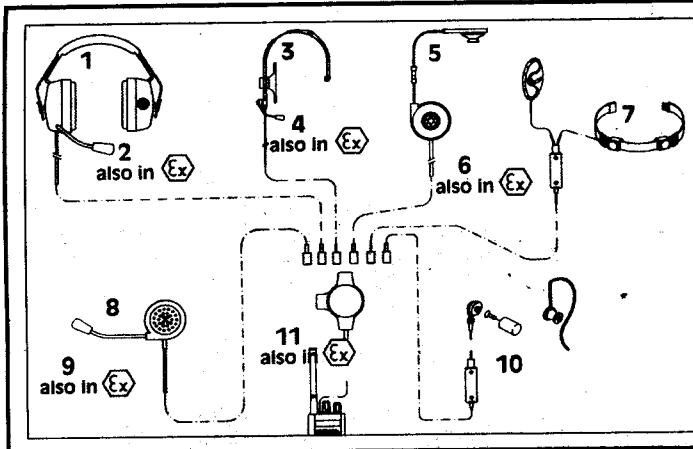


27. ábra. A tápegység beültetési rajza

állapotban +1,4 V, míg a hangfrekvenciás jel amplitúdójának növekedésekor ehhez képest negatív irányban változik. SSB-, FSK- és CW-vétel esetén ezt az egyenszintet használjuk fel az AGC szabályozásra és az indikátorműszer kitértítésére. A szabályozójelek közül a  $K_{2B}$  kapcsoló-szektor választja ki a megfelelőt. Az AGC és műszererősítő áramkör a  $\mu A747$  IC-vel egy kisméretű nyák-lemezen kapott helyet, amely a készülék tápegység nyák-lemeze felett van elhelyezve két menetes távtartó segítségével. A nyák-lemez fóliarajzát a 23. ábra, beültetését a 24. ábra szemlélteti.

Készülékünk működtetéséhez +12 V-os és -8 V-os tápfeszültségre van szükség. A tápegység kapcsolási rajza a 25. ábrán látható. A 2,5 cm<sup>2</sup> vasmagkeresztmetszetű hálózati transzformátor szekunder tekercsén 2 x 15 V feszültség van, amelyet 4 db BAY43 szilíciumdióda egyenirányít. Az egyik dióda-párosról pozitív, a másikkól negatív feszültséget vehetünk le. A negatív feszültséget egy 8 V-os, középteljesítményű Z-dióda (D808 = ZY8) stabilizálja. A pozitív 12 V-ot egy „háromlábú” áteresztő stabilizátor IC-ről nyerjük (7812). A tápegység nyák-lemeze a transzformátort is hordozza. Fóliarajza a 26. ábrán, beültetése a 27. ábrán látható.

A tápegység, az AGC- és műszererősítő áramkör, az 1 kHz-es CW-szűrő, valamint a BFO-egység a panel felett található. A BFO nyák-lapját a 15 pF-os kis forgó előlapi csavarja rögzíti az előlaphoz egy alumínium szeglet segítségével. A hálózati transzformátor primer tekercsének menetszáma 3930 menet,  $\emptyset 0,12$  mm CuZ huzalból. A szekunder tekercs 2 x 283 menet, huzala  $\emptyset 0,25$  mm CuZ.



## Profi fejkészletek URH-rádiókhoz

Zajos, veszélyes munkahelyeken védőfelszereléssel együtt alkalmazható, gázálarcba, sisakba, zajvédő fültekba építve. Gégemikrofon, koponyamikrofon, fülmikrofon alkalmazásával.

**Ex** Robbanásbiztos kivitelben is!

Nagyméretű adásváltó kapcsolóval, és rádiócsatlakozóval mindenfajta rádióhoz.

## VARIÁLHATÓ! GAZDASÁGOS!

Gyártja: **CeoTronics AG**, Németország  
 Forgalmazza: **BERKES Bt.**, 2011 Budakalász  
 Pf. 63. Tel.: 06-26-342-018, fax: 06-26-540-228

# Kettős labortápegység

Díószegi Gyula, Nagymáté Csaba villamosmérnökök

A legkülönbözőbb áramköri kísérletek illetve felhasználások nélkülözhetetlen műszere, berendezése a tápegység. Az elektronikát csak „könyvből ismerők” hajlandók legyinteni, ha a tápegység kerül szóba, pedig aki nap mint nap akár hivatásból, akár hobbiból kerül kapcsolatba az elektronika néha igen-csak öntörvényűnek tűnő világával, jól tudja, mennyire fontos a megbízható tápellátás. Tekintettel arra, hogy a villamos, illetve elektronikai készülékek elválaszthatatlan részei a tápegységek, ilyen berendezések fejlesztéséhez, javításához vagy csak a kísérletező munkához olyan tápegységre van szükségünk amely a tőle elvárható jellemzőket minél szélesebb tartományban kellő pontossággal teljesíti. Így nem véletlen tehát, hogy évkönyvünkben időről időre megjelenik a téma, eleget téve a nagyszámú olvasói érdeklődésnek és bizonyítandó ezen áramköri egységek sokszínűségét. Az idei közleményünket a felháborodásból a kíváncsiságba átcsapó indulat hívta életre. Felmérve a gyártó cégek kínálatát olyan elképzelhetetlen árkategóriákkal találkoztunk, amely messze nem áll arányban a készülék szolgáltatásával, s főként nem a felhasználó – legyen az amatőr vagy kisvállalkozó – pénztárcájának vastagságával. A szerzőknek lehetőségük volt egy-egy világcég termékébe betekinteni, sőt mi több belemérni, s a kíváncsiságnál csak a döbbenet volt nagyobb. A megfizethetetlen árú termékek – helyenként valóban szellemes kapcsolás-

technikai ötleteken túl – az amatőrök, hobbisták körében is közismert anyagokat, eszközöket és technológiát vonultattak fel. Így jött a gondolat: mutassunk be a fent említett konstrukciók közül egyet, amit természetesen honosítva átdolgoztunk és a kedves olvasó figyelmébe ajánljuk. Eldöntendő, hogy bekerülési költsége valóban megközelíti-e egy digitális színes televízió árát! Miként a vizsgált készülékek gyártói, így mi sem használtunk speciális alkatrészeket, hanem elővettük a fiók aljából a jó öreg 741-eseket és az elektronika elnyúlhatatlan igáslovát, a 2N3055-öt. Ezekből készítettük el a valóban kiváló tulajdonságokkal rendelkező laboratóriumi tápegységünket feltéve – vélhetően nemcsak magunknak – a kérdést: mit ér a munka, ha magyar?

## Működés

A készülék kapcsolási rajza az 1. ábrán látható. Tekintve, hogy kettős tápegységről van szó, két azonos áramköri elrendezést láthatunk. Az „A” (Master) csatorna vezérlőkártyája azonos a „B” (Slave) csatorna vezérlőkártyájával, így azt nem részleteztük ki, a rajz könnyebb áttekinthetősége érdekében. A vezérlőkártyák alkatrészeinek pozíciószámok 1-től, az „A” csatornához tartozó vezérlőkártyán kívüli alkatrészek számozása 101-től, a „B” csatorna esetén 201-től, a mindkét csatornához tartozó alkatrészek esetén pedig 301-től indul. A működési leírásnál a

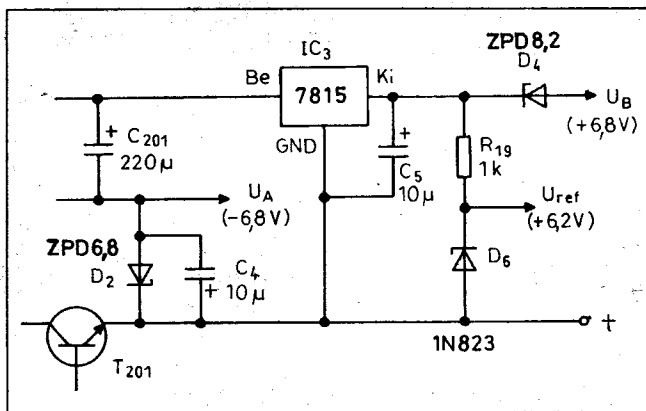
„B” csatorna pozíciószámaira fogunk hivatkozni.

Feszültséggenerátoros üzemmódban a kimeneti feszültség 0 ... 20V között szabályozható a P<sub>202</sub> segítségével, áramgenerátoros üzemmód esetén (ez a D<sub>205</sub> LED jelzi) a kimeneti áram 0 ... 1 A között szabályozható a P<sub>201</sub> segítségével. A K<sub>201</sub> kapcsoló állásától függően a kimeneti feszültség illetve áram kijelzésére az M<sub>201</sub> Deprez-műszer szolgál. A K<sub>302</sub> (Tracking) kapcsoló „Be” állása esetén a „B” csatorna követni fogja az „A” csatorna kimeneti feszültségét: ez a követő (tracking) üzemmód. Ilyen módon 0 ... 20V közötti (P<sub>102</sub>-vel beállítható) szimmetrikus feszültséget kapunk a kimeneteken.

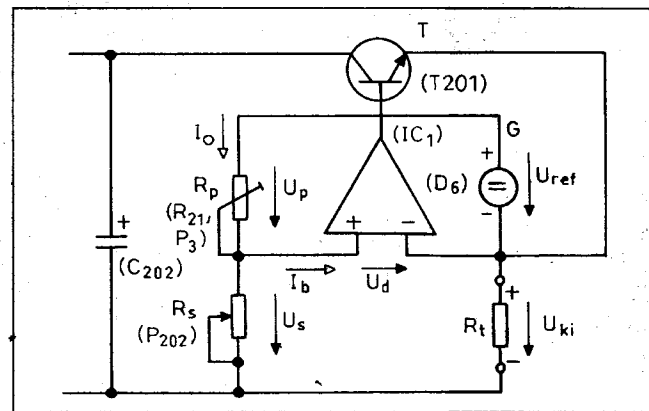
A jól ismert soros áteresztő tranzisztoros kapcsolást alkalmaztuk, a vezérlőáramkör azonban lényegesen eltér a közismert megoldásoktól.

A következőkben egyszerűsített részletrajzok, magyarázó ábrák segítségével röviden ismertetjük a készülék működését a fent említett üzemmódok esetén.

A vezérlőáramkör tápellátását segéd tápegység biztosítja. A C<sub>201</sub> kondenzátoron megjelenő stabilizálatlan feszültségből a 2. ábrán látható (az eredeti kapcsolásból kiemelt) segéd tápegység állítja elő a vezérlőáramkör tápfeszültségeit. A „+” kimenethez képest a D<sub>2</sub> Z-dióda feszültségtolással hozza létre az U<sub>A</sub> (-6,8 V-os) stabilizált segéd feszültséget. A 7815-ös három-



2. ábra



3. ábra

pontos feszültségstabilizátor 15 V-os kimeneti feszültségének a D<sub>4</sub> Z-dióda által történő 8,2 V-os „ejtésével” jön létre az U<sub>B</sub> (+6,8 V-os) stabilizált segédfeszültség. A +6,2 V-os referenciafeszültség előállítására a D<sub>6</sub> hőmérsékletkompenzált referenciadióda szolgál.

A 3. ábra a feszültséggenerátoros üzemmód könnyebb megértését szol-

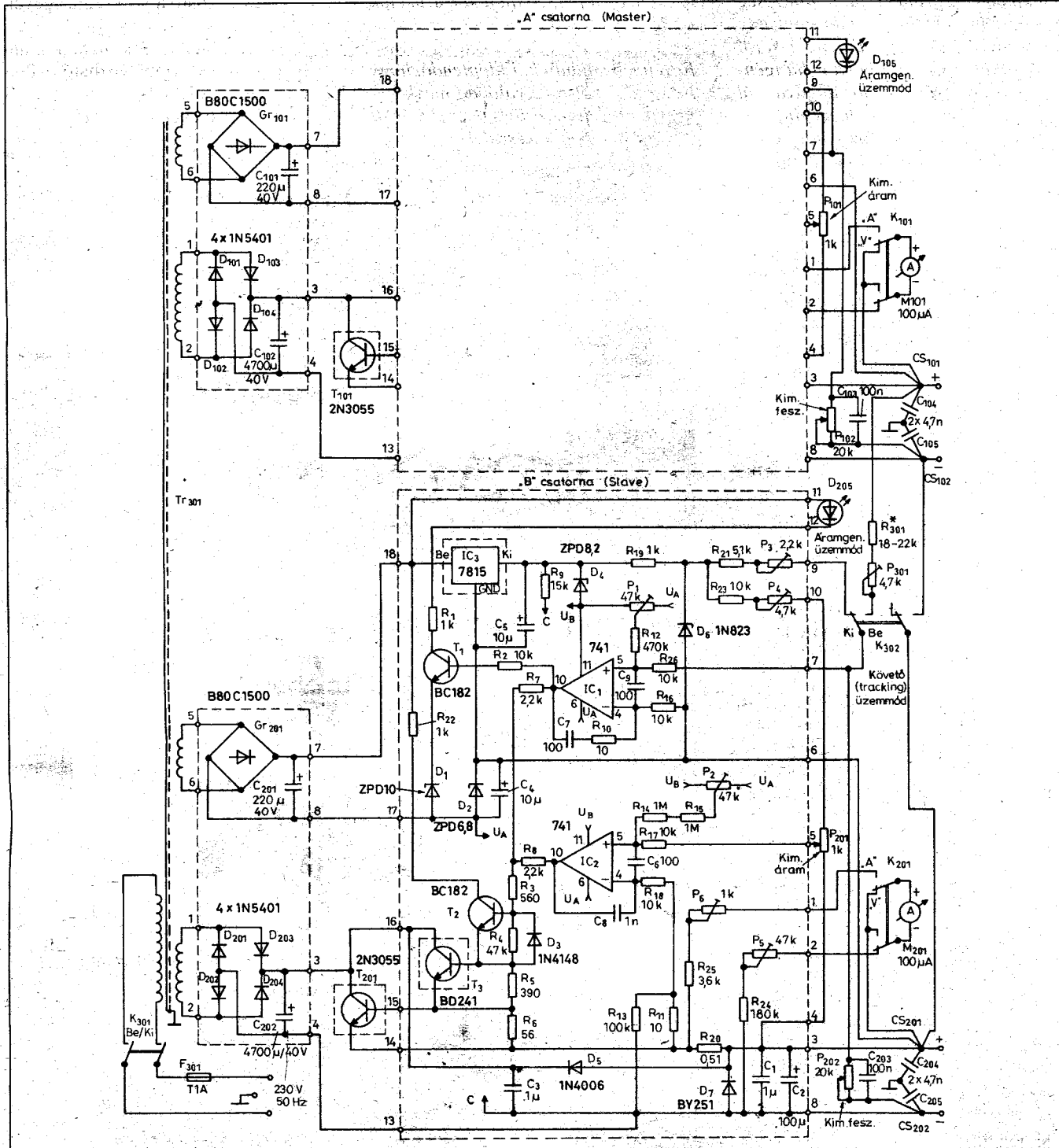
gálja. A kapcsolási rajzon használt pozíciószámokat zárójelbe tettük. A referenciafeszültséget a G feszültséggenerátor állítja elő. Az R<sub>p</sub>, R<sub>s</sub>, G valamint R<sub>t</sub> elemekből álló híd kimenete a műveleti erősítő bemeneteire csatlakozik. A műveleti erősítő úgy vezérli a T tranzisztort, hogy a híd kimenetén, azaz a műveleti erősítő bemenetein az U<sub>d</sub> dif-

ferenciálmódosú feszültség közel 0 legyen.

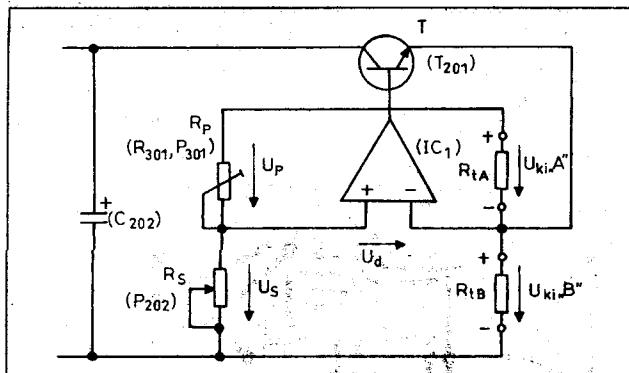
Ekkor a híd kiegyenlített:  $U_p = U_{ref}$  és  $U_s = U_{ki}$ . Feltételezve, hogy  $I_b \ll I_0$ , felírható a következő egyenlet:

$I_0 = U_p/R_p = U_{ref}/R_p = U_s/R_s = U_{ki}/R_s$ . ebből:

$$U_{ki}/R_s = U_{ref}/R_p;$$



1. ábra



4. ábra

ezt  $U_{ki}$ -re rendezve:

$$U_{ki} = R_s \cdot U_{ref}/R_p.$$

Láthatjuk, hogy a kimeneti feszültség az  $R_s$  beállító-ellenállással valamint a referenciafeszültséggel egyenes, az  $R_p$  programozó-ellenállással fordított arányban áll. Amennyiben a referenciafeszültség állandó, a kimeneti feszültséget az  $R_s$  ellenállás értékének változtatásával állíthatjuk be a kívánt értékre.

A 4. ábra segítségével a követő (tracking) üzemmód működését ismertetjük. Az előző ábrával összevetve mindössze annyi eltérést láthatunk, hogy a Master csatorna kimenete – amely tulajdonképpen egy feszültséggenerátor – a referenciaforrás helyére került. Ezért az előbbi képletben az  $U_{ref}$  helyére az  $U_{kiA}$  kerül, így a következő összefüggéshez jutunk:

$$U_{kiB} = R_s \cdot U_{kiA}/R_p.$$

Amennyiben az  $R_p$  illetve  $R_s$  értéke állandó, akkor a Slave csatorna kimeneti feszültségét kizárólag a Master csatorna kimeneti feszültsége határozza meg; megfelelő ellenállásarány esetén azzal azonos lesz.

Az áramgenerátoros üzemmód működését az 5. ábra alapján ismertetjük. A műveleti erősítő nem invertáló bemenetére a referenciafeszültségből az  $R_s$ ,  $R_p$  ellenállásból felépített feszültségosztó által leosztott  $U_s$  feszültség kerül. (Viszonyítási pont a „+” kimenet.) A műveleti erősítő másik bemenetére, az  $I_{ki}$  kimeneti áram által az  $R_{sc}$  ellenálláson létrehozott  $U_{sc} = I_{ki} \cdot R_{sc}$  feszültség kerül. A műveleti erősítő, a korábbiakban leírtakhoz hasonlóan úgy vezérli a T-t, hogy az  $U_d$  differenciálmodusú bemeneti feszültség közel 0 legyen. Ekkor fennáll a következő egyenlőség:

$$U_s = U_{sc}.$$

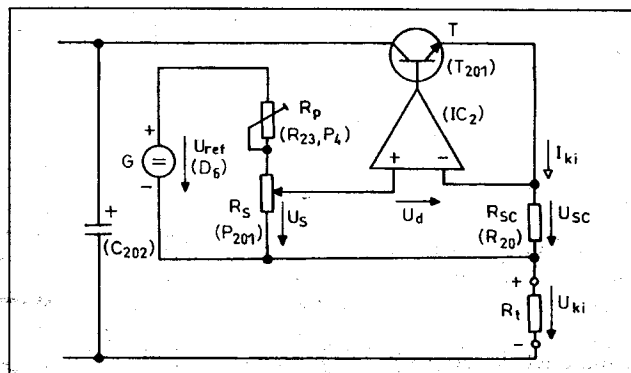
Az  $U_{sc} = I_{ki} \cdot R_{sc}$  képletet  $I_{ki}$ -re rendezve:

$$I_{ki} = U_s/R_{sc} \text{ (mert } U_s = U_{sc}\text{)}.$$

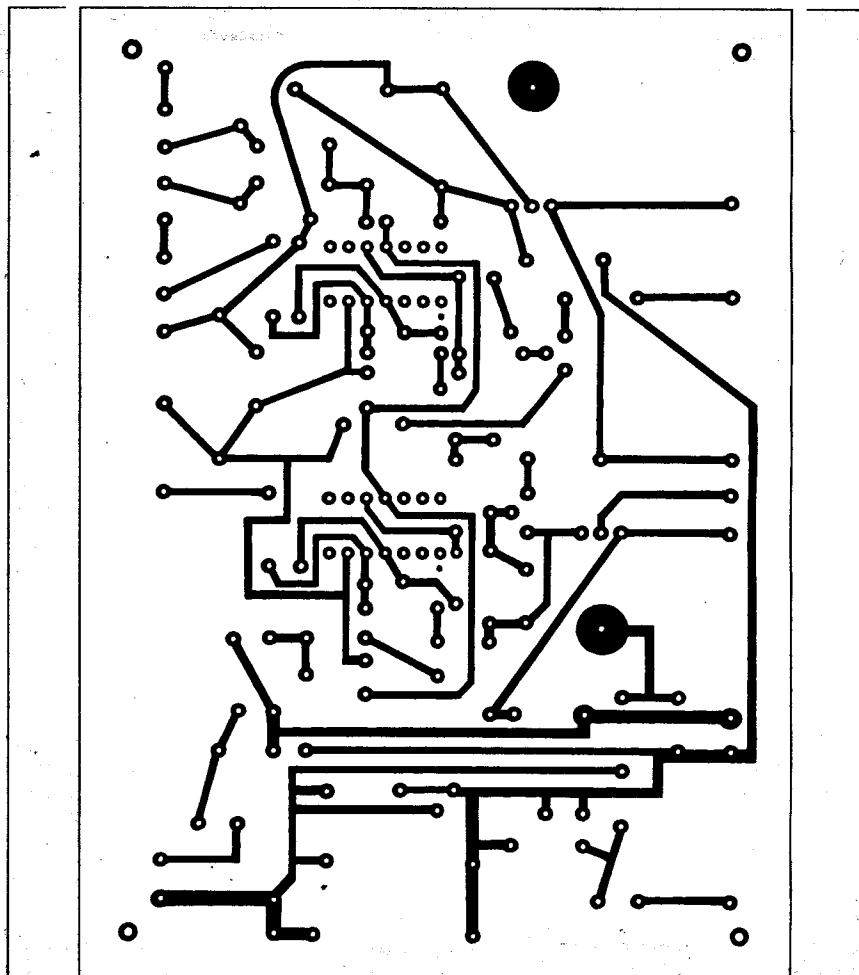
A számlálóban levő  $U_s$  feszültséget, amellyel arányos a kimeneti

áram, az  $R_s$  értékének változtatásával állíthatjuk be a kívánt értékre.

Visszatérve a kapcsolási rajzhoz, az előbbieken kiemelt részáramköröket beilleszthetjük a kapcsolásba, összeállíthatjuk a teljes áramkört. A műveleti erősítők kimenetei ellenállásokból fel-



5. ábra



6.a ábra

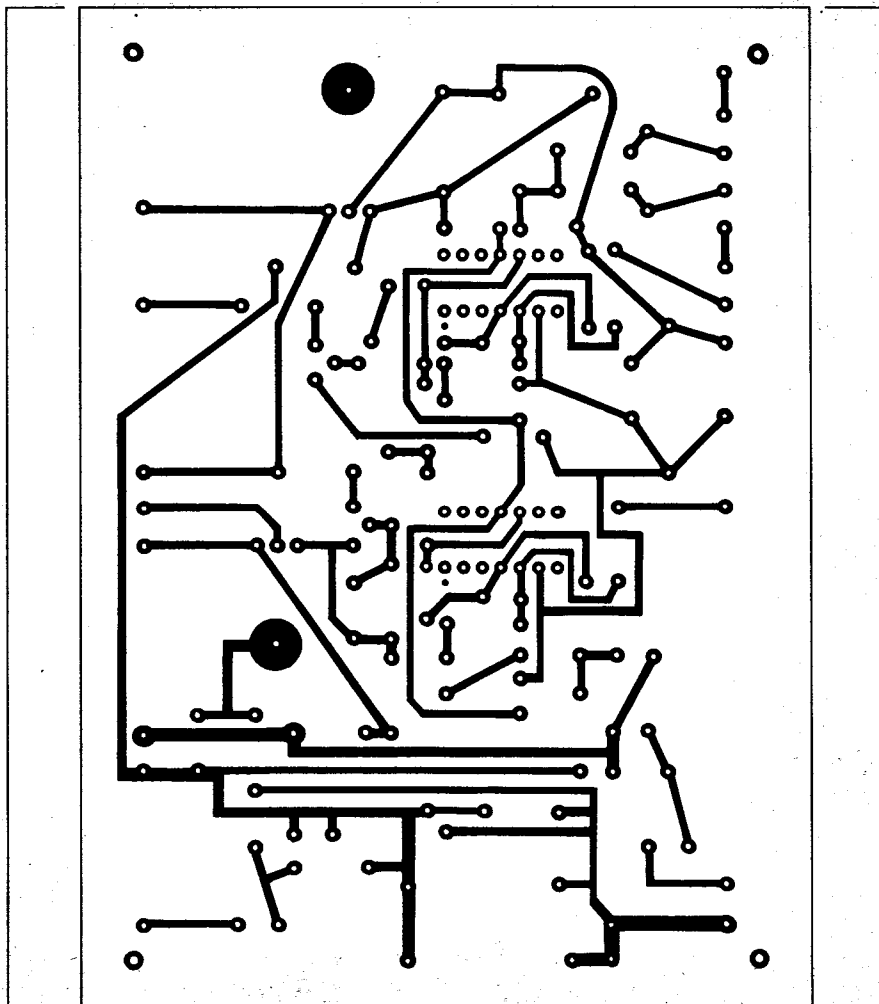
épített hálózaton keresztül vezérlik a Darlington-párt képező  $T_{201}$ - $T_3$  tranzisztort. A kimeneti feszültség mérésekor a  $K_{201}$  „V” állásában az  $R_{24}$ ,  $P_5$  elemekből felépített előtétellenálláson keresztül kapcsolódik az  $M_{201}$  alpműszer, a kimenetekre. Az előbbi kapcsolót „A” állásba helyezve, az  $R_{20}$  ellenálláson az  $I_k$  kimeneti áram által létrehozott feszültség kerül az  $R_{25}$ ,  $P_6$  elemekből felépített előtétellenálláson keresztül az alpműszerre. A rajzon megadott értékek  $100 \mu\text{A}$ -es alpműszerre vonatkoznak. A  $P_1$  illetve  $P_2$  potenciométerrel a műveleti erősítők bemeneti ofszetáramát állíthatjuk, ezzel tudjuk kompenzálni a  $P_{202}$  illetve  $P_{201}$  potenciométer nemkívánatos kezdeti ellenállásából eredő hibát. (Részletesen lásd a beállításoknál!)

### Elkészítés, bemérés

Az előzőekben részletesen elemeztük a kapcsolás működését, részletrajzokon mutattuk be az egyes fokozatok önálló és egymáshozható (tracking üzemmód) viselkedését. Az egyszerűnek tűnő alapelvekből aztán egy eléggé bonyolultnak látszó teljes elvi dokumentáció született.

A gyakorlati megvalósítás bemutatásánál hasonló részletességre törekszünk, amit a kapcsolódó dokumentációk (ábrák) viszonylag nagy száma is jellemez. Ugyanakkor a nem kötött áramköri egységek kivitelezésének módjait az olvasó a mindenkori lehetőségeihez igazíthatja. Ezekre a részekre mindig külön felhívjuk majd a figyelmet.

A vezérlőkártya nyáktervét a **6. ábra** mutatja. Már ezen a ponton is eltérünk kissé a megszokott ábrázolástól, ugyanis a **6.a rajzon** a klasszikus fóliáoldali nyáktervet, míg a **6.b rajzon** ugyanezt az alkatrészoldal felől láthatjuk. Tekintettel arra, hogy alapesetben is mindenből kettőt kell készíteni, kipróbáltuk és kipróbálásra ajánljuk a *PnP transzferfóliás* nyákkészítést. Ehhez viszont a nyákterv alkatrészoldali nézetére van szükség. Ezt a segítséget adjuk meg a kísérletező hajlamú utánépítőknél. A fólia megvásárlásakor kapott használati útmutató előírásait gondosan tartjuk be, bár annak néhány megfogalmazása félreérthető. A *Hobby Elektronika 1996/4. száma* is részletes leírást közöl a módszer alkalmazásáról, melynek útmutatásai alapján készültek el a mintakészülék fóliás



6.b ábra

lemezei. Amennyiben fénymásolóval dolgozunk, külön figyelmet fordítsunk „a fénymásolót a legsötétebb kép előállítására kell beállítani” utasítás pontos értelmezésére. (A használati utasítás valójában itt a legkontrasztosabb másolat előállítására gondol.) Ellenkező esetben a nyákon a hasznos vonalak mellett minden szürke árnyalatnak megfelelő mintázat is kirajzolódik.

A panel beültetési rajzát a **7. ábrán** láthatjuk. A csatlakozási pontok számozása megfelel az elvi rajz azonos számozású kivezetéseinek. Ezen helyekre ültessünk be szoros illesztésű forrasztótűskéket! Későbbi munkánkat megkönnyítendő filctollal írjuk a tűskék mellé pozíciószámukat! Az alkatrészek beültetési sorrendjére nézve az általános szabályok irányadók, kényes alkatrészek nincsenek. Egyedül a mérőműszerek előtét-ellenállásait ( $R_{25}$ ,  $P_6$ ,  $R_{24}$ ,  $P_5$ ) hagyjuk a végére, hiszen ezeket a mintakészülékben alkalma-

zottól eltérően, szinte tetszőleges, más érzékenységgel rendelkező Deprez-műszerre átmeretezhetjük. A segéd tápegység  $IC_3$  feszültségstabilizátorát, valamint a  $T_3$ -at egy-egy kisméretű hűtőlemezre szereljük. A beültetett vezérlőkártya már így önállóan is mérhető a későbbiekben leírt mérési utasítás szerint, csupán a külső csatlakozási egységeket, szerelvényeket kell a megszámozott forrasztótűskékhez forrasztanunk. Nem adunk technológiai útmutatást (nyákterv, beültetési rajz) a stabilizálatlan tápegységek kivitelezéséhez, mert ez az az áramköri részlet, amelynek gyakorlati megvalósítását mindenki a saját lehetőségeihez igazíthatja. Gondolunk itt elsősorban a speciális tekercselésű hálózati transzformátorra! Az elvi rajzot megfigyelve láthatjuk, hogy független tekercselést kell készítenünk a vezérlőkártya gyengeáramú táplálásához, valamint a teljesítményfokozat számára.

ján. Vegyük észre, hogy valamennyi érték – az általános szokástól eltérően – a teljes tápegység pozitív kimeneti pontjához képest mérendő. Jól működő áramkör esetében IC<sub>1</sub> és az IC<sub>2</sub> tápfeszültsége 6,8 V, míg a referenciafeszültség értéke D<sub>6</sub> katódján mérve 6,2 V.

Essék néhány szó ezen utóbbi alkatrészről. Célyszerű éppen a kellő stabilitás miatt itt ún. precíziós hőkompenzált referenciaelemet használni. Az 1N823 esetleges beszerzési nehézsége esetén felhasználhatjuk a HAM-bazárban is kapható LM329-es referenciaforrást is. Az IC részletes ismertetése a *Hobby Elektronika 2001/1. számában* olvasható. A referencia-IC stabilitása jobb, de legalábbis egyenértékű az 1N823-éval. Mivel az LM329 névleges feszültsége 6,9 V, szükséges lehet az R<sub>21</sub> és az R<sub>23</sub> értékeinek kismértékű módosítása. Szerényebb minőségi igények esetén egy ZPD6,2-es Z-diódával is működik a kapcsolás, de ezt tényleg csak a végső esetben tegyük be!

Amennyiben mindent rendben találtunk, következhet a tápegység beállítása.

*A kimeneti feszültség és az azt mérő műszer beállításának lépései:*

- állítsuk a P<sub>202</sub>-es potenciométer alaphelyzetbe,

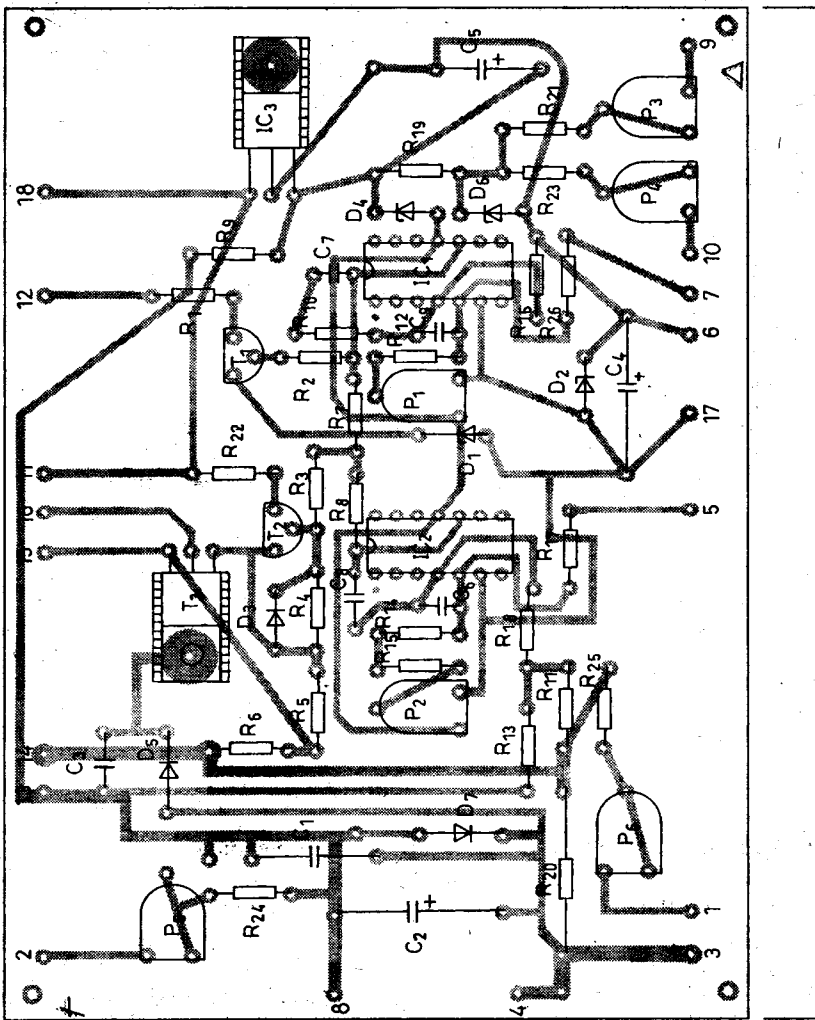
- a P<sub>1</sub> ofszet-potenciométer segítségével állítsunk be 10 mV-nál kisebb kimeneti feszültséget,

- állítsuk a P<sub>202</sub> potenciométer véghelyzetbe. A P<sub>3</sub> segítségével szabályozzuk be pontosan a kimeneti feszültség értékét 20,00 V-ra. Amennyiben ez a P<sub>3</sub> szélső helyzetének a közelében teljesül csak (pl. LM329-es referencia-IC esetén) módosítsunk az R<sub>21</sub> értékén.

Csatlakoztassuk a leendő  $\mu$ A-mérőt a 3 és a 2 ponthoz! A P<sub>5</sub> segítségével állítsuk be a maximális kitérést! Mint az előzőekben utaltunk rá, a mintakészülékben alkalmazott 100  $\mu$ A-es Deprez-műszer érzékenységéhez választottuk meg az R<sub>25</sub>, az R<sub>24</sub>, illetve a P<sub>5</sub> és a P<sub>6</sub> értékeit. Ettől eltérő műszer alkalmazása esetén ennél a pontnál állíthatjuk be a helyes alkatrészértékeket.

*A kimeneti áram és az árammérő beállításának lépései:*

- a kimenetet digitális ampermérőn keresztül zárjuk rövidre. Az ampermérő méréshatárát 1 A-nál nagyobbra válasszuk. D<sub>205</sub>-nek világítania kell a teljes bemérési eljárás alatt. Termé-



7. ábra

teljes bemérési eljárásához elegendő egy jó minőségű digitális multiméter. A vezérlőpanel egyedi beméréséhez a következő előkészítő munkákat végezzük el:

- a hűtőbordára szerelt T<sub>201(101)</sub>-es tranzisztort kábelezünk be a 14–16-os pontokhoz,

- az áramgenerátoros üzemmódot jelző LED-et forrasszuk a 11–12 pontok közé,

- az áram- és feszültség szabályozó potenciométereket kábelezük a megfelelő pontokhoz. (Ez utóbbi lehetőség szerint 10 fordulatú helikális típusú legyen!),

- vezeték segítségével kössük össze a 9–7, illetve a 6–3 pontokat,

- a stabilizálatlan tápegység panelt csatlakoztassuk a vezérlő panelhez.

A beállítás első lépéseként a segéd-tápegység megfelelő feszültségértékei ellenőrizzük a 2. ábra útmutatása alap-

Alapváltozatban a gyengeáramú szekunder 24 V/100 mA jellemzőkkel rendelkezzen, míg a teljesítményfokozat szekundere 25 ... 26 V/1 A-es legyen. Mindezeket csatornánként külön-külön kell elkészítenünk. Természetesen nincs akadálya különálló transzformátor alkalmazásának sem (pl. több, az előbbi jellemzőkkel rendelkező nyák-transzformátor, pl. az ún. „Puskás” trafók is megfelelnek). A transzformátorhoz csatlakozó egyenirányító- és szűrőegységet szintén egyénileg alakíthatjuk ki akár nyáklemezen, akár más szerelőpanelen. Az elkészült áramköri részeket célszerű még „bedobozolás” előtt funkcionálisan bemérni és beállítani.

A bemérés első lépéseként a stabilizálatlan tápegységre szét vizsgáljuk be. Mindkét pufferelelőn (pl. C<sub>201</sub> és C<sub>202</sub>) 30 V körüli egyenfeszültséget kell mérnünk. Mindjárt az elején megjegyezzük, hogy hibátlán utánépítés esetén a

szetesen az  $U_{K1}$  ne legyen nullára leszá-  
bályozva,

- a  $P_{201}$  potenciométert állítsuk  
alaphelyzetbe, majd a  $P_2$  ofszet-potenci-  
ométer segítségével szabályozzuk be  
10 mA-nél kisebb kimeneti áramot,

- a  $P_{201}$  szabályozót állítsuk végál-  
lásba és a  $P_4$  segítségével pontosan  
1,00 A-t állítsunk be,

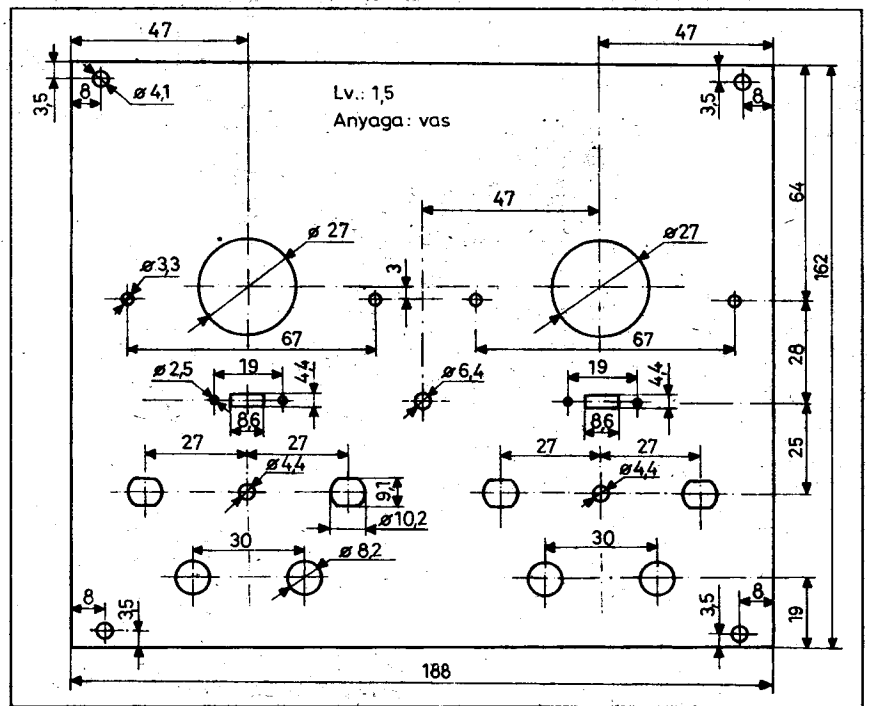
- csatlakoztassuk a leendő mA-  
mérőt az 1-es és a 3-as ponthoz. A  $P_6$   
segítségével állítsuk be az 1 A-hez tar-  
tozó maximális végkitérést! Amennyi-  
ben az előző pontban leírt okok miatt  
változtatásra van szükség, úgy itt az  
 $R_{25}$  és a  $P_6$  cseréje jöhet szóba.

Mivel kettős tápegységet készí-  
tünk, az eddigi mérési eljárásokat két  
készlet áramkörön kell elvégeznünk.  
Ha mindkét kártyát beállítottuk, követ-  
kezhet a követő (tracking) üzemmód  
kipróbálása. Ez már történhet a bedo-  
bozolás után is, ha olyan a konstrukci-  
ónk, hogy az előlapi kezelőszervek  
könnyen hozzáférhetők. Ezekhez a  
műveletekhez szükséges a saját mérő-  
műszerek, valamint a követő kapcsoló  
( $K_{302}$ ) és a  $P_{301}$ ,  $R_{301}$  alkatелеmek bekö-  
tése is. Az elvi rajz vezérlőkártyán kí-  
vüli részei pontos útmutatást adnak a  
helyes bekábelezéshez, de nincs akadá-  
lya külön kábelezési rajz készítésének  
sem. Fontos lehet a követő csatorna  
(SLAVE) kiválasztása, illetve felcím-  
kézése, mert ezen a panelen pl. a 9-7  
pont közötti rövidzárt meg kell szüntet-  
ni.

Ezen munkálatok elvégzése után a  
beállítás első lépéseként  $K_1$  kapcsolót  
helyezzük követő, a kijelző műszereket  
pedig voltmérő állásba. Mindkét csa-  
torna feszültség szabályozó potenco-  
méterét állítsuk a maximális kimenőfe-  
szültséget adó értékre. Ekkor a Master  
csatorna  $U_{K1}$  értéke pontosan 20 V lesz,  
az előzőek szerint.

A követő csatorna (SLAVE) kime-  
nőfeszültségét most a  $P_{301}$  segítségével  
állítsuk szintén 20 V-ra! Az alkatrészek  
esetleges értéktűrése miatt előfor-  
dulhat, hogy az  $R_{301}$  értékét a jelzett  
határok között változtatni kell.

A továbbiakban a MASTER csator-  
na potenciométerével szimmetrikusan  
változtathatjuk mindkét egység kime-  
neti feszültségét. Általánosságban el-  
mondhatjuk, hogy az egyes beállítási  
értékeket a trimmerpotenciométerek a  
középpálásuk környékén teljesítik. Et-  
től nagyon eltérő helyzetekben hibára  
gyanakodhatunk.



8. ábra

Végezetül végezzük el a következő  
oszilloszkópos ellenőrzést: az oszcil-  
loszkópot csatlakoztassuk a kimenetre  
és mérjük meg „DC” állásban az aktu-  
ális kimenőfeszültséget. A képernyőt  
figyelve kapcsoljuk ki a hálózati trafó  
primerkörét! A kimenőfeszültség nem  
növekedhet a kikapcsolás pillanatában.

### Konstrukciós kérdések, a készü- lék használata

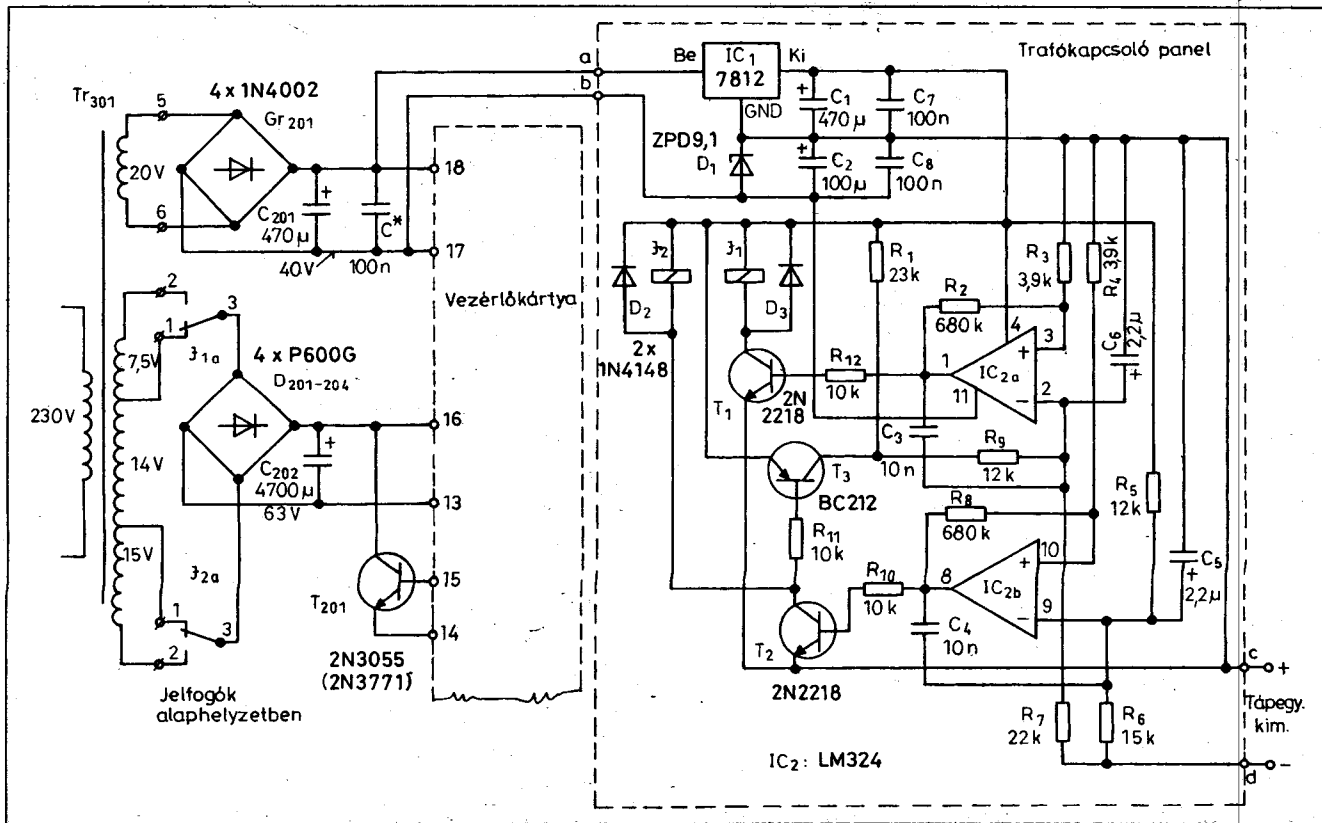
Ebben a tekintetben egységes receptet  
adni nem lehet, hiszen a hobbisták kö-  
rében még ma is napi gyakorlat, hogy  
adott, meglévő anyagokból építenek  
csodát. A mintakészülékek is egy-egy  
átalakított rack-vázra épültek. Fordít-  
sunk nagy gondot az előlap kialakításá-  
ra, mert ettől függ készülékünk kezel-  
hetősége, esztétikai megjelenése! Eh-  
hez adunk segítséget a 8. ábra előlap-  
tervének bemutatásával.

A két csatorna végtranzisztorát  
akár közös, akár külön-külön hűtőbor-  
dára szereljük, azt a dobozon kívül, a  
hátlapon helyezzük el. Tartsuk be a  
csillámszigeteléses szerelés szabályait  
(szilikonzsír, szigetelő gyűrűk stb.). A  
hűtőborda hőellenállása maximum  
1,2 K/W legyen! Korábban megemlí-  
tettük, hogy az elektronika kényes al-  
katrészeket nem tartalmaz, ennek elle-  
nére igyekezzünk jó minőségű trim-

merpotenciométereket beszerezni. A  
referenciaforrás cseréje esetén a teljes  
kalibrálási eljárást meg kell ismételni.  
A kimeneti szűrőegységet ( $C_1$ ,  $C_2$ ) ne  
módosítsuk, mert az gerjedéshez vezet-  
het! A  $D_7$  szerepét – úgy gondoljuk –  
mindenki felismeri; ide kiváltó típus-  
nak ún. gyors egyenirányítót (fast re-  
covery) vagy schottky-típust tegyünk.

Kettős tápegységünk rendelkezik  
mindazon szolgáltatásokkal, melyeket  
a bevezetőben említettünk. Használá-  
tával kapcsolatban itt is kiemelünk  
egy-két fontos tulajdonságát. A két  
független csatorna sorosan és párhuz-  
amosan is kapcsolható, természetesen  
kívülről mérőzsinórok segítségével.  
Jegyezzük azonban meg, hogy *párhuz-  
amosan kapcsolás esetén tilos a tracking üzemmódot bekapcsolni!*

Az „A” és a „B” csatorna párhuz-  
amos kapcsolásával a feszültség- és  
árambeállításokat az alábbi példán ke-  
resztül mutatjuk be. Tétélezzük fel,  
hogy 12 V-os feszültség mellett 1,2 A  
áramerősség a kívánt áramlimit. Az  
„A” csatorna kimeneti feszültségét kis-  
sége magasabbra, mondjuk 13 V-ra, míg  
áramkorlátját maximumra, azaz 1 A-re  
állítjuk. A „B” csatorna feszültségét  
pontosan 12 V-ra szabályozzuk. 1 A  
feletti terhelésnél az „A” csatorna  
áramgenerátoros üzemmódba kerül és  
a továbbiakban a túlterhelés szabályo-



9. ábra

zása a „B” csatorna áramszabályozójával történik, egészen 2 A értékig, 12 V névleges feszültség mellett.

A kapcsolás működési elvét ismerve benne rejlik képességeinek kiterjesztése is. A továbbiakban bemutatjuk ugyanennek az áramköri elrendezésnek a 30 V/3 A-es továbbfejlesztését a kapcsolódó dokumentációs anyaggal együtt.

### A 3 A-es változat

Az alapváltozat elméleti bemutatásánál (3. és 5. ábra) láttuk, hogy a kimeneti feszültség és a maximális terhelőáram csupán egy-két alkatrész értéktől függ. Ebből az következik, ha a vezérlőpanelen ezen alkatrészeket kicseréljük, elvileg készen is van az új jellemzőkkel bíró tápegységünk.

Bár az elvi megoldás így néz ki, de a dolog mégsem ilyen egyszerű. Hol van hát a probléma? Míg a 10 V-tal megnövelt kimeneti feszültséget a vezérlő elektronika ténylegesen egy-két alkatrész módosításával szolgáltatni képes, addig a nagy gond a háromszoros áramnövekedéssel van. A varázs szó ebben az esetben a *disszipáció*. Némi fejszámolással könnyen belátható,

hogy ezt a terhelést változatlan formában sem a hálózati transzformátor, sem a hozzákapcsolódó egyenirányító egység, sem a végtranzistor nem bírná ki. Magán az elektronikai alaplapon is főleg disszipációs okokból kell változtatnunk.

Problémáink megoldására az elektronikát hívjuk segítségül, bemutatván egy olyan konstrukciós elvet, amit a mai korszerű tápegységyszerkesztési modellnek tekint sok professzionális gyártó. Bizonyára sok olvasó tudja, hogy az ideális megoldás a kapcsolóüzemű tápegység lenne, de ennek ebben az esetben a ráfordítás (anyagköltség, tervezés, műszerezettség stb.), nem érné el a minimális gazdaságos szintet sem. És akkor még nem szólunk a kapcsolás nehezen kézben tartható bonyolultságáról, speciális alkatrészigényéről! Az alábbiakban ismertetett megoldással – meghagyva a soros áteresztő típusú tápegységek egyszerű elektronikáját – valamelyest utánozzuk a kapcsolóüzem kedvező disszipációs tulajdonságát. Tesszük ezt olyan formában, hogy az eredeti vezérlőpanelt érintetlenül hagyjuk, és egy kiegészítő áramkört illesztünk a rendszerhez. A megoldás további előnye, hogy tetsző-

leges típusú, már meglévő tápegységekre is alkalmazható.

Az áramkör elvi kapcsolási rajzát a kapcsolódási vonzatokkal a 9. ábra mutatja. A működés alapelve az, hogy egy trafókapcsoló panel (a továbbiakban TKP) a teljes tápegység kimenőfeszültségének függvényében mindig csak az éppen szükséges szekunder feszültséget kapcsolja az egyenirányító fokozatra. Így nem fordulhat elő az az eset, hogy a közel 50 V-os pufferfeszültségből pl. 5 V-ot „veszünk ki” 3 A terhelés mellett, s a teljesítményfokozatnak 135 W-ot kellene eldisszipálnia.

Maga a TKP egy segéd tápegységből, egy komparátor-együttesből, valamint relés kimeneti fokozatokból áll. A segéd tápegység már a főáramkörből ismert megoldású, s a 12 V-os referenciát, valamint az IC<sub>2</sub> +12 és -9 V-os tápfeszültségét állítja elő, továbbra is a pozitív kimenőponthoz képest. A nullkomparátorok bejövő jelét a 12 V-os referencia és a negatív kimenőpont közé kötött ellenálláshálózat osztáspontjai adják. Ezen osztó IC<sub>2a</sub>-hoz tartozó tagjai: R<sub>1</sub>, R<sub>9</sub>, R<sub>7</sub>. Ennek felső tagjával a T<sub>3</sub> kapcsolódik párhuzamosan, melyet viszont IC<sub>2b</sub> a T<sub>2</sub>-n keresztül vezé-



rel. Ezzel a megoldással egy újabb kapcsolási állapotot hozhatunk létre, megspórolva egy harmadik relés fokozatot.

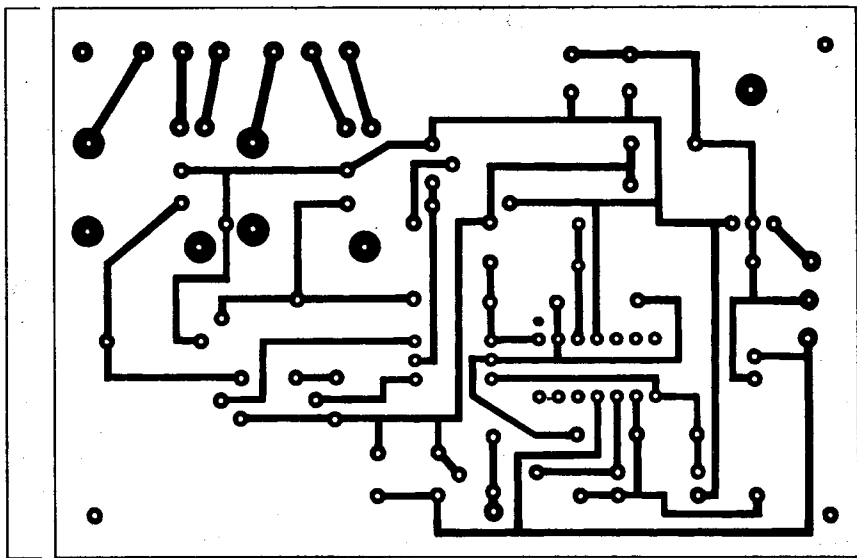
Még a nem túl bonyolult matematikát is mellőzve táblázatos formában összefoglaljuk a számítások eredményét, melyek az ábrán megadott alkatrészekkel értendők.

$U_{K1}$ [V]	$J_1$	$J_2$	Kapcsolt feszültség [V <sub>eff</sub> ]
0 ... 8	elenged	elenged	14
8 ... 15	meghúz	elenged	21,5
15 ... 22	elenged	meghúz	29
22 ... 30	meghúz	meghúz	36,5

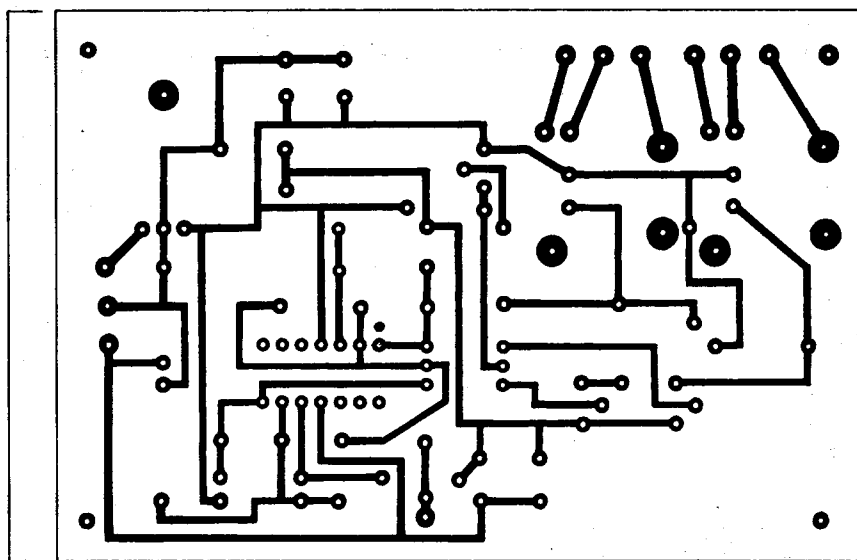
A működési elv megismerése után nincs akadálya ettől eltérő feszültséglépcsők kialakításának. A táblázat már tartalmazza azt a váltakozó feszültség értéket, amelyet a D<sub>201</sub> ... D<sub>204</sub> diódahíd kap. Ez már mutatja a szellemes disszipáció-csökkentés „rázóssabb” pontját: a speciális kialakítású transzformátort. Kétségtelenül szükséges némi gyakorlat a többtekeresű, leágazásos trafó elkészítéséhez, különösen nagy áramokra. De ez az „ára” az egyszerű és könnyen szerelhető elektronikának.

### Elkészítés, bemérés

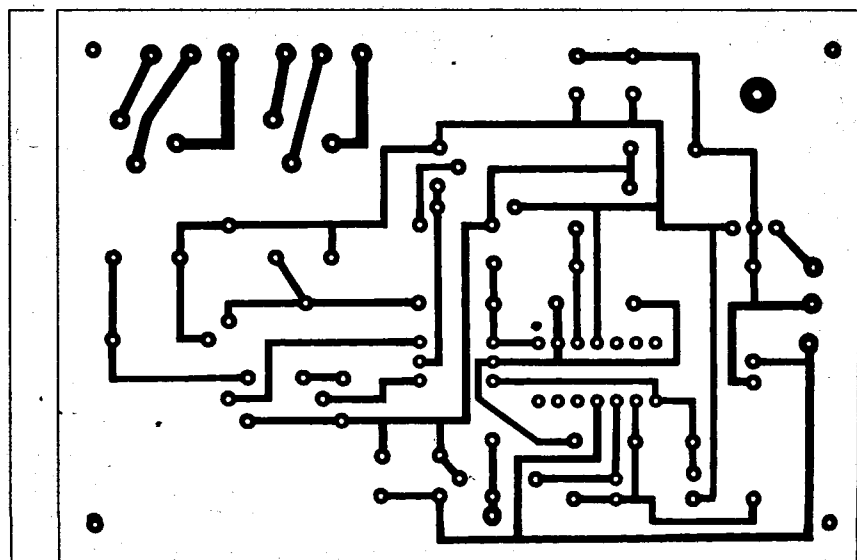
A TKP nyáktervét fóliaoldal felől nézve a **10.a ábra**, míg ugyanezt alkatrészoldalról a **10.b ábra** mutatja. Az utánépítés megkönnyítésére kétfajta jelfogótípushoz is mellékelünk nyáktervet. Az előbbi rajzon egy ún. autós teljesítményreléhez készült tervet láthatunk (típusa: Siemens V23133), míg a **11. ábra** egy japán típushoz ad kész receptet (TAKAMISAWA: VE12HSE). A beültetési rajzot ez utóbbi esetre a **12. ábrán** láthatjuk. A beültetés nem kritikus, de itt is ajánljuk az általános szabályok betartását. A be- és kimeneti pontokhoz nyákba ültethető sorkapocselemet használtunk a *d* pontot kivéve! Amennyiben az autórelés megoldást választjuk, úgy IC<sub>1</sub>-et az alapváltozatánál nagyobb hűtőfelületre szereljük a kb. 200 mA-es fogyasztás miatt! Külön felhívjuk a figyelmet a C<sub>5</sub> és a C<sub>6</sub> kondenzátorra. Ezekre a helyekre csak nem polarizált típust, esetleg bipoláris elektrolit kondenzátort használhatunk, mert



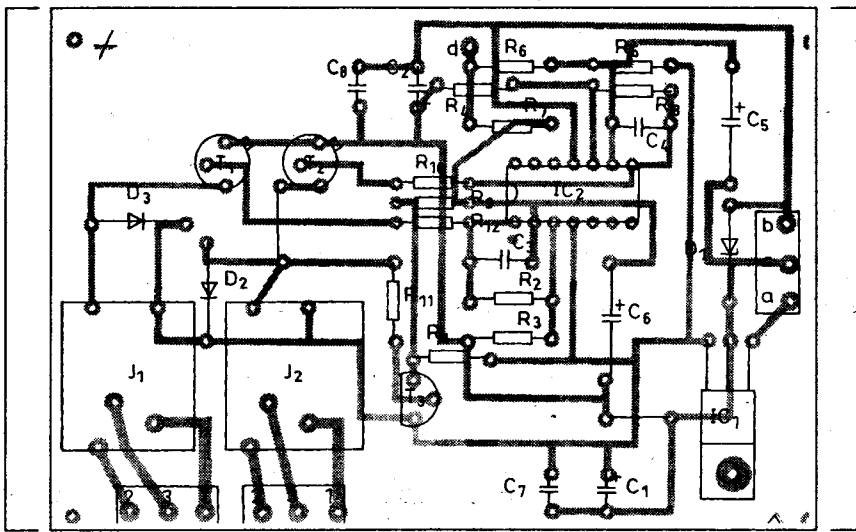
10.a ábra



10.b ábra



11. ábra



12. ábra

működés közben a rajtuk levő feszültség többször előjelet vált!

A TKP beméréséhez az óvatosabbak külön tápegységet kell használniuk, míg a „bátrabbak” (vagy inkább vakmerőbbek?) egyből elvégezhetik a 9. ábra szerinti teljes huzalozását. Mi az előbbit ajánljuk.

Adjunk az *a-b* pontra kb. 26... 28 V egyenfeszültséget, a *c-d* pontra kössünk 0... 30 V között szabályozható tápegységet, hiszen még a sajátunk nem működik. Változtatva a *c* és a *d* pont közötti feszültséget, a reléknek az előbbi táblázat szerint kell működniük.

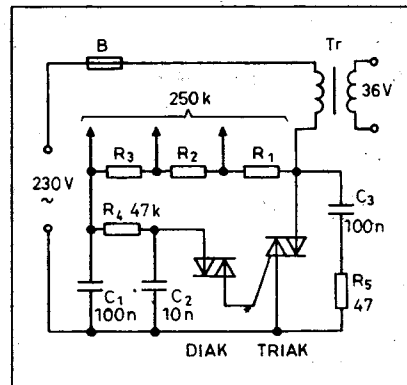
Ha mindent rendben találtunk, akkor igen odafigyelve kössük be a hálózati trafó erősáramú tekercselését! Az előző mérési eljárást megismételve, most a sorkapcsok 3-as pontjai között mérjünk váltakozó feszültséget, amelynek rendre szintén a táblázat szerint kell alakulnia.

Ezzel a segédpanel bemérésével elkészültünk. Nézzük, milyen változtatások szükségesek a vezérlőkártyán, hogy az új feszültség- és áramértékeket be tudjuk állítani! Amennyiben 6,2V-os referenciát használunk, akkor az 1. ábra szerinti  $R_{21} = 3,9 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{23} = 8,2 \text{ k}\Omega$  és  $P_3 = 1 \text{ k}\Omega$  értékű. 6,9 V-os referenciánál  $R_{21} = 3,3 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{23} = 4,7 \text{ k}\Omega$  lesz, a  $P_3$  pedig nem változik. Az  $R_{20}$  értéke  $0,18 \Omega/5 \text{ W}$  legyen. A  $T_3$  az 1 A-es változatánál kétszer nagyobb hűtőfelületet igényel. A  $C_2$  értéke  $220 \mu\text{F}/40 \text{ V}$ -ra módosul. A  $D_7$  helyére ajánljuk a BY399 vagy hasonló típust.

A panel kalibrálása az új határértékek értelemszerű figyelembevételével

teljesen megegyezik az alapváltozatával. A főáramkörön kívüli módosításokat szintén a 9. ábrán láthatjuk. Áteresztő tranzisztornak még mindig használhatjuk a 2N3055-t, de hűtőbordájának  $R_{th}$  értéke  $0,8 \text{ K/W}$  vagy jobb legyen! Az egyenirányító híd elemei más diódák is lehetnek, melyek legalább 6 A-es áramra képesek.

Természetesen, ezt a nagyáramú változatot megépíthetjük „sztereó” változatban is. Összekapcsolva a tracking üzemmóddal, csupán a transzformátor darabszáma, vagy még bonyolultabb kivitele keserítheti meg a tápegységkészítő életét. A trafókészítés, tervezés alapfogásaival folyóiratunkban többször is foglalkoztunk. Nem kevés terjedelmet szenteltünk írásainkban az *érintésvédelmi szerelési szabályoknak is, melyek betartására most különös gondallal ügyljünk!* (A legutóbbi ezzel foglalkozó sorozatunk a *Hobby*



13. ábra

*Elektronika 1998/8. számában kezdődött el. A tápegység hálózati feszültségen levő részeit az I. érintésvédelmi osztályú készülékekre vonatkozó előírások betartásával kell szerelni.)*

Végezetül azon kísérletező kedvű utánépítőknél, akik „megijedtek” a trafógyártás nehézségeitől vagy egyszerűen nincs rá lehetőségük, bemutattunk egy primerkori szabályozót (13. ábra). Az áramkör elemzése nem tárgya jelen közleményünknek, de mint látjuk, nem szükséges leágazásos trafó hozzá. A most tárgyalt TKP reléi a  $250 \text{ k}\Omega$ -os potenciometerért helyettesítő ellenállásokat kapcsolhatják előállítandó a különböző értékű szekunder feszültségeket. Természetesen ebben az esetben más jellegű problémákat kell leküzdenünk (hálózati zavarcsűrítés, kisfeszültségű zavarcsűrítés stb.). Ugyanakkor kísérletező kedvű utánépítőkről szövegtünk az imént, akik előtt nincs akadály.

Szándékunk szerint igyekeztünk minél több részletre kitérni e nagyszerű konstrukciónak, noha jól tudjuk, hogy egy ilyen jellegű ismertetést csak abbahagyni lehet, befejezni sosem. Készítése során számos háttérinformációra csak utaltunk, de úgy gondoljuk, megéri a befektetett munkát. *remélhetőleg működőképes készülékek használatához és az eredményes kísérletekhez sok sikert kívánunk!*



**Ferritmagos tekercsek,**  
ferritmagos transzformátorok,

**hálózati transzformátorok,**

**NF-tekercsek, csévetestek**

*hazai és import forrásból nagy választékban kaphatók!*

**TALI Bt.**

2600 Vác, Rádi u. 1-3.

☎ 06/27/501 220 Fax: 06/27/501 221  
E-mail: tali@mail.digital2002.hu

# Nyák-készítés PnP transzferfóliával

Dr. Eged Bertalan okl. villamosmérnök, Sagax Kft.

A kettős labortápegységről szóló cikkben a szerzők hivatkoztak erre a bizonyos transzferfóliára; a táp nyákterveinek a tükröképét is erre való tekintettel közölték. A PnP (Press and Peel = Nyomd és Hámozd) transzferfólia korszerű eszköz, amely egy eddig ismeretlen, új nyomtatott áramkörkészítési technológiát tesz lehetővé. Segítségével könnyen, gyorsan és tisztán készíthetünk egyszerűbb prototípus vagy hobbicélú nyomtatott áramköröket. Az ezzel készült nyomtatott lemezek persze nem vetekszenek a gyártók által készített lemezek minőségével, de sok esetben erre nincs is szükség.

## Az elv

Az eljárás a lézernyomtató működésén alapszik. A lézernyomtatóban van egy fényérzékeny bevonatú henger, amire a lézersugár "felrajzolja" a nyomtatni való inverzét. (A szerkesztő megjegyzése: a henger felületére a procedúra elején egyenletes eloszlásban elektromos töltést visznek fel, amelyet a lézerfény-sugara semlegesíthet. A palástfelület azon részei, ahol az ábra képe van, nem kapnak fényt, így a töltés ott megmarad. Újabban léteznek ún. LED-nyomtatók is: itt a töltésképet egy speciális LED-sor állítja elő a henger felületén. A témáról a *Rádiótechnika 2000/6. számának 266. oldalán* röviden írtunk.) Ez a henger találkozik a porfestékkel, és ott, ahol a lézersugár nem sütötte ki, „ráragad” a tonerpor. A fényérzékeny hengerről kerül át a por az ellentétes elektromos töltésű papírra, majd egy melegítő henger a műanyag alapú port beolvasztja a papírba, ami azt „beisz-sza”, maradandó nyomatot képezve. (Ugyanez az elve a hagyományos fény-másolóknak is, csak ott nem a lézersugár rajzol, hanem optika vetíti át a másó-

landó oldal képét a fényérzékeny hengerre. Újabban léteznek digitális másológépek is; ezek lényegében szkennerek kombinált lézernyomtatók. Előnyük – túl azon, hogy a fénymásolandó dokumentumot digitális formában is előállítják – az, hogy akárhány másolatot kívánunk készíteni, az eredetit csak egyszer kell szkennelni. Sok ilyen berendezés számítógéphez illeszthető, így szkennerként, nyomtatóként, sőt telefaxként is működhet. A szerk.)

A PnP fólia esetében az anyagból és annak speciális vegyi bevonatából következően a fényérzékeny hengerről a festékpóráragad a fóliára és a melegítő henger hatására megolvad ugyan, de nem ivódik be a felületébe. Amikor a fóliát ráfektetjük a megtisztított rézlemezre (nyáklapra), majd újra felmelegítjük a vasalóval, a műanyag alapú festékpóráragad újra megolvad és átragad a réz felületre. Ez képezi azután a maratásálló bevonatot. Miután óvatosan lehúzzuk a transzferfóliát, a rézlemez (nyáklapot) már dobhatjuk is a vasklorid, a hidrogénperoxid-sósav, esetleg egyéb maratófürdőbe (lásd: *Hobby Elektronika 2001/5-170.*). A leírtakból következően csak lézernyomtató vagy fénymásoló használható a rajzolat felvitelére!

## A PnP-technológia

A *PnP-Blue* transzfer fólia speciális bevonata lehetővé teszi a lézernyomtatóval vagy fénymásolóval készült nyákraszolatok rézfóliás lemezre vitelet és nyomtatott áramkörök egyszerű, gyors elkészítését.

A technológiai sorrend a következő:

1. Alaposan tisztítsuk meg a rézfóliás lemez felületét nedves súrolószerrel vagy más csiszolóanyaggal! Ezzel

eltávolítjuk a felületről az oxidációt és a zsírfoltokat. Vannak, akik egy 30 másodperces maratófürdővel tisztítják meg a lemezt és teszik még alkalmasabbá a felületet a transzferre. Ez utóbbi esetben a fürdőből kiemelt lemezt alaposan öblítsük le folyóvízben és szárítsuk meg!

2. A PnP fólia csak a közönséges papírra másoló fénymásolókkal és lézernyomtatókkal használható! Minden rajzoló- és CAD-program alkalmas a mintázat megrajzolására, amelyből lehet nyomtatni. A *Rádiótechnikákban*, a *Hobby Elektronikákban*, a *Rádiótechnika Évkönyveiben* és a külföldi elektronikai folyóiratokban található, illetve mátrixnyomtatóval készült nyákraszolatok fénymásolóval vihetők át a transzferfóliára. A nyomtatót vagy a fénymásolót a lehető legnagyobb kontrasztra kell beállítani, úgy hogy a rézfóliamentes helyeken ne keletkezzen festéknyom!

3. Az áramkör rajzolatát úgy kell kinyomtatni, hogy a vezetőfólia legyen fekete, máshol pedig fehér. Győződjünk meg arról, hogy a kinyomtatott mintázat olyan, mintha az egyoldalas layout-ot az alkatrészoldal felől látnánk! Ez a papíron tükrözött nyomtatást jelent. Ha kétoldalas lemezt készítünk, akkor értelemszerűen járjunk el, hogy a mintázat helyesen kerüljön a lemezre. A képnek az emulzióval bevonott (matt) oldalra kell kerülnie!

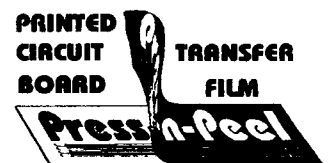
4. Helyezzük a PnP fóliát a printerbe vagy a fénymásolóba a nyomtatás vagy a másolat elkészítéséhez úgy, mintha hagyományos papírra dolgoznánk! A legtöbb gépben az a legjobb, ha egyszerre csak egy lapot teszünk be.

5. Vágjuk ki a mintázatot úgy, hogy legalább 5 mm-es szegélyt hagyjunk a mintázat és a fólia széle között. Vegyük elő a megtisztított rézfóliás lemezt és egy háztartási vasalót. A vasalón beál-



1085 Budapest, József krt. 75.

Telefon: 317-6097 FAX: 317-6143 Nyitva: 10.00-14.00  
Protel, Workbench, Ivex, Optotek, Hyperception programok,  
EDA CD program gyűjtemény, PnP vasalható NYÁK fólia  
<http://www.sagax.hu>



lítandó hőmérséklet attól függ, hogy milyen tonert használtunk a printerben vagy a másolóban. Először kezdhetjük alacsonyabb értékkel. A legtöbb esetben 200 ... 225 °C megfelelő.

6. Fektessük a PnP fóliát mintázattal lefelé a rézfóliás lemezre; a kép kerüljön érintkezésbe a rézfelülettel! Helyezzük a lemezt a filmmel felfelé egy bakelitlemezzre vagy más hőszigetelő anyagra. A felmelegített háztartási vasalóval melegítsük át óvatosan a fóliát.

Először a szélekre koncentráljunk, amíg meg nem tapadnak. Folytassuk a melegítést óvatos, körkörös mozdulatokkal, amíg a teljes fólia meg nem tapad! Általában 45 ...100 másodperc elegendő. Nagyobb felületű lemezhez több időre van szükség.

7. A rajzolat jól kivehetően látszani fog a PnP fólia másik oldalán is. Ellenőrizzük, hogy mindenhol megfelelően felmelegítettük, és a rajzolat jól látszik-e!

8. A kihűlés után óvatosan húzzuk le a fóliát a lemezről valamelyik saroknál kezdve! A hibás vonalak maratásá-ló festékekkel javíthatók.

9. A kész lemezt marassuk ki. A marató anyag vasklorid vagy ammóniás sósav is lehet, amit a gyártó előírásainak megfelelően készítünk el. Maratás után távolítsuk el a mintázatról a rezisztet súrolással vagy csiszolással. Alaposan mossuk meg a lemezt, amely szárítás után kész a fűrésra és beültetésre!

### Gyakorlati tapasztalatok

Nem biztos, hogy a nyomtatott áramkör elsőre sikerülni fog! A kifogástalan eredményhez kell egy kis gyakorlat.

- A technológia gondos munka mellett lehetővé teszi egy vezetősáv elvitelét két normál IC-láb – célszerűen lóversenypálya alakú forrasztószeme – között. Ennél finomabb rajzollal is lehet próbálkozni, de az eredmény nem garantált.

- A túlságosan meleg vasaló már a hordozófóliát is megolvasztja. Az előírt 200 ... 225 °C a legtöbb vasalón a szabályozógomb középállásának a környékén van. (Akinek van rá lehetősége, mérje meg a vasaló talpának hőmérsékletét, ügyelve a tapintóhőmérő és a talp közötti jó hőátadásra!)

- Mivel a vasalók talpa egy kicsit domború, alaposan mozgatni kell, hogy valóban mindenhol átmelegítsük és megolvasszuk a tonerréteget!

- Érdemes a rajzolat szélén a panel méreteit jelölő kereszteket hagyni. Vasalás közben időnként óvatosan emelgessük a sarkot csipesszel: ha már átragadt a lemezre jó, ha még nem engedi, tovább kell vasalni, esetleg egy kicsit emelni a hőmérsékletet.

- Fektessünk egy tiszta papírt a PnP fóliára és azon keresztül vasaljunk, így jobban csúszik a vasaló!

- Csak annyi fóliát használjunk el, amennyi szükséges. A rajzolatot nyomtassuk ki papírra. Vágjuk ki a szükséges méretű fóliát. Az első élénél ragasszuk hőálló – lézerprinterbe helyezhető, postai címek nyomtatására használt címkével – a papírra az eredeti rajzolat fölé és nyomtassunk rá még egyszer!

- Ha csak tintasugaras printerünk van, akkor nyomtassunk fehér papírra és ezt másoljuk le fénymásolóval.

- Csak a kifogástalan állapotú, jól beállított, kontrasztos nyomtató, illetve másoló ad jó eredményt!

*Jó munkát kívánunk!*

## HQ & NEDIS Kft. - Elektronikai alkatrészek és kiegészítők áruháza

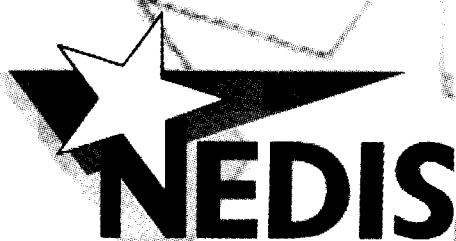
**Minden, ami az elektronikai áramkörépítéshez és javításhoz szükséges!**

Cím :1191 Budapest, Corvin krt. 7-13

Nyitva tartás : Hétköznapokon 8:30 - 17:00 Tel. : 282-9880 Fax : 282-9589

E-mail : [nedis01@mail.datanet.hu](mailto:nedis01@mail.datanet.hu) Honlap : <http://www.hqnedis.hu>

**HQ & NEDIS Kft. a KÖNIG termékek hivatalos magyarországi képviselője.**



**NEDIS**

**Keresse a KÖNIG termékeket a HQ & NEDIS Kft. kínálatában!**

**KÖNIG  
ELECTRONIC**

**Alapfilozófiánk: ügyfeleink minden igényt kielégítő kiszolgálása, melyet az alábbi termékesoportok területén igyekszünk biztosítani:**

*Általános elektronikai alkatrészek (aktív és passzív komponensek) és az ezekhez tartozó kiegészítők, szerszámok és szerelési anyagok*  
*Háztartási gépek és készülékek alkatrészei, kiegészítői és szerelési anyagai*  
*Távírányítók szórakoztató elektronikai készülékekhez*  
*Széles kínálat különféle elektronikai kiegészítők területén*

# Muzeális vevőkészülékek szakszerű restaurálása 4.

## Váltóáramú hálózati luxusvevők

Simoncsics László okl. villamosmérnök, simoncsics@freemail.hu

*A sorozatnak ebben a részében azokkal a készülékekkel kívánok foglalkozni, amelyekbe – az igényesebb és pénzesebb vevőkört megcélözva – beépítették a szórakoztató elektronika fejlesztésének legújabb eredményeit. A cikket elsősorban gyakorlottabb és megfelelő műszerekkel rendelkező restaurátoroknak ajánlom.*

### Bevezetés

Az ismertetett, 1936 és 1956 közötti időszak készülékeinek fejlesztésénél és gyártásánál kétféle irányzat figyelhető meg. Az egyik az olcsó, egyszerű készülékek nagysorozatú előállítására. Ezek voltak a 2+1-es egyenes vevők és a típuszuperek, amelyekről a sorozat előző részeiben már írtam. A másik a luxusvevők, a csúczzuperek piacra hozása, amelyekből ugyan lényegesen kevesebbet lehetett eladni, de mindig volt egy tehetősebb réteg, amelyik hajlandó volt megfizetni az extra szolgáltatásokat.

A világháború előtt öt rádiógyárunk fejlesztői fáradoztak azon, hogy olyan áramköri megoldásokat dolgozzanak ki, amelyekkel a vételt tökéletesíteni lehet és a többiekétől a pénzesebb vevőket el lehet csábítani. Mint látni fogjuk, ezeknek a megoldásoknak csak egy része volt időtálló, nagy részük később feledésbe merült, de a restaurálás során ezeket ismernünk kell. Amennyiben sikerült beszerezniük és rendbe hoznunk egy ilyen készüléket, az a környezetünknek is örömet okoz, mert a nagyméretű hangszórók és a fadóbozók, a többnyire alkalmazott negatív visszacsatolás és a sávszélesség szabályozás még az AM adók vételénél is megfelelő hangszínezetet biztosít. Nem beszélve a készülékek impozáns megjelenéséről, amely stílusban jól illik egy hagyományos bútortatú lakás kéréhez.

Egy ilyen nagyszuper restaurálását csak azoknak ajánlom, akik kellő elméleti felkészültséggel és gyakorlati tapasztalatokkal rendelkeznek, bár a res-

taurálás alapvető szabályai, amelyek az előző részekben voltak olvashatók, ezekre a készülékekre is érvényesek. A beszerzéshez vastagabb pénztárcával érdemes a használtcikk piacokra elindulni, bár az ötvenes évek néhány nagyobb készülékét viszonylag olcsón meg lehet vásárolni. Ne elégedjünk meg avval, hogy a készülék megszólal, és a helyi adót veszi, kísérreljük meg a készülék összes szolgáltatását helyreállítani, bármennyi idő ráfordítását igényli, mert csak így tudjuk munkánk gyümölcsét maradéktalanul élvezni.

A részletes ismertetésbe természetesen nem csak csúczzuperek kerültek, hanem azok a típuszupereknél valamivel nagyobb készülékek is, amelyek valamilyen érdekes megoldást tartalmaznak, és a cikk írása idején rendelkezésemre álltak.

A jobb áttekinthetőség kedvéért a szükséges műszerek és a mérések leírása, valamint az áramköri megoldások ismertetése a függelékbe került, ennek ellenére ezek tanulmányozása a készülékek helyreállításához feltétlen szükséges.

### Történeti áttekintés

A csúczzuperek története nem különbözik a normál szuperkészülékek fejlődésének történetétől, amelyről az előző részben írtam. Az 1933 előtti időszakban nem is beszélhetünk „luxusszuperéről”, mert – néhány nem igazán jól sikerült reflex kapcsolás kivételével – minden készülék 6–8 csöves és nagyon drága volt, ezért eleve luxusnak számított.

A korszerű szuperkészülékek konstrukciója az 1933–34-es években alakult ki. Ekkor jelentek meg a több-rácsos keverőcsövek, az addig alkalmazott audion (vagy anódkönyök) egyenirányítást felváltották a diódás demodulátorok, amelyek lehetővé tették az automatikus erősítés szabályozást vagy „fadingkiegyenlítést”. 1937-től a gyártók a nagyteljesítményű, nagymeredekségű végerősítő csöveket

(AL 4, AL 5) alkalmazták, a készülékek többsége már dinamikus hangszóróval készült, előtérbe került a tökéletes „zenei” hangvisszaadás (mai kifejezéssel Hi-Fi). Ezért alkalmazták a konstruktőrök a negatív visszacsatolást, a dinamika expandert és a sávszélesség szabályozást. Ekkortól beszélhetünk a mai értelemben vett luxus- vagy csúczzuperekről. A stabil rövidhullámú vétel már a kisebb készülékek-nél is lehetséges volt, de a rövidhullámú adók szaporodása miatt a '40-es évek elején a kényelmes állomáskeresést szolgálták a sávnyújtás különféle megoldásai.

Az új színüvegcsövek elterjedése a háború utáni évekre tehető. A préseltüveg aljzatú csövek (ebből a szempontból ide kell sorolnunk a német acélcsöveket is) kiszorították a korábbi lapítással készültet. A bakelit csőfej elhagyása, a rövidebb elektroda kivezetések, a méretek csökkentése, mind a nagyfrekvenciás viselkedést javították. Ezért 1945 után a csúczzupereknek is új konstrukciói jelentek meg.

### Luxusszuperek 1936 és 1945 között

Ebben az időszakban lépett fel a legnagyobb igény a különleges készülékek iránt, mert egy nagyobb készülék mai kifejezéssel „státuszszimbólum” volt, de a tehetősebb művészek és zenekedvelők is szívesen vásároltak lemezjátszóval egybeépített, széphangú vevőket. A második világháború első éveiben a háborús konjunktúra is elősegítette a drágább készülékek forgalmát. Így került hozzánk sok német készülék, amelyet a gyárak a szűkös anyagellátás miatt kizárólag exportra gyártottak. A Siemens 1942-től gyártott készülékeket Magyarországon, ezek között 1944-ig minden évben volt egy nagyszuper is. Az **1. táblázatban** összefoglaltam a rádiógyáraink csúczzupereinek főbb adatait.

A táblázatban található rövidítések és kifejezések magyarázata. A *Típus*

1. táblázat. Az 1936 és 1945 között gyártott csúcscsúperek áttekintése

Év- szám	Típus	Elő- cső	RH sávnyújtás	Hang- körsz.	Sávszélesség- szabályozás	Aut. éles- hangolás	Hangolás- jelző	Végerősítő	Egyéb
1937	St. Imperátor	AF 3		3 + 6	van		izzólámpa	AL 4	
	Ph. Ultra Super	AF 3		3 + 5	van		VT 2	AL 4	
	TFK 437			2 + 4			műszer	AL 4	
	Orion 55			2 + 4			6 E 5	2 × AL 4 pp.	7 W-os hangszóró
1938	St. Grandszuper	AF 3		3 + 4			izzólámpa	AL 5	dinamikaexpander
	Ph. Regent			3 + 6	folyamatos		VT 8	AL 5	negatív visszacsatolás
	TFK 538			3 + 4	foly. + hangszín		ME 4	AL 5	két hangszóró
	Orion 99		2 RH sáv	3 + 4		AF 7 + AB 2	ME 4	AL 5	
1939	St. Szuper szuper	EF 8	speciális	4 + 5	foly. + hangszín	EF 6 + EB 4	EM 1	EL 6	fénymutató
	Ph. 81 V			3 + 4	van		EM 1	2 × EL 3 párh.	3 diódás AVC
	TFK 539	EF 8		3 + 4	kapcs. bem.		EM 1	EL 6	beszéd-zene
	Orion 999	EF 8		3 + 4	van	EF 6 + EB 4	EM 1	EL 6	
1940	St. Automata szup.	EF 8		3 + 4	folyamatos	EF 6 + EB 4	EM 4	EL 6	
	Ph. 82 VR	EF 8		3 + 4	folyamatos		EFM 1	EBL 1	frekv. függő negatív visszacsatolás
	TFK 540			3 + 4	folyamatos		EM 4	EL 6	nyomógomb
	Orion 099	EF 8		3 + 4	van	EF 6 + EB 4	EM 4	EL 6	
1941	St. Nagyszuper	EF 8	speciális	3 + 4	fokozatos	EF 6 + EB 4	EM 4	EL 6	nyomógomb
	Ph. 83 VR			3 + 4	fokozatos		EM 4	2 × EBL 1 pp.	
	TFK 541 VL	EF 8		3 + 4			EM 4	EL 6	nyomógomb
	Orion 177 (A)	EF 8	4 RH sáv	3 + 4	fokozatos		EM 4	EBL 1	(A) nyomógomb
1942	St. Csúcscsúper		2 × transzp.	3 + 4	automatikus		EM 4	EL 6	
	Ph. 850 VR		2 RH sáv	3 + 4	fokozatos		EM 4	2 × EBL 1 pp.	
	Siemens 542 V	EF 8		3 + 4	hszín + szab.		EM 4	EL 6	neg. v. cs. beszéd-zene
	Orion 288	EF 8	7 RH sáv	3 + 4	3 fok. nyomógomb		EM 4	2 × EBL 1 pp.	revolver rendsz. hullámváltó
1943	St. 4356		2 × transzp.	3 + 4	automatikus		EM 4	EL 6	
	Ph. 96 A			3 + 4	3 fokozat		EM 4	2 × EBL 1 pp.	
	Siemens 543 V		5 RH sáv	3 + 4	fokozatkapcs.		EM 4	EL 6	2 hálózati transzformátor
	Orion 366		különleges	3 + 4	fokozatkapcs. + hangszínszabályzó		EM 4	EL 3	
1942	Német export-készülék Siemens 15 W	EF 13	3 RH sáv	3 + 4	folyamatos + hangszínszabályzó		EM 11	EL 12	külön gerj. din. magassugárzó

oszlopban St. a Standard, a Ph. a Philips, a TFK a Telefunken rövidítése. Az érzékenység növelésére gyakran alkalmaztak nagyfrekvenciás elerősítő fokozatot, ezt jelzi a csőtípus megadásával az *Előcső* oszlop. Az *RH sávnyújtás* feliratú oszlop megadja a rövidhullámú sávnyújtás módját és azt, hogy hány rövidhullámú sáv kapcsolható. A sávnyújtás különleges megoldásait a szövegben ismertetem. A *Hang. körsz.*

oszlop a hangolt körök számát jelenti, az első szám a modulátor és az oszcillátor együtt, a második a KF rezgőkörök számát adja meg. A kétszeres transzponálású készülékeknel rövid hullámon további két hangolt kör járul. A *Sávszélesség-szabályozás* megoldását és a hangszínszabályozással való kapcsolatát adja meg a következő oszlop. Az *Automatikus „éleshangolás”* kérdésével részletesen foglalkozom a

szövegben, a táblázat csak a felhasznált csöveket tartalmazza. A *hangolásijelzés* megoldását és a varázsszem vagy ködfénylámpa típusát adja meg a következő oszlop. Mivel a zenei hangvisszaadás szempontjából fontos a végerősítőcső típusa, és annak ellenütemű (pp.), párhuzamos (párh.) vagy sima A osztályú működtetése, ezt adja meg a *Végerősítő* feliratú oszlop. Az *Egyéb* kényelmi és a hangzást javító

megoldásokat az utolsó oszlopban találjuk. A táblázatban – összehasonlítás kedvéért – az utolsó sorban egyetlen külföldi készülék található, a részletes ismertetésben is szereplő Siemens 15 W.

### *Luxusszuperek 1945 és 1956 között*

A világháború után már csak az Orion gyártott csúcscsupereket, így táblázatot ezekről nem készítettem. A Standard ugyan még 1948-ban kihozott egy kétszeres transzponálású készüléket 4455 A típusjelzéssel, de ez a 4455-ös szupernek volt a színüvegcsöves változata [1]. (Figyelem! A Kádár könyvekben a 4444 és a 4455 kapcsolási rajzai fel vannak cserélve.) Természetesen az Orion is főleg a kisebb készülékeket gyártotta, de közben kihozta a háború alatt fejlesztett sikeres nagyszuperek új típuszámmal ellátott változatait. Ilyenek voltak a 366–566 sorozat 766-os és a 288–488 sorozat 888-as jelzésű készüléke.

Mivel a készülékek többségének részletes ismertetése megtalálható a Rádiótechnika 1952 és 1956 közötti számaiban, ezért csak a főbb közös jellemzőket foglalom össze.

A hálózati készülékek már kizárólag préseltüveg aljzatú színüveg csövekkel („21-es” sorozat) készültek. Az első rimlock csöves vevő a 221 (1950), miniatűr csöves a 332 (1951) típusjelzésű volt. Mivel ezeknek a csöveknek a felhasználása nem jelentett semmiféle előnyt, a gyár a novál csövek megjelenéséig (1956) a csúcscsuperek fejlesztésénél megmaradt a „21-es” sorozat alkalmazása mellett. A szűk típusválaszték meghatározta a készülékek felépítését: a 881–883, 820 A sorozatnál az EF 22 nagyfrekvenciás előerősítő, ECH 21 keverőcső, EF22 (vagy ECH 21 hexóda része) KF erősítő, ECH 21 hangfrekvenciás erősítő és fázisfordító, 2 × EBL 21 ellenütemű végerősítő került felhasználásra. Leginkább a fázisfordítás megoldásánál tűnik ki, hogy a konstruktőröknek mennyire hiányzott ebből a színüvegcső sorozatból a kettőstrióda.

Mivel a nagy készülékeknek általánossá vált a két hangszóró használata, ezért a skála elhelyezésén is változtatni kellett. Így jött létre 1951 és 1952-ben – az Orion készülékekre jellemző – függőleges osztottskálás elrendezés, ahol a skálaüvegek a hangszórók előtt helyezkednek el. A hullámváltó állását

a megfelelő skála évilágításának bekapcsolása is mutatta. A sorozat utolsó tagjánál (820 A) azután a doboz méretének növelése mellett visszatértek a vízszintes skálaelrendezésre.

A korszak készülékeinek legnagyobb erénye a „revolver” rendszerű (más elnevezéssel dobtárcsás) hullámváltó volt, amelynek alkalmazása tette lehetővé, hogy ezek a vevők még ötven év után is kifogástalanul működnek. Az 1956 után divatba jött nyomógombok („zongorabillentyűk”) eredményezték a későbbi készülékek rövid élettartamát, illetve a gyakori karbantartás szükségességét. A „revolver” rendszerű hullámváltóknak két változata terjedt el. Az egyiknél egy kör alakú bakelit lap egyik oldalán helyezkednek el a tekercsek, a trimmer-, a padding- és a sávnyújtó kondenzátorok, a másik oldalon az érintkezők. Ezekhez nyomódnak hozzá az álló rugós érintkezők. A kör alakú lemez egy tengely körül elfordul, és a rugók mindig a venni kívánt sáv tekercseinek érintkezőihez nyomódnak. A másik rendszernél minden sáv tekercsei és kondenzátorai külön szigetelő lemezre vannak felszerelve, amely lemeznek az oldalán vannak az érintkezők. Ezekhez nyomódnak érintőlegesen a leszedő rúgók. Ezen hullámváltó rendszerek, amelyek a katonai készülékekből kerültek át a szórakoztató elektronikába, előnye a nagy megbízhatóság, mivel öntisztítók, a könnyű szervizelés, mert a tekercsszerelvényeket egyszerűen lehet cserélni.

### **Csúcscsuperekben alkalmazott megoldások**

Makai István foglalja össze már az előző részekben is idézett művében [2] azokat az áramköri megoldásokat, amelyeket a vétel javítására és a kezelés megkönnyítésére a superkészülékekben alkalmaztak. De ismertetésük néhány, a háború után megjelent – tankönyvként használható – műben is megtalálható [3, 4, 5, 6]. A „segédkapcsolásoknak” vagy „kiegészítő kapcsolásoknak” nevezett áramköri egységekre, amelyek a típuszuperekben is megtalálhatók, pl. automatikus erősítés szabályozás (rövidítve AHSz vagy AVC), hangszínszabályozás, lemezjátszó bemenet, hullámváltó, itt nem térek ki.

*Hangolászjelző:* Működése áramvagy feszültségmérésre vezethető vissza, és az automatikus erősítés sza-

bályozással kapcsolatos, ezért csak az 1933 utáni készülékekben található hangolászjelző. A varázsszemnek nevezett csövek előtt a műszeres, izzólámpás és a ködfénylámpás hangolászjelzőket alkalmazták.

A műszeres hangolászjelző esetében valamelyik az erősítésszabályozásba bevont változó meredekségű cső – celszerűen a KF-erősítő – anódkörébe helyeznek el egy milliampér mérőt. Állomás mellé hangolva a műszer maximális kitérést mutat. Amennyiben állomásra hangolunk, a negatív szabályzó feszültség csökkenti a cső anódáramát, vagyis pontos hangolás esetén minimumot mutat. Műszeres hangolászjelzővel néhány 1934 és 37 között gyártott készüléknél találkozhatunk. Ez a megoldás drága volt és nem volt elég érzékeny.

Olcsóbb, de ugyancsak nem elég érzékeny az izzólámpás hangolászjelző. A váltóárammal táplált égővel egy zárt vasmagos fojtótekercs van párhuzamosan kapcsolva, amelynek előmágnesezés nélkül nagy a váltóáramú impedanciája, előmágnesezve viszont csökken. Egy trióda segítségével, amelynek anódkörében van az előmágnesező tekercs, a telítés körüli tartományban vezéreljük az előmágnesező áramot az AVC-feszültséggel. Nagyobb negatív feszültségnél kisebb áram folyik, így kisebb az előmágnesezés, állomásra hangolva tehát az izzó jobban világít. Izzólámpás hangolászjelzőt néhány nagy Standard készülékben találunk.

A Vatea cég szállította azokat a VT 2, illetve VT 8 típusú ködfénylámpákat, amelyeket a Philips gyár a készülékeiben hangolászjelzőként alkalmazott. Ezek gyújtóelektródával ellátott csövek voltak, amelyeknél a hosszú katódcszálat körülvevő fénypamacs hossza az anódra kapcsolt feszültségtől függ. A KF-cső anódkörében elhelyezkedő ellenállás miatt annak anódfeszültsége kisebb lesz, ha állomás mellé hangolunk, tehát rövidebb a fénypamacs, nagyobb negatív AVC-feszültség esetén az áram csökken, az anódfeszültség, ezzel a fénypamacs hossza is nő. A megoldás hátránya a ködfénylámpák rövid élettartama volt. A Philips készülékek mellett néhány Standard készülékben is találunk ilyen hangolászjelzőt.

Varázsszemet az Orion alkalmazott a hazai gyárak közül elsőként 1937-ben, az amerikai 6E5 típust az 55-ös jelzésű készülékében. A következő év-

ben már a Tungstram szállította a 4 V fűtésű ME 4, majd a 6,3 V-os EM 1 csöveket. Az EM 4 kettős érzékenysé-  
gű varázsszemet a gyárak 1940-től al-  
kalmazzák.

A varázsszem tulajdonképpen egy triódával kombinált egyszerű katódsu-  
gárcső, amelynél a cinkszulfid bevo-  
nattal ellátott fluoreszkáló ernyő annál  
szélesebb körökön alakú árnyékot mu-  
tat, minél negatívabb az ernyőhöz ké-  
pest a trióda anódával belül összekötött  
– késnek nevezték – elektróda. A trióda  
rácását a negatív AVC-jellel vezéreljük.  
Erős adónál a trióda lezár, vagyis az  
anód feszültsége megközelíti az ernyő  
feszültségét, így keskeny lesz az ár-  
nyék, úgy mondjuk, a „legyező” össze-  
csukódik. Adó nélkül a trióda nagy  
munkaellenállásán áram folyik, az  
anódfeszültség sokkal negatívabb az  
ernyőnél, az árnyék széles lesz. Az  
EM 4 varázsszemben két különböző  
érzékenysé-  
gű triódát alkalmaznak, az  
egyik a szokásos beállítás mellett kb.  
–5 V-nál, a másik –16 V-nál zár le, így  
a gyengébb és az erősebb adók pontos  
beállítása is lehetővé válik. Ezt a va-  
rázsszemet a gyártók 1956-ig alkal-  
mazzták, mert a színűveg sorozatokban  
a noválcövek megjelenéséig (EM 80)  
nem volt varázsszem, és olcsóságánál  
felhasználásra került [7].

**Sáv szélesség-szabályozás:** Már a  
harmincas évek közepén annyira meg-  
szaporodtak a nagyteljesítményű álló-  
mások, hogy a készülék szelektivitásá-  
nak kérdése elsődrendűvé vált. A szu-  
perkészülékek a sáv szélességét és sze-  
lektivitását elsősorban a KF-transz-  
formátorok átvitele határozza meg. Ezt  
lehetett keskenyebbre állítani, miáltal  
javult a szelektivitás. Ugyanakkor ki-  
sebb sáv szélesség a magas hangok erős  
vágását jelentette, ami a zenei élvezetet  
rontotta. Felmerült tehát az igény, hogy  
a helyi adó vételénél nagyobb, távolab-  
bi adónál kisebb sáv szélességet lehes-  
sen beállítani. A konstruktőrök erre kü-  
lönféle kézi és automatikus megoldá-  
sokat dolgoztak ki. A szabályozás lehet  
fokozatos vagy folyamatos, állítható  
külön gombról vagy a hangszínsza-  
bályzó potencióméterrel együtt. A jó  
sáv szélesség-szabályozásnál a készü-  
lék érzékenysége nem változik, és nem  
következik be elhangolódás.

A legegyszerűbb módszer a sáv szé-  
lesség beállítására – induktív csatolás  
esetén – a KF-tekercek vagy a tekercs  
egy része távolságának változtatása. A

közelítés csak kismértékben lehetsé-  
ges, mert előáll a túlcsatolás és „kétpú-  
púvá” válik az átviteli görbe. Nagyobb  
sáv szélesség növelés érhető el, ha a  
tekercsek közelítése mellett azok jósa-  
gát párhuzamosan kapcsolt ellenál-  
lásokkal lerontják.

Mivel a készülék szelektivitását a  
modulátorkör is befolyásolja, néhány  
olyan készüléknél, amely a tükröse-  
lektivitás javítása érdekében bemeneti  
sáv szűrővel volt ellátva, ennek csatolá-  
sát is változtatták, ezáltal bevonták a  
sáv szélesség szabályozásba (Sie-  
mens 15 W).

Az automatikus sáv szélesség-sza-  
bályozás feladata az volt, hogy a nagy  
térerejű helyi adónál széles, a távoli  
adónál keskeny sáv szélességet állítson  
be. A Standard szabadalmaztatott erre  
egy kapcsolást (1942–44. évi nagyszu-  
perek és a 4455/A). A középfrekvenciá-  
ra hangolt soros rezgőkör van a KF-  
erősítő cső katódkörében, amelynek  
impedanciája kicsi a rezonanciafrek-  
vencián, de nagy az attól eltérő frek-  
venciákon, így ott erős negatív vissza-  
csatolás csökkenti az erősítést. Helyi  
adónál, ahol a KF-cső erősítése kicsi,  
az elhangolás következtében fellépő  
erősítéscsökkenés kisebb, látszólag  
megnö a sáv szélesség.

A háború utáni Orion nagyszuper  
sorozatnál (881, 883, 820 A) az eddigi-  
ekhez képest új elvek alapján végeztek  
a KF-fokozatban a sáv szélesség-szabá-  
lyozást. A KF-rezgőköröket külön ser-  
legben helyezték el, így az induktív  
csatolás megszűnt, és ún. alsó kapacitív  
csatolást alkalmaztak. Ennél a csatolás  
mértékét egyszerűen, a hangolókon-  
denzátorok közös hidegpontja és a föld  
közötti kondenzátorok értékével lehet  
beállítani. Minél nagyobb a kondenzá-  
tor, annál lazább a csatolás, kisebb a  
sáv szélesség. Helyes beállítás esetén a  
KF-erősítés nem, csak a sáv szélesség  
változik.

**Automatikus „éleshangolás”:** A  
korabeli szakirodalomban elterjedt  
(magyartalan) kifejezés helytelen, job-  
ban kifejezi az önműködő hangolás  
vagy frekvencia beállítás. Szerepe fő-  
leg a motoros és nyomógombos álló-  
másválasztással ellátott készülékeknél  
és a nem stabil rövidhullámú vételnél  
volt, mert nem kellett az állomásra pon-  
tosan ráhangolni, ez automatikusan  
történt meg, és megakadályozta a rö-  
vidhullámú oszcillátor „elmászását”.

A készülék két külön csövet igé-  
nyel az önműködő hangoláshoz, egy

kettősdíódát, amely az FM vevőknel  
ismert diszkriminatorként szolgálva az  
elhangolás függvényében pozitív vagy  
negatív hibajelét állít elő, és egy pentó-  
dát, amely az oszcillátor helyes beállítá-  
sát végzi, mivel ezt a hibajel reaktancia  
csöként vezérli, vagyis addig han-  
golja az oszcillátort, amíg a hibajel meg  
nem szűnik.

**Rövidhullámú sávnyújtás:** Kisebb  
készülékeken nagyon megnehezíti a  
rövidhullámú adók beállítását, ha az  
összes műsorszóró sáv (16–49 méterig)  
egy skálán helyezkedik el. A hangolás  
megkönnyítésére hozták létre az itt is-  
mertetett megoldásokat.

Legolcsóbb a skálameghajtás átté-  
telének és a skála hosszának növelése.  
Ezért találunk néhány készülékben  
nagy átmérőjű skáladobot, de emellett  
finomhangolási lehetőséget is (pl. Sie-  
mens 15 W, ahol a külső tétel köz-  
vetlenül, a belső tengely áttételen ke-  
resztül végzi a skálameghajtást). Az  
áttétel növelése mellett a műsorszóró  
sávok „kitágítására” törekedtek. A  
Standard alkalmazott egy olyan sáv-  
nyújtást, hogy a műsorszóró sávok he-  
lyén a forgókondenzátorok lemezei ki-  
voltak vágva, ezért az elforduláshoz  
viszonyított frekvenciaváltozás ezeken  
a helyeken kisebb volt.

Előbb megpróbálkoztak a rövidhul-  
lámú tekercsekhez kapcsolt soros és  
párhuzamos kondenzátorok kapcsolá-  
sával, de ez nagyon elbonyolította a  
hullámváltást, később áttértek a min-  
den nyújtott rövidhullámú sávhoz tar-  
tozó külön tekercspár alkalmazására. A  
sávnyújtáshoz alkalmazott kondenzá-  
torok hőmérsékleti állandójának ( $T_k$ )  
nullának kellett lennie, ehhez megfele-  
lően összeválogatott pozitív és negatív  
 $T_k$ -jú kerámia kondenzátorokat együtt  
alkalmaztak. Az Orion 366 különleges  
sávnyújtásáról a részletes ismertetés-  
ben olvashatunk.

**Kétszeres transzponálás:** A táblá-  
zatban a rövidhullámú sávnyújtás osz-  
lopában tüntettem fel a kétszeres  
transzponálású készülékeket, jöllehet  
ennek szerepe több mint egyszerű sáv-  
nyújtás.

Az egyszerű transzponáló szuperké-  
szülékeknél a rövidhullámú állomások  
két helyen jelentkeznek az alsó és felső  
keverés miatt. Az alacsonyabb közép-  
frekvencia (kb. 125 kHz) használata  
esetén az ún. tükrőfrekvencia csak  
250 kHz-re, a magasabb KF-esetén is  
900–950 kHz-re van a vett adó vivő-  
frekvenciájától, ami a rövidhullámú te-



kercek kisebb jósági tényezője miatt nem kellően nagy frekvenciakülönbség. A professzionális rövidhullámú vevőkben ezért magasabb, 1–2 MHz-es középfrekvenciát alkalmaztak. A kétszeres transzponálás egyik előnye a magasabb középfrekvencia, ezáltal a tükörállomás jobb elnyomása.

A másik felismerés, hogy a készülék hangolása nem csak az oszcillátor és a bemenőkör együttes hangolásával, hanem a középfrekvencia változtatásával is történhet. Természetesen a négy rezgőkörös, sávszűrős KF-trafók esetén ez nem lehetséges, de ha külön keverőfokozatot alkalmazunk, amely a középhullámú sávra, mint középfrekvenciára kever (500–1500 kHz), akkor a középhullám hangolása a beállított rövidsáv nyújtására alkalmas, mert a  $\pm 500$  kHz-es elhangolás a műsorszóró sávokat átfogja.

Kétszeres transzponálást a Standard gyár 1942–44-es nagyszupereiben (az azonos TFK 2 T 85 V-ben) és a háború utáni 4455 A készülékében találunk. A rövidhullámú keverőfokozatban minden műsorszóró sávra fix hangolású oszcillátor és modulátortekercset alkalmaztak, és a hangolás a második keverő középhullámú tekercseivel (ebben az esetben I. KF) történt. Makai István 1955-ben megalkotta ennek hullámváltó nélküli változatát úgy, hogy a rövidhullámú keverőfokozatban is kettős forgókondenzátort alkalmazott, és

ezzel oldotta meg a venni kívánt műsorszóró sáv kiválasztását [8].

A kétszeres transzponálás ismertetet felhasználásának legnagyobb hátránya, hogy a leggondosabb árnyékolás mellett is „átszólnak” a nagyteljesítményű középhullámú helyi adók, ezért későbbiekben a gyárak nem alkalmazták.

**A hangvisszaadás javítása:** A megoldások a mai olvasó előtt is ismeretesekek, ezért nem kívánok ezekről részletesen szólni. Az élethű hangvisszaadás elméleti kérdései már régen ismertek voltak, a vevőkészülékeknel ezeket csak korlátozott mértékben lehetett figyelembe venni.

A fiziológiai hangerő szabályozás – az ember fülének fiziológiai igénye szerint – kisebb hangerőnél jobban kiemeli a mély és magas hangokat, ezt sokszor összekapcsolták a frekvenciafüggő negatív visszacsatolással, akár a hangszínszabályzást, amelynek számtalan változatát találjuk a különféle készülékekben.

A negatív visszacsatolást 1938-óta alkalmazták elterjedten a hangfrekvenciás erősítők torzításának csökkentésére és a frekvenciaátvitelének javítására. Érdeemes megfigyelni, hogy a kimenő transzformátort, ami a legnagyobb torzítást okozta, a konstruktőrök nem szelvényes vonták be a negatív visszacsatoló láncba (talán a Philips gyárat kivéve) mert a sávszéleken gerjedékennyé vált a hangfrekvenciás erősítő.

Rövid életű volt a dinamika expander használata is. Stúdiókban az élő adásnál és a lemezfelvételnél a dinamikát „összenyomták”, vagyis a kis jeleket erősítették, a nagy jeleket csillapították (ez a művelet a keverőpultnál többnyire manuálisan történt). Ezt a beavatkozást kellett volna ellensúlyozni a vevő oldalon az ún. dinamika expandernek. Egyszerűbb megoldásában ez a kimenő transzformátor szekunder tekercsére kapcsolt izzólámpa volt, de alkalmazták az izzólámpát a negatív visszacsatoló ágban is. Később rájöttek, hogy a kézi dinamikacsökkentést ezekkel a módszerekkel nem tudják ellensúlyozni.

A teljesség kedvéért még megemlítem a háromdiódás demodulátor és AVC-kapcsolást, a motoros és nyomógombos hangolást és a beszéd-zene kapcsolót. Az ellenütemű végfokokhoz alkalmazott fázisfordító kapcsolásokat a függelékben ismertetem.

## Néhány készülék részletes ismertetése

A kapcsolási rajzok tanulmányozása után a restaurátort gyakran érik meglepetések, amikor a készüléket megvizsgálja. Néhány dolog a kapcsolási rajzokból nem derül ki, az adatok egy része nincs feltüntetve, és hibákra is fel kell készülnünk. A restaurálás során felhasználható adatok egy részét a 2. táblázatban foglaltam össze.

2. táblázat. A helyreállítás során felhasználható adatok

Készülék	Standard Szuper 39	Standard 4356	Siemens 543 V	Orion 366	Siemens 15 W	Orion 779	Orion 881	Orion 820 A
Skálaizzó [db/V/A]	5/6,3/0,3	10/6,3/0,3	3/4/0,5	3/6,3/0,3	2/6,3/0,3	11/6,3/0,3	8/6,3/0,3	11/6,3/0,3
Lengőcséve ell. [ $\Omega$ ]	2,5	3,2	4	4	magas: 15 mély: 15	2 × 5 párh.	magas: 2,5 mély: 4	2 × 4 sorban
Gerjesztő tek. ell. [k $\Omega$ ]	1	0,3 + 0,1 főtő	1	0,9	0,93 + 0,27	–	–	–
Membránközpon-tosítás, rögzítés	külső pille, 3 pontos	külső pille, 3 pontos	külső pille, ragasztott	külső pille, 3 pontos	külső pille, 3 pontos	külső pille, 3 pontos	külső pille, 2 pontos	külső pille, 2 pontos
Membránátmérő [cm]	20	24	20	20	magas: 12 mély: 30	2 × 20	magas: 8 mély: 20	2 × 25
Középfrekvencia [kHz]	127	130	472	473,6	472	473,6	473,6	473,6
Forgatógombok jelzése	nincs	Futurit 7442 és jelzés nélk.	nincs	nincs	nincs	nincs	KRT 8259 KRT 8260	nincs
Doboz mérete: szélesség × magasság × mélység [cm]	56 × 37 × 31	64 × 41 × 32	63 × 46 × 34	45 × 44 × 26	65 × 52 × 35	63 × 41 × 29	60 × 39 × 29	68 × 49 × 33

### 3. táblázat. A Standard Szuper 39 hullámváltójának kapcsolási táblázata

Hullámsáv/lamellaszám	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
Gramofon	+	+	+			+	+		+	+		+	+	+
Rövid	+	+	+			+	+	+	+		+			
Közép		+		+		+		+	+			+		+
Hosszú								+					+	+
I. RH oszcillátor rezgőköri tekercs							VIII. Hangfrekv. fok. rádió kapcsoló							
II. KH oszcillátor rezgőköri tekercs							IX. KH bemeneti sávsz. ráctekekercs							
III. RH oszcillátor visszacsatoló tekercs							X. Hangfrekv. fok. gramofon kapcsoló							
IV. KH bemeneti sávsz. antenna old. tekercs							XI. RH modulátor tekercs							
V. Nem használt							XII. KH fénymutató izzó							
VI. KH oszcillátor visszacsatoló tekercs							XIII. HH fénymutató izzó							
VII. RH fénymutató izzó							XIV. RH mélyhang kikapcsoló							

#### Standard Szuper 39

Nem igazi csúcscsúper, mert sok dolog nincs benne, ami ekkor a legnagyobb készülékeket jellemezte, mégis érdemes bemutatni, mert a doboz, a hangszóró és az állomásnév-skála tekintélyes mérete, valamint a hangolászjelző és hangszínszabályzó alkalmazása miatt a maga idejében a középkategóriájú készülékek közé sorolták.

A készülék kapcsolási rajzából azonnal feltűnik, hogy „E” csövek mellett a keverőcső az átmeneti európai foglalatú ACH 1-es, és a hangszóró gerjesztő tekercse az anódáram táplálás negatív ágában van, ezért a szűrőelkö pozitív ága a közös.

Az is látható, hogy minden cső, még a keverő és a KF-erősítő katódkörében is külön előfeszültség ejtő ellenállás van, vagyis a késleltető feszültség így van beállítva. A KF- rezgőkörök az alacsonyabb frekvenciára (127 kHz) vannak hangolva, ezért a készülék sávszűrős bemenetű (hármasszűrő), kivéve rövidhullámon, ebből már tudható, hogy nem túl jó rövidhullámon a tükörselektivitás.

Alulról a készülékbe nézve feltűnik a „lamellás” hullámváltó, amely már akkor elavultnak számított, bár a Telefunken még több évig alkalmazta. Az ilyen hullámváltó működése nehezen követhető, ha a kapcsolási táblázat hiányzik, sajnos ez a helyzet mindhárom forrásnál [9, 10, 11], a Kádár könyvben még a lamellák sorszámja sincs feltüntetve (a számozás a forgatógomb felőli oldalon kezdődik, és az üres lamellahelyeket is számolják). Ezt a hiányt igyekeztem pótolni a 3. táblázattal.

Hátulról látható a gerjesztett dinamikus hangszóró a jellegzetes Standard csésze alakú mágnissel, a keverőcső külön árnyékoló serlegben, a két KF-trafó merőleges tekercselrendezéssel, előttük szintén serlegben balról az oszcillátor, a sávszűrős bemenet rácsköri, majd az antennaköri középhullámú és hosszúhullámú tekercsei. A középhullámú tekercsek felülről vasmaggal hangolhatók (hatlapú, 5 mm-es belső nyílású kulccsal). A rövidhullámú tekercsek légmagosak, és a panel alatt található.

A „meglepetések”: az ACH 1 fűtőköri ellenállását nem találjuk, a fűtés hozzávezetés ellenálláshuzal (összesen 2 Ω), ezért csak 1 A fűtőáramú csövet lehet használni, a későbbi, Ezeremster bolt által kiárusított csövek fűtőárama csak 0,5 A. A skálamozgató tengely benyomásával a végerősítő rácsát földre kötjük, így valószínűleg meg a „csendes hangolás”. A rövidhullámon fellépő mikrofónia ellen a XV. lamella nyitásával levágja a mélyhangokat (500 pF csatolókonkondenzátor marad). Meglehető még az antennát lekapcsoló,

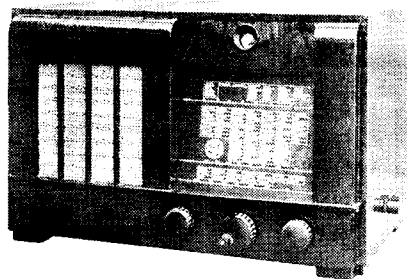
a panel hátoldalán található tumbler, valószínűleg gramofon állásban áthallás esetén használták.

A helyreállításához használjunk világosszürke ellenállásokat, Standard feliratú papírházast, Hoges és CM kerámia kondenzátorokat, bordó gumi- és pamutszigetelésű kötőhuzalt. A kiszáradt, szögletes papírházast elköt én két alumíniumházzal helyettesítettem. Az EM 1-es varázsszemet EM 4-essel pótolhatjuk, ebben az esetben a másik anódhoz is forrasszunk be egy munkaellenállást.

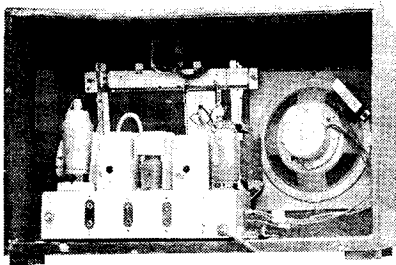
Bírálatként annyit lehet elmondani, hogy a készülék kinézete a nagy dobozával, fénymutató skálájával, háncsfonatú hangszóró selyemmel, különleges forgatógombokkal nagyon hatásos, de a hullámváltónál már akkor is nehéz volt a jó kontaktust biztosítani, hát még hatvan év után. Egyéb paraméterei egy középszupernek felelnek meg (1.-3. fénykép).

#### Standard Luxuszsúper 4356

Négy évet ugrottunk az időben, a nem időtálló reklámmegoldások eltűntek, és csak a valóban bevált segédkapcsolások maradtak meg. A készülék külalakja nem sokat változott, megmaradt a fénymutató skála, amelynél skálaizáló világítja meg az aktuális skálát. A rövidhullámú sávok mellett egy óraszimbólum látható, és egy időbeosztás, hogy az adott műsorszóró sávot a nap mely időszakában lehet a legjobban fogni. Felül, a varázsszem mellett két világító ablak közül a bal oldali a hangszínszabályzó, a jobb oldali a hangerős szabályzó állását mutatja.



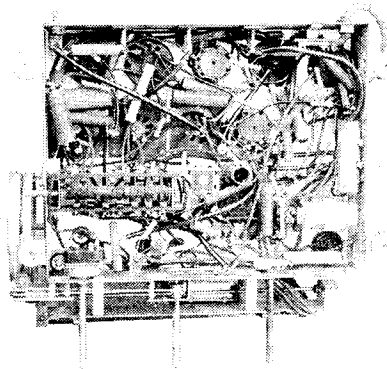
1. fénykép. Standard Szuper 39 előlről



2. fénykép. Standard Szuper 39 hátulról

A tökéletesebb rövidhullámú vételt és a sávnyújtást a már ismertetett kétszeres transzponálás biztosítja. A fix hangolású rövidhullámú keverőcső (ECH 4) nincs benne az AVC-körben, így nem jön létre a „fading elhúzás” és a középhullámú sávra kever rá. A hárompont kapcsolású oszcillátor trióda csak rövidhullámú állásban kap anódfeszültséget. A második keverőcső (ECH 3) sávszűrős bemenetű (130 kHz középfrekvencia), és mind rövid, mind középhullámú állásban azonos tekercseket kapcsol, ezért elég nehezen áttekinthető a hullámváltó. Megtaláljuk a készülékben az önműködő sávzélesség szabályzást (a hangszínszabályzó magas állásában kikapcsolható), a középfrekvenciára hangolt soros rezgőkör a KF-cső (EF 9) katódkörében van. A hangszínszabályzással kombinált frekvenciafüggő negatív visszacsatolást a végerősítő cső anódjáról oldották meg.

A kapcsolási rajzon egyetlen szokatlan megoldást találunk, Az elektrodinamikus hangszóró gerjesztőtekercse mellett még egy fojtótekercset alkalmaztak, a többlet szűrés a nagyáramú végcső (EL 6) használata miatt szükséges.

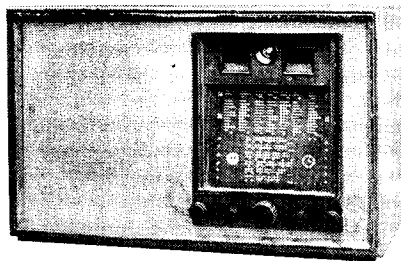


3. fénykép. Standard Szuper 39 panel alulról

Hátulról a készülékbe nézve feltűnik az óriási gerjesztett dinamikus hangszóró és a panel oldalára rögzített, fekvő helyzetű hálózati trafó. A két hátsó árnyékoló serlegben a két KF-trafót, a három oldalsóban az oszcillátor, modulátor, majd az előkörü tekercseket találjuk. A rövidhullámú keverőcső (ECH 4) és az első hangfrekvenciás erősítő (EBF 2) még külön árnyékoló burával van ellátva.

Alulról látható, hogy a rövidhullámú tekercsek teljesen árnyékolva vannak a Yaxley rendszerű váltóval együtt, a 12 tekercs felülről hangolható.

Egyéni észrevételem: az ilyen nagy készüléknél a munkát döntően befolyásolja, hogy milyen kiinduló állapotban van, hol tárolták, hányszor és milyen „javításokat”, átalakításokat végeztek



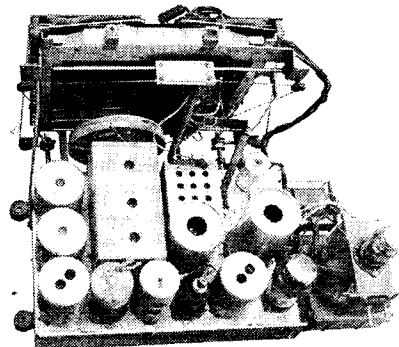
4. fénykép. Standard Luxus super elölről

rajta. Az én példányomon a kimenő trafót és a fojtót kellett cserélni, ezeket hasonló Orion gyártmányúakkal, a kiszáradt papírházás elköt későbbi alumíniumházasokkal pótoltam. A nagyfrekvenciás tekercsek közül a KF-trafóban voltak a vasmagok töröttek. A készülék alul nagyon zsúfolt, részben hegesztett kötésekkel alkalmaztak, ezért nehéz pl. az árnyékoló burák levétele és az alkatrészek cseréje.

A helyreállításához lehetőleg használjunk Standard papír-, Ducati csillám- és kerámiakondenzátorokat, téglavörös ellenállásokat. A hegesztéseknél úgy vágjuk le a cserélendő alkatrész kivezetését, hogy hosszú huzaldarab maradjon, és ehhez forrasszuk az új alkatrészt, mert a hegesztett rész nem forrasztható (4.-6. fénykép).

#### Siemens 543 V

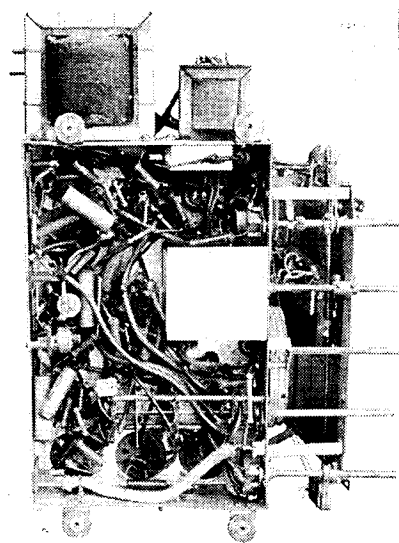
Egy igazi takarékos nagyszuper ugyanabból az évből. Az 542 V típusból elhagyták az előcsövet, de ellátták 4 nyújtott rövidhullámú sáv vételi lehetőségével. A hullámváltó felépítése jól



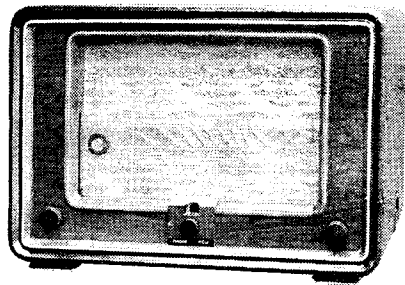
5. fénykép. Standard Luxus super panel felülről

áttekinthető, és a [12] irodalomból még a tekercs adatokat is megtudhatjuk. Nyújtott rövidhullámú állásban a modulátortekercset nem hangolták, de hosszú- és középhullámon alsó kapacitív csatolású sávszűrős bemenetet alkalmaztak.

Két hálózati trafó van beépítve, az egyik az anódfeszültséget ( $2 \times 330$  V) a másik a fűtőfeszültségeket ( $2 \times 6,3$  V és  $2 \times 4$  V) szolgáltatja. A kapcsolási rajzból nem derül ki, de a lengőcsévével sorba van kötve egy – a gerjesztőtekercs mellett elhelyezett – kompenzáló tekercs, amely a hálózati morgás csökkentésére szolgál. Ugyancsak nincs jelölve a folyamatos sávzélesség szabályzás, amely a középső gombbal állítható hangszínszabályzó tengelyével történik. Ez mindkét KF-trafóban a tekercseket közelíti, amennyiben a tengelyt a magashang irányában forgatjuk el.



6. fénykép: Standard Luxus super panel alulról

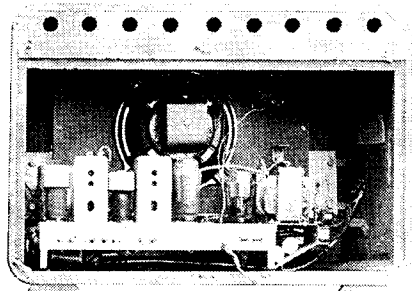


7. fénykép. Siemens 543 V előlről

A készülék felépítése egyébként a szokásos. A hangszínszabályzóval kombinált frekvenciafüggő negatív visszacsatolás a két hangfrekvenciás cső anódja között történik, a fiziológiai hangerőszabályzást a potméter megcsapolásával oldották meg. A készülék bal oldalán lévő nyomógomb a „beszéd-zene” kapcsoló. Az éppen beállított hullámsávot a középső tengely fölött lévő kis ablakban megjelenő fölírat mutatja, amelyet a készülék jobb oldalán lévő hullámváltó tengelyéről jövő skálahúr mozgat.

*Subjektív értékelés:* a háború alatt készült készülékeknel több dolgot csak az esetleges anyagiánnyal lehet magyarázni. Ilyen a két hálózati trafó, a 4 V-os skálaizzók alkalmazása, amelyeket ma már nem lehet beszerezni. Az alkalmazott sáv szélesség-szabályozás igen intenzív, de az érzékenységet is jelentősen befolyásolja, a rezgőkörök elhangolja.

A restaurálás során, ha mód van rá, használjunk téglavörös ellenállásokat, bakelitházas papír-, a nagyfrekvenciás részben kerámiakondenzátorokat, a huzalozáshoz színes acetát kötőhuzalt. A skálaizzók helyettesítésére javasolom a 6 V/3 W jelzésű (nagyobb fejű) kerékpárizzókat, amelyek már 4 voltan, 0,35 A áramfelvétel mellett jól világítanak (7.–9. fénykép).



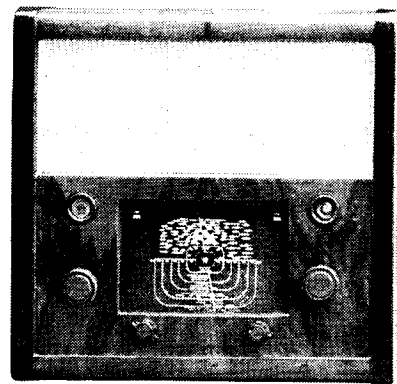
8. fénykép. Siemens 543 V hátulról

## Orion 366

Ez a készülék érdekes rövidhullámú sávnyújtása miatt került a részletes ismertetésbe. Az Orion gyár 1942-ben és 1943-ban gyártotta, azonos formában (266, 366), majd színüveg csövekkel még két évig a háború előtt (466, 566) és egy évig a háború után (766).

A vevő dobozának kialakítása is érdekes, mert abban az időben szokatlan álló elrendezésű, középen nagy, két félkör alakú skálával. Baloldalt a hálózati és a lemezjátszó kapcsolóval kombinált hangerő szabályzó, jobboldalt a skálamozgató forgatógomb. A skála alatt balra van a négyállású sáv szélesség és hangszín kapcsoló, amely „magas” állásban szorosabbá teszi az I. KF-csatolását. Ettől jobbra lévő gomb a tipikus Orion tolószáns hullámváltót kapcsolja, amelynek „hosszú” és „közep” állásban a jobboldali forgatógomb a felső félkör alakú skálát mozgatja, rövidhullámú állásban a gomb lefelé húzásával kiválasztható a venni kívánt rövid sáv, majd a gombot felengetve a sáv egy pontján átvált az alsó skálára és bekapcsolja a sávnyújtást. A „sávnyújtás” úgy történik, hogy egy mechanikus szerkezet a rövidhullámú oszcillátortekercs vasmagját mozgatja (lásd később Terta 325), miközben a forgókondenzátor kb. a sáv közepén rögzítve van. A működés rajzokkal illusztrált magyarázata megtalálható a [13] cikkben.

Egyébként a készülék felépítése szokványos, közép- és hosszuhullámon kapacitív csatolású sávszűrős bemenetet, rövidhullámon induktív antenncsatolást alkalmaztak. Az első KF-trafó szorosabb csatolását egy egyemenetes külön tekercs bekapcsolásával érik el. Megemlítenéd még, hogy az



10. fénykép. Orion 366 előlről

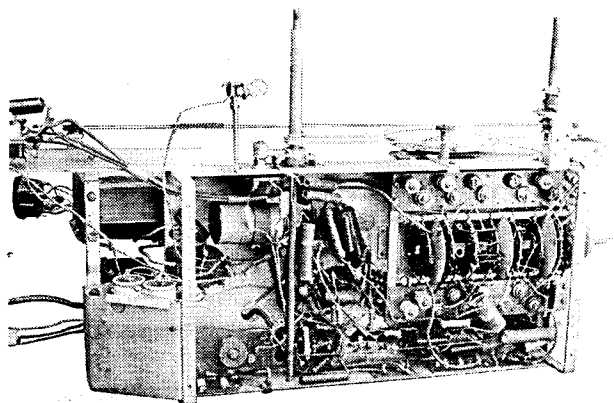
első hangfrekvenciás erősítő cső (EF9) is benne van az AVC-körben.

A vevőt hallgatva egy közép kategóriájú készülék benyomását kelti. Hibájául róható fel, hogy a sáv szélesség-szabályozás miatt a KF-serlegeket a panel elejére kellett helyezni, ezért ezek hangolását csak kidobozolva lehet végezni. A közép- és hosszuhullámú tekercsek vasmag nélküliek, hangolásuk rézgyűrűvel történik. A kötések szerencsére nem hegesztettek.

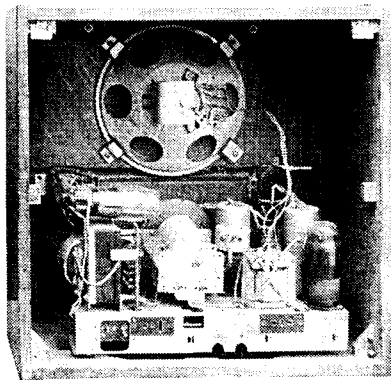
Az alkatrészek pótlására használjunk téglavörös ellenállásokat, barna bakelitházas papír- és bakelitlemezek közé szorított Remix csillámkondenzátorokat (10.–12. fénykép).

## Siemens 15 W

A gyűjtők között a nagy készülékek szerelmeseinek álma ez a német háborús export készülék. Ami csak egy AM vevőnél elképzelhető, minden finomsággal el van látva ez a 11-es sorozatú, ún. acélcsővel felépített csodavevő. Találunk benne hétfokozatú hullámváltót, ebből három (19, 25, 31 m) nyújtott rövid hullám, előcsövet



9. fénykép. Siemens 543 V panel alulról

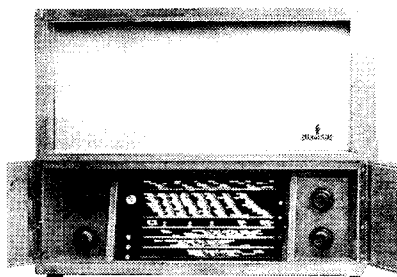


11. fénykép. Orion 366 hátulról

(EF 13), minden sáv hangolt. Külön magas- és mélyhang szabályzót, mind a két KF-trafóra kiterjedő sávszélesség-szabályozást, amely a tekercsek egy részének mechanikus mozgatásával történik, és össze van kapcsolva a bemeneti sávszűrő szelektivitásának módosításával. Magas- és mélyhangzó gerjesztett dinamikus hangszórót, frekvenciafüggő negatív visszacsatolást és finomhangoló áttételt. Az AVC az első hangfrekvenciás fokozat (EF 11) erősítését is szabályozza. Emellett a készülék kívülről impozáns, a modern bútorokhoz is illő kivitelű, belső felépítése könnyen áttekinthető. A javítást talán csak a hegesztett kötések nehezítik.

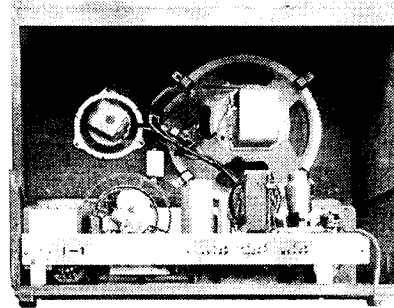
A skálaszerkezetet és a mellette elhelyezett négy forgatógombot előlről egy kétszárnyú ajtó takarja. A forgatógombok azonos alakúak, függetlenül attól, hogy egy vagy két kezelőszervet mozgatnak. A bal felső a hangerőszabályzó potméter és a hálózati kapcsoló, alatta a mély- és magashangszín szabályzó, amelynek tengelyétől történik a sávszélesség-szabályozása is. A jobb felső a kétfokozatú hangológomb, a külső a „durva”, a belső a „finom” állítást teszi lehetővé. A jobb alsó a hullámváltó, amelynek állását egy mechanikusan mozgatott fehér jelzés mutatja a megfelelő skála melletti ablakban. A készülék hátulján lévő kapcsoló segítségével külső hangszóró használata esetén a belsőt lekapcsolhatjuk.

A kapcsolási rajzot több forrásban is megtaláljuk [10, 12], ami mutatja, hogy sok ilyen készülék érkezett hozzánk. (Nem pontosan egyeznek a német készülékek rajzgyűjteményében közölttel.) Nagyon hasznos, hogy a rajzon feltüntették a főbb pontokon mérendő feszültség- és áramértékeket. A lemezzátszó átkapcsolás nem külön Yaxley tárcsával történik, ahogy arra a rajzból következtetni lehet, hanem egy kétállású kapcsolóval, amelyet ebben az állásban a hullámváltó tengelyére szerelt lemez hoz működésbe.



13. fénykép. Siemens 15 W előlről

Hátulról a készülékbe nézve feltűnik a nagyméretű mélyhangzó, amelynek oldalára van szerelve a kimenőtrafó, mellette a gerjesztett mágnesű magassugárzó. Sajnos a panel kiemeléséhez a hangszóróhoz menő kábelköteget le kell forrasztani. A panel alatt lévő alkatrészek, hála a nagyméretű panelnek, jól áttekinthetők, és nem zűfolt a szerelés. A nagyfrekvenciás rész a rendelkezésre álló terület majdnem felét foglalja el, ebből adódóan a tekercsek hozzáférhetők, a hazai Siemens



14. fénykép. Siemens 15 W hátulról

készülékekhez használt kulcsokkal hangolhatók.

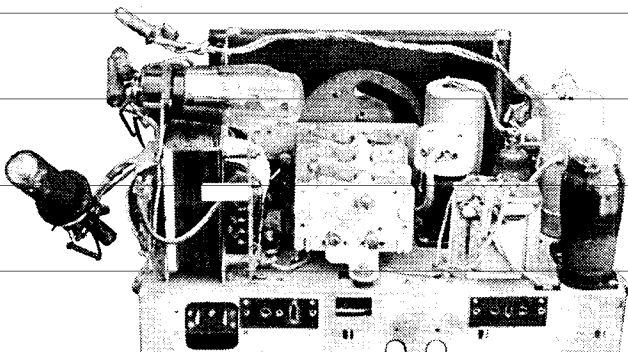
Az eredetileg használt alkatrészek: Siemens piros ellenállások, fekete műanyagházú papírkondenzátorok, és a nálunk is ismert német tárcsa-, csésze- és csőalakú kerámia kondenzátorok, a kevésbé megbízható, lapos csillám kondenzátorokat nem alkalmazták (13.–15. fénykép).

### 1945 utáni készülékek

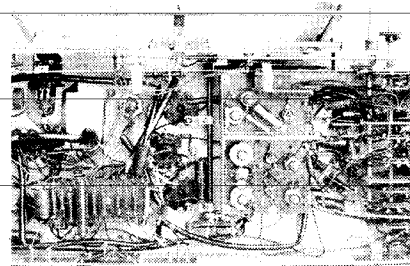
Az 1948–1956 közötti időszakban – az Orion gyárban folytatott fejlesztési munka eredményeként – egyre jobb készülékek kerültek a piacra. Ezeket csak a legmagasabb jövedelmű családok tudták megvásárolni az általános nagy szegénység mellett. A készülékek fejlődését és külső kivitelének módosulását nyomon követhetjük, ha tanulmányozzuk a 779, 881 – 882, 883 – 812 és a 820 A típusok leírásait és kapcsolási rajzát.

### Orion 779

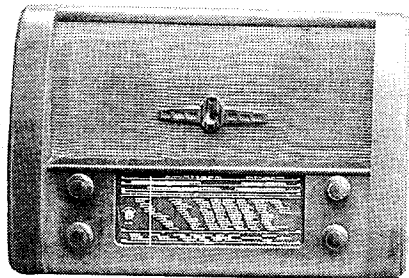
Az 1949-ben gyártott készülék külalakja még a háború előttiékre emlékeztet, bár újszerű a kétoldalt egymás fölött elhelyezett forgatógomb és a hangszórók előtti sötétzínű műanyag.



12. fénykép. Orion 366 panel hátulról



15. fénykép. Siemens 15 W nagyfrekvenciás szerelvénye



16. fénykép. Orion 779 előlről

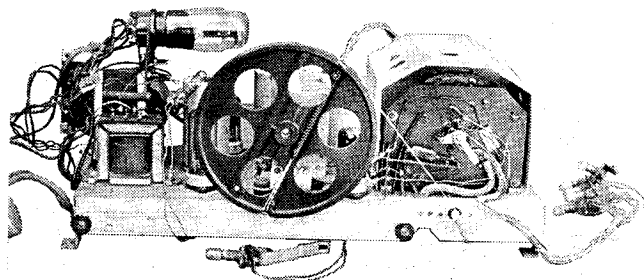
A hálózati kapcsoló a készülék oldalán van elhelyezve. Az elrendezés lehetővé tette a nagyméretű állomásnév skála és két azonos méretű permanens dinamikus hangszóró alkalmazását.

Az EF 22-es nagyfrekvenciás előerősítő a jel/zaj viszony javítása mellett megnöveli az érzékenységet. A legnagyobb szabályozófeszültséget az előcső kapja, így erős adó mellett is el lehet kerülni a túlvezérlést. A revolver (dob) rendszerű hullámváltónak köszönhetően a nagyfrekvenciás rész kapcsolása könnyen áttekinthető. A rajzból úgy tűnik, mintha külön lenne lemezjátszó kapcsoló, de ezt a hullámváltó működteti.

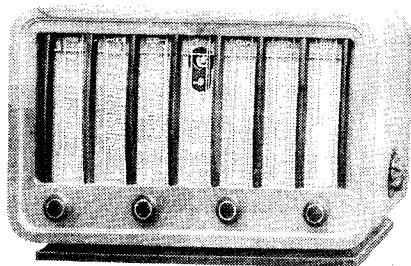
A hullámváltó állását a varázsszem melletti (lemezjátszó állásban a varázsszem fölötti) kis ablakok mögött kigyulladó skálaizzó jelzi. A készülék további része azonos a szokásos ECH-ECH-EBL típuszuperekével. A hangszínszabályzó kör a két hangfrekvenciás cső anódja közötti negatív visszacsatoló ágban van kialakítva. A készülék részletes ismertetését megtaláljuk a [14] cikkben.

Csak a nagyfrekvenciás rész igényel külön figyelmet. A hullámváltóban két bakelitárcsára vannak a tekercesek elhelyezve. A kisebb átmérőjű hátsón az előkör hat, a nagyobb átmérőjű elsón az oszcillátor és a modulátor 12 tekerce. Az előkör tekerceinek

18. fénykép. Orion 779 panel előlről



négy leszedő rugója alulról nyúlik be a megfelelő érintkezőkhöz, a rugók hátulról nyomódnak a nagyobbik tárcsához. A tekercesek itt még a hagyományos Orion bakelit csévetesten vannak 8 mm-es porvasmagokkal. Az egész hullámváltót egy árnyékoló lemez borítja, amelynek hátulján három furat van, a bal felső a modulátor, a középső az előkör, a jobboldali az oszcillátor hangolásához (hosszú vékony hangolópálca kell).



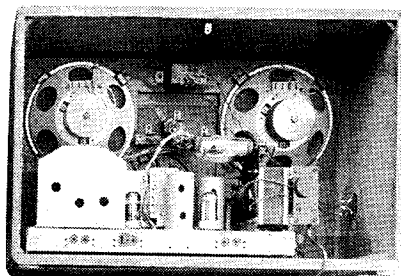
19. fénykép. Orion 881 előlről

A középszuperekkel összehasonlítva észrevehetően jobb az érzékenység, és a két hangszóró „öblös” hangon szól. A készülék szereléséhez téglavörös és fekete ellenállásokat vegyesen alkalmaztak és zöld Remix gyártmányú „Megafar” kerámia kondenzátorokat (16.-18. fénykép).

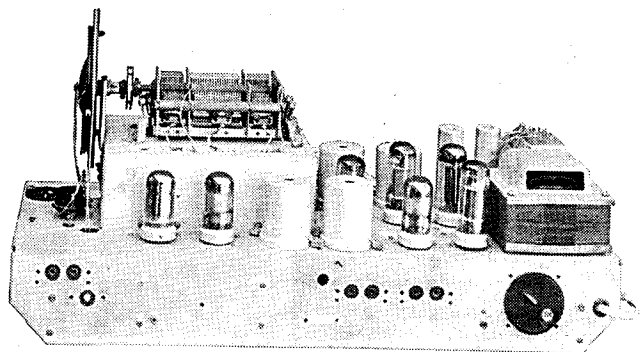
### Orion 881

A 881-es a 882-es típustól csak külalakjában tér el, annál kissé szögletesebb, belső felépítése azonos. Az 1952-ben kihozott készülék kinézete teljesen újszerű. Az osztott élmegvilágítású állomásnév skála a hangszórók előtt függőlegesen van elhelyezve, és mindig a hullámváltó állásának megfelelő skálaüveg (KH állásban kettő) van megvilágítva.

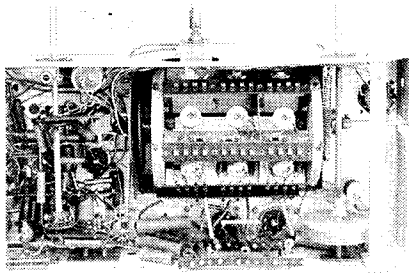
Elektromos felépítése: nagyfrekvenciás előerősítő (EF 22), állandó előfeszültségű keverőcső (ECH 21), sáv szélesség-szabályozóval ellátott KF-erősítő és ellentétben a későbbi készülékekkel, itt EF 22-es KF-erősítőcsövet alkalmaztak. A kimenőtranszformátor szekunder oldaláról megvalósított frekvenciafüggő negatív visszacsatolással kombinált hangszínszabályozás után a jel az ECH 21 heptóda részére jut, ez a hangfrekvenciás előerősítő. A trióda rész mint fázisfordító szerepel. Az ellenütemű végfokot 2 db EBL 21 alkotja. A nagyméretű mélysugárzó mellett kis magassugárzó hangszórót találunk. Felülről szemlélve a panelt feltűnik a dobváltó árnyékoló lemezére rugalmasan felszerelt hármasszög, amelynek oszcillátorrésze nagyobb légréssel készült. A skálaüvegek felülről vannak megvilágítva, ezek vezetőkei egy kosaras foglalathoz csatlakoznak. A panelt alulról négy rögzítő csa-



17. fénykép. Orion 779 hátulról



20. fénykép. Orion 881 panel hátulról



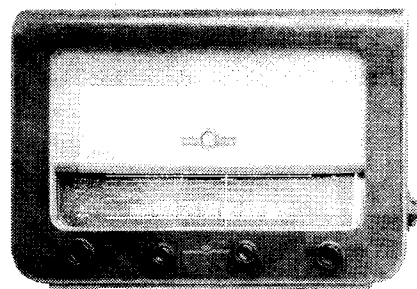
21. fénykép. Orion 881 dobváltó

var fogja. Ezek megbontása, a forgatógombok eltávolítása, a hangszóró vezetékjeinek leforrasztása és a baloldali szélső skáladob lehúzása után a panel kiemelhető.

Alulról férünk hozzá a nagy dobváltóhoz, amelynek előnyeiről már volt szó. Az azonos sávhoz tartozó fehér műanyag tekercsek egy egységben vannak (a külön is elválasztott tekercs az előerősítőhöz tartozik), ezek cseréje két csavar megbontása után lehetséges. A csévetestek fejrésze egyben a trimmer kondenzátor, amelynek lemezeit a kézzel is állítható metetes fejrész szorítja össze. A tekercsek kivezetései háromszor négy érintkezőre vannak kihozva, ezekhez nyomódnak a rugalmas leszedő kefék. Lemezjátszó állásban ezek nem érintkeznek, a kapcsolást a dobváltó oldalán lévő bakelitlemeze szerelt érintkezők végzik, itt található a skálavilágítást kapcsoló érintkezők is.

A Kádár könyvben előforduló hibák kijavítása érdekében is érdemes tanulmányozni a [15] leírást. A restauráláshoz használjunk lehetőleg fekete ellenállásokat, világosbarna papír-, paraffinbevonatú csillám- és Kőporc gyártmányú kerámiakondenzátorokat.

Az előző készülék továbbfejlesztett változata az azonos felépítésű 883–812 A típus, melynek leírását azért érdemes elolvasni [16], mert tartalmazza a sáv szélesség szabályzó egyes állásaihoz tartozó szelektivitás görbéket, és



22. fénykép. Orion 820 A előlről

## 23. fénykép. Orion 820 A pa- nel hátulról

felépítése hasonlít a következő ismertetett készülékéhez. (19.–21. fénykép)

### Orion 820 A

Az utolsó „hagyományos” nagyszuper. Fejlesztésének idején már folynak az FM kísérleti adások, és a novál csövek is a piacon vannak. Az Orion az eddigiektől eltérő formában, de nagyon hasonló konstrukcióval hozta ki ezt a készüléket [17].

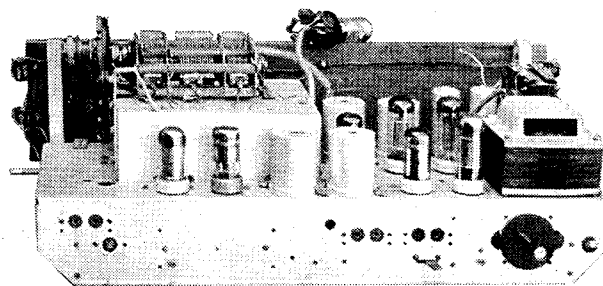
Az ismertetés tekercsadatakat is közöl a helyreállításához. Jelentősebb módosulás a végfok „ultralineár” kialakítása (Williamson kapcsolás) és a sáv szélesség-kapcsolóval együtt működtetett hangszín kapcsoló, amely „széles” állásban magashang kiemelés, „keskeny” állásban magashang vágást végez. Ehhez még egy tárcsát szereltek fel a működtető tengelyre.

A 35 cm hosszú skála lehetővé teszi, hogy a 11 és 13 méteres műsorszóró sáv és az ún. halászsáv is ráférjen a szokványos rövidhullámú sávok mellett a négy nyújtott rövidhullámú skálára. Lendkerék is segíti a skálán a gyors beállítást.

Az egyszerűsödött skálaszerkezet megkönnyíti a készülék kidobozolását, és a készülék kora lehetővé teszi, hogy a restauráláshoz már zöld kristályos szénréteg ellenállásokat és jobb minőségű kondenzátorokat használjunk.

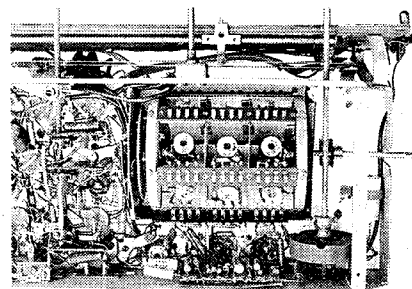
Egyéni értékelés: a gyűjtők még nem mutatnak kellő érdeklődést ezen „fiatalabb” készülékek iránt, pedig teljesítményük alapján nagyobb figyelmet érdemelnének. Érzékenységük minden sávban maximális, szelektivitásuk tetszés szerint beállítható, és hangminőségük is a lehető legjobb, amit AM szupereknel el lehet érni (22.–24. fénykép).

*Kedves olvasóink, a cikkben többször történik hivatkozás a függelékre, amely sajnós terjedelmi okokból kimaradt. A Rádiótechnikában fog megjelenni a 2002. év folyamán. (– A szerk.)*



### Irodalom

- [1] Standard 4455/A készülékismertetés (Nostalgia Rádió Hírújság 2000. febr.)
- [2] Makai István: Korszerű rádiókészülékek rendszere, építése (A szerző kiadása 1941.)
- [3] Dr. Szalay Béla: Rádiótechnika (Stephaneum Nyomda kiadása 1948.)
- [4] Kádár Géza: Bevezetés a rádiótechnikába 3. kiadás (Közlekedési Kiadó 1953.)
- [5] Molnár János, Horváth Lajos: Általános rádióvetéltechnika (Közlekedési Kiadó 1954.)
- [6] Gellért Endre: A Rádióvevőkészülék 2. kiadás (MK 1955.)
- [7] Hrabál László: A százarcú varázsszem (MHS Rádióamatőr füzetei 45. sz. 1962.)
- [8] Makai István: Sávnyújtós nagyszuper hullámváltó nélkül (RT 1954. január, február)
- [9] 15 év Standard Radio (Gyári kiadás 1943.)
- [10] Kiss Tivadar: Rádióévkönyv 1947, 1948, 1949 és kapcsolások könyve (Hungária kiadás 1947–1949.)
- [11] Kádár Géza: Rádiókészülékek kapcsolása I. (Műszaki Könyvkiadó 1956.)
- [12] Jovitz György szerk. Szerviz-kapcsolások 1948. (Népszava Könyvkiadó 1948.)
- [13] Orion 366 típusú készülék (RT 1954/5.)
- [14] Orion 779 típusú készülék (RT 1953/11.)
- [15] Orion-modell 882 ismertetése (RT 1952/9.)
- [16] Orion 812 A típusú készülék (RT 1954/12. és 1955/1.)
- [17] Orion 820 A típusú készülék (RT 1956/2.)



24. fénykép. Orion 820 A dobváltó

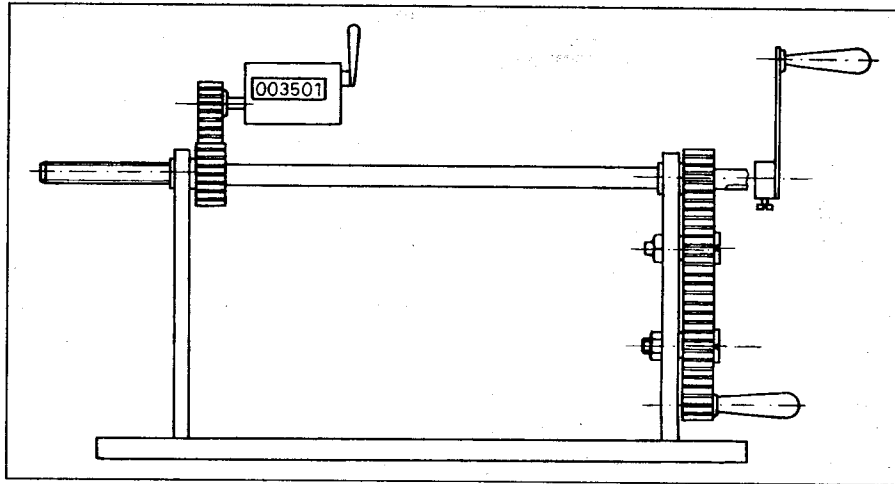
# Hálózati és kimenőtranszformátorok pótlása rádió-vevőkészülékekben és erősítőkben

Plachtovics György

*Cikkünkben azoknak próbálunk segíteni, akik régi készülékek felújítására, restaurálására adták fejüket. Az elektroncsöves rádiók és erősítők ára a műszaki állapotuktól függ. Egy hibás készüléket lényegesen olcsóbban lehet megvásárolni, mint üzemképes társát. A kérdés csak az, hogy meg tudjuk-e javítani? A hibakeresésben (javításban) gyakorlatlan rendelkezők is jónéhányszor elakadnak a transzformátorhibáknál.*

A hálózati vagy a kimenőtranszformátor hibája komoly problémákat okoz. Újratekercselését kevesen vállalják, rendszerint igen drágán. Kézügyességgel, türelemmel mi is megtekereshetjük a szakadt vagy zárlatos transzformátort.

A tekercselés egyik feltétele a tekercselőgép. Nem valószínű, hogy egy régi rádiókat, erősítőket gyűjtő polgár ilyenekkel rendelkezik. Természetesen nem szálvezető, gyári gépre gondolkodj. Kiválóan megfelel egy olyan tekercselő (gép?) amilyennel dolgozom közel harminc éve. A tekercselő vonalas rajza az **1. ábrán** látható. A gép tengelye acélból készült, az átmérője 10 mm, a végére M10-es menetet vágtam. Erre a részre rögzíttem a famaggal ellátott tekercselendő csévét. A famag rögzítése anyacsavarral történik. A tengelyt két perselyezett 10 mm vastag alumíniumlap tartja, amely az alaplaphoz van csavarozva. A tengely másik végén fogaskerék található, vége kilóg, erre lehet rácsavarozni a hajtókart. A hajtókkal az 1:1 áttételt valósítjuk meg. Vastag huzal tekercselésénél használjuk. A tengelyen lévő fogaskerekhez kapcsolódik egy hasonló fogszámú fogaskerék. Ennek szerepe a forgásirány visszaállítás. A második fogaskereket egy nagyobb átmérőjű fogaskerék hajtja meg. Az áttétel 5:1 arányú. Természetesen kisebb is lehet például 2,5:1-hez. Ezt az áttételt vékony, sokmenetű tekercsnél használjuk. A nagyméretű fogaskerék külső peremén hajtókar található, ezzel hozzuk mozgásba a gépet.



1. ábra. Tekercselőgép vonalas rajza

A számláló nullázható kivitelű. Egy tengelyfordulatra egy értékkel lép tovább. Oda-vissza (fel és le) számlál. A tekercselőgép tengelyével 1:1-hez fogaskerék áttétellel csatlakozik. A szálvezetést kézzel végezzük. Némi gyakorlattal menet menet mellé tekercselhető ezzel a géppel.

Kézifúró (ún. amerikai) segítségével is lehet tekercselni. Megjegyezzük a hajtókar és a tengely közötti áttételt; ez általában 1:2-höz. Vagyis a hajtókar egyszeri körbefordulására a tokmány (tengely) két fordulatot végez. A kézifúrót satuba szorítjuk, a tokmányába menettel ellátott tengelyt szorítunk. Erre fogjuk fel a középen átfúrt famagot, amely a csévetesten található. Működtetjük a kézifúrót, a másik kezünk

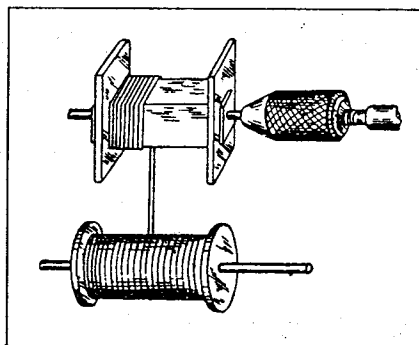
pedig a huzal vezetését végezzük. Ezt szemlélteti a **2. ábra**.

A transzformátor az elmúlt évtizedek folyamán jelentős fejlődésen ment keresztül. Az 1930-as, '40-es években a mag és a köpeny transzformátor terjedt el. A mag forma a **3.a ábrán**, míg a köpeny forma a **3.b ábrán** látható. A köpeny típusú transzformátorlemez tovább osztható M és EI lemezekre. Ezeket szemlélteti a **4. ábra**. A hiperszil vasanyag, toroid valamint tekercselt szalagmag formájában az 1960-as évek után került használatba, akkor is a műszertechnikában, a drágább berendezésekben.

Minden igazi gyűjtő lehetőleg az eredeti állapotában szeretné a készüléket működtetni. Vagyis azzal a transzformátorlemezrel, az eredeti menetszámmal, tekercseléssel, ahogyan azt a konstruktőrök 40...60 évvel ezelőtt megvalósították.

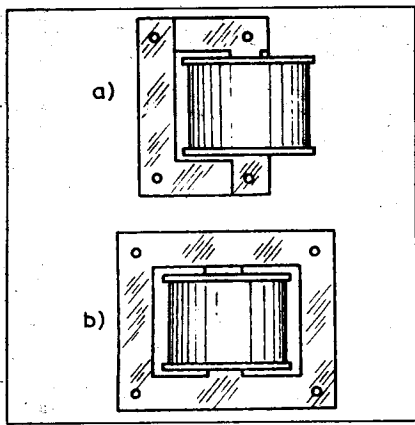
## Hálózati transzformátorok pótlása

Minden berendezés lelke a tápegység. A tápegység a hálózati transzformátorból, az egyenirányítóból, valamint a szűrőegységből áll. A hálózati transzformátor feladata a hálózati feszültségből a fűtő és az anód váltakozó feszültség előállítás. Gyakori hibája a leégés (menetzárlat). Legtöbbször az



2. ábra. Tekercselés kézi fúróval (furdanccsal)

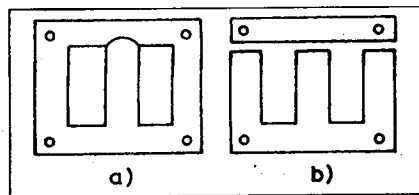




3. ábra. Mag típusú (a) és köpeny típusú (b) transzformátor

egyenirányító vagy a szűrőegység zárlatától következik be a transzformátor pusztulása. Ritkább valamelyik tekercs megszakadása. A javítás menete a következő.

Kiszerejük a hibás hálózati transzformátort. Célszerű a kiforrasztott vezetéseket megjelölni, így a beszerelés könnyebben megy majd. A régi berendezéseket többféle hálózati feszültségre készítették. A megfelelő hálózati feszültséget egy speciális, sokállású kapcsolóval lehetett beállítani. A gyakorlatban két változat terjedt el: a két félttekercses és a leágazásos primer tekercs. A két félttekercs bekötését az 5.a



4. ábra. M (a) és EI (b) típusú vasmagok

ábrán láthatjuk, míg a leágazásos tekercs kialakítását az 5.b ábra szemlélteti.

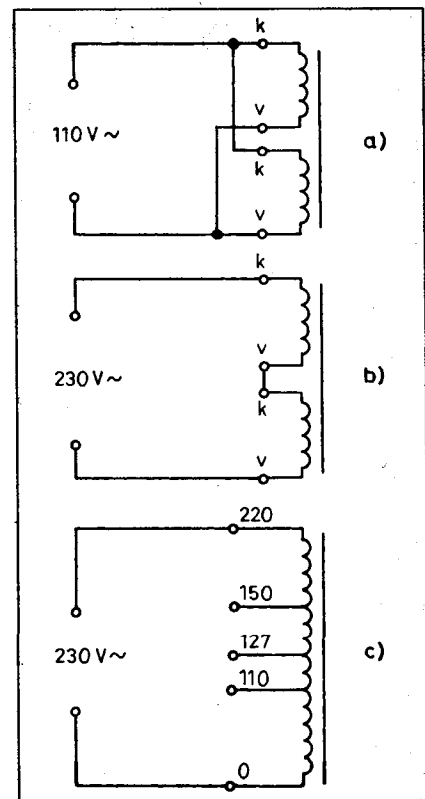
A hálózati feszültség névértéke napjainkban már 230 V (RT 1994/7). A régi gyártású készülékeket természetesen még a 220 V-os hálózati feszültségre tervezték. Ez a kb. 4,5%-os feszültségnövekedés a működésben nem okoz problémát az eredeti menetszámok esetén sem.

A kiépített transzformátort szétszereljük. Első lépés a transzformátorlemezeket összeszorító csavarok és/vagy kengyelek eltávolítása, s a lemezek kiszedése a csévetestből. Ez a művelet az impregnált transzformátoroknál gondot okozhat. Egyes gyártók a megtekercselt, bevasalt transzformátort impregnáltak. A impregnálóanyag transzformátorviasz (cerezin), vagy szesz-lakk volt. A különböző műgyanták 40...50 évvel ezelőtt még nem voltak használatban.

A viasszal kezelt transzformátorból nehéz kitermelni a vasmagot. Megkönnyíthető a munka a következőképpen. A transzformátort sütőbe helyezük. Lassan felmelegítjük kb. 60...70 °C-ra. Ezen a hőmérsékleten a viasz már lágú, a lemezek könnyen kivethetők. A transzformátort használaton kívüli edénybe vagy tepsibe helyezve melegítjük. Előfordulhat, hogy némi viasz kifolyik a transzformátorból...

A szesz-lakkal impregnált transzformátorokat könnyen szétszedhetjük. Az előregedett lakk fekete por formájában hullik le a kihúzott lemezekről.

Következő lépés a csévén lévő primer és szekunder tekercsek meneteinek megszámlálása. A csévetestbe méretes famagot helyezünk. A famagot rögzítjük a tekercselőgép tengelyén oly módon, hogy a letekert huzal a számlá-

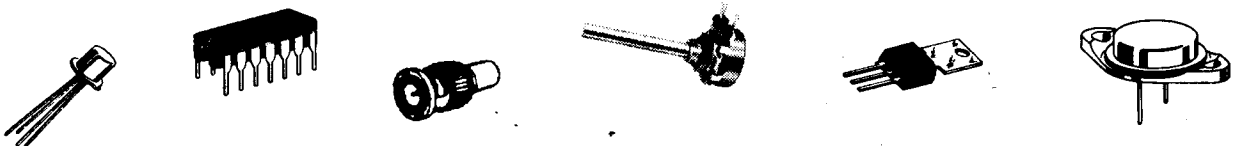


5. ábra. Primer tekercsek bekötései

lót felfelé mozgatja. Elkezdjük a leégett huzal meneteinek megszámlálását. Jegyezzük fel a kivezetések sorrendjét (melyik oldal) és az egyes tekercsek menetszámát. Mérjük meg az egyes tekercsek huzalátmérőjét mikrométerrel. Készítsünk rajzot vagy táblázatot a transzformátorról. Ezen szerepel a tekercselési sorrend, a kivezetések sorrendje, a szükséges szigetelések s a előírt huzalátmérő.

Előfordul, hogy az anódfeszültség-előállító tekercs (ez a legvékonyabb huzal) úgy összeég, hogy nem tudjuk pontosan leszámolni. A régi készülék-

Belenézett már a HAM-BAZÁR kínálatába?



Megtalálható a RÁDIÓTECHNIKA és a Elektronika lapokban!

kek csöves, rendszerint kétutas egyenirányítóval működtek. A 180°-kal eltolt azonos feszültséget adó, középleágazásos tekercs általában a transzformátor közepén helyezkedett el. Amennyiben csak az egyik oldalt tudjuk leszámolni, a teljes menetszám ennek a kétszerese. Ha egyáltalán nem sikerül az anódttekercs menetszámát megállapítani, akkor a következőképpen járunk el. Kapcsolási rajzról megkeressük az egyenirányító cső katódján lévő feszültséget. Az elektroncsöves egyenirányítók belsőellenállása akkora, hogy a létrejövő egyenfeszültség nagyjából megegyezik az anódváltakozó feszültséggel. Példával illusztrálva: az egyenirányító cső katódján (az első pufferkondenzátor pozitív fegyverzetén) 280 V-os feszültség van. Ekkor a hálózati transzformátor anódttekercse kb.  $2 \times 260$  V-os.

A voltonkénti menetszámot az elektroncsövek fűtőtekercséből lehet pontosan visszaszámolni. Nézzünk egy példát: a fűtőtekercs menetszáma 25, leadott feszültsége 6,3 V. A voltonkénti menetszám tehát

$$\frac{25 \text{ me.}}{6,3 \text{ V}} = 4 \text{ menet/V.}$$

Ennek ismeretében a többi tekercs menetszáma könnyen kiszámítható. A primer tekercs menetszámát a rézvesztés kompenzálása céljából 5%-kal csökkentjük (megszorozzuk 0,95-dal). Az ily módon kiszámított hálózati transzformátor az eredeti feszültséget produkálja.

A primer (hálózati) tekercs elkészítésénél a következő lehetőségünk van. Elkészítjük az eredeti, többleágazásos tekercset. Ez munkaigényes, sok veszteséggel jár. Amennyiben nem törekszünk a teljes korhűsítésre, a tekercselést leegyszerűsíthetjük. Egy 220 V-os (vagy 230 V-ra átszámolt) primer tekercset készítünk. A huzalátmérő az utolsó, a 220 V-os tekercsnél használt vastagság. A leágazásos tekercsnél a 110 V-os primer vastagabb huzalból készül, mint a hozzákapcsolódó 220 V-os tekercsrész. A primer teljesítménye adott (nem változik a különböző hálózati feszültségeknél). Ezért a 110 V-os hálózati feszültségnél kétszer akkora áramot vesz fel a készülék, mint 220 V-os hálózat esetén. A nagyobb áramhoz vastagabb huzal szükséges.

Igen ritkán de előfordul, hogy olyan készülékhez jutunk (rádióvevő, erősítő), amelynek szénégetett hálózati

transzformátorát kiépítették, kidobták. A feladat a következő: hasonló vagy eredeti vasmagra elkészíteni a hálózati transzformátort. Némi utánjárással hagyományos lemezelt magot (bontott, használt) be lehet szerezni. Az alábbiakban a mértezéshez próbálunk segítséget nyújtani.

Első feladat kideríteni, meghatározni a transzformátor feszültségeit. Következő lépés a transzformátor teljesítményének kiszámítása. Elektroncsöves berendezéseknél a fűtőteliesség rendszerint nagyobb, mint a táp (anód) teljesítmény. A fűtőteliesség számításakor vegyük figyelembe a skála-világítás izzóit is. Nézzük egy átlagos vevőkészülék csökészletét:

Alkatrész	Feszültség	Áramfelvétel
ECH81	6,3 V	0,3 A
ECH81	6,3 V	0,3 A
EBL21	6,3 V	0,8 A
EZ80	6,3 V	0,6 A
Skálaizzó 2 db	6,3 V	0,6 A
Összesen		2,6 A
Teljesítményfelvétel $\approx 17$ W		

Katalógusból kijegyzeteljük a csővenkénti áramfelvételt. Több munkapont esetén a nagyobb áramot választjuk.

Elektroncső (funkció)	Csőrész	Anódáram
ECH81 (keverőként)	trióda heptóda	5 mA 11,8 mA
ECH81 (KF-erősítőként) (HF-erősítőként)	heptóda trióda	11,8 mA 1,25 mA
EBL21 (végerősítő)	pentóda	41,1 mA
Összesen		71 mA

Az anódfeszültséget 250 V-ra választva az anód (egyenáramú) teljesítmény számított értéke (most is felkerítve) 18 W. A csöves egyenirányítók belsőellenállása lényegesen nagyobb, mint a germánium vagy szilíciumdiódás társaiké. A csöves egyenirányítóknál, kétutas egyenirányítás esetén 1,4-dal megszorozzuk az egyenáramú teljesítményt, így kapjuk meg a szükséges váltakozóáramú teljesítményt. Esetünkben  $18 \times 1,4 \approx 25$  W.

A szekunderoldali teljesítmény a fűtős és az anódteljesítmény összege:

$$P_{\text{szek}} = 17 + 25 = 42 \text{ W.}$$

A transzformátor sajnos nem veszteségmentes átalakító. Vesztesége három részből tevődik össze:

### Hiszterézisvesztés

A váltakozó árammal létrehozott mágneses mező pólusai periódikusan változnak, így a benne lévő vasmag folyamatosan átmágneseződik. A vasmag ennek valamelyest ellenáll, így ehhez energia szükséges. Ez az energia hővé alakul át.

### Örvényáramú veszteség

A transzformátor vasmagja indukció szemponjtjából úgy viselkedik, mint egy egyenes tekercs. A mágneses mező hatására áram indukálódik. Ez az örvényáram, amely egyrészt hővé alakul, másrészt az erővonalakat a vasmag külsejébe szorítja. Ezáltal növekszik a transzformátor mágneses szórása, csökken a hasznos vasmagkeresztmetszet. Az örvényáramú veszteséget vékony, egymástól galvanikusan elszigetelt transzformátorlemez alkalmazásával csökkenthetjük.

A két veszteséget együttesen veszteségnek nevezzük. A jó minőségű transzformátorlemez vesztesége 1,1...2,5 W/kg. A műszaki irodalom ezt fajlagos *vasvesztés*nek nevezi.

### Rézvesztés

Ez alatt a primer és szekunder tekercsek rézellenállásából eredő veszteséget értjük.

Ezek a tényezők együttesen szabják meg a hálózati transzformátorok hatásfokát. A kisebb teljesítményű transzformátorok hatásfoka rosszabb, mint a közepes vagy a nagyobb teljesítményű társaiké. A kiszámolt szekunder teljesítményt a hatásfok figyelembe vételével korrigálni kell, így kapjuk meg a primeroldali teljesítményt. Ennek ismeretében egy tapasztalati képlet az effektív vaskeresztmetszet kiszámításához:

$$q = g \cdot \sqrt{P_p}, \text{ ahol}$$

$q$  = effektív vaskeresztmetszet [cm<sup>2</sup>],

$g$  = vastényező,

$P_p$  = primeroldali teljesítmény.

A hatásfok a transzformátor teljesítményének függvényében a következőképpen változik.

$P_p$	Hatásfok
10...50 W	0,5...0,7
50...100 W	0,7...0,8
100...500 W	0,8...0,9

Visszatérve transzformátorunkhoz: a szekunderoldali teljesítmény 42 W. Közel optimális hatásfokot feltételezve a primer teljesítménye 55 W. A vasté nyező függ a teljesítménytől, valamint a vasmag mágneses tulajdonságaitól. Ha a primeroldali teljesítmény 50...100 W, akkor  $g = 0,9...1$ . A vasmag keresztmetszete tehát:

$$q = g \cdot \sqrt{P_p} = 1 \cdot \sqrt{54} = 7,4 \text{ cm}^2.$$

A geometriai vaskeresztmetszet enél nagyobb. Minden egyes lemezen papír, lakk vagy foszfátizált szigetelés található. Ennek figyelembe vételével a geometriai vaskeresztmetszet:

$$\frac{q}{0,85} \text{ cm}^2 = \frac{7,4}{0,85} = 8,7 \text{ cm}^2.$$

Miután kiszámítottuk a vasmag keresztmetszetét, meghatározzuk a voltonkénti menetszámot. Ún. ökölszabályként vált ismertté: a voltonkénti menetszám = 50 / az effektív vaskeresztmetszet, utóbbi  $\text{cm}^2$ -ben. Ennél pontosabb eredményt ad a következő képlet:

$$\frac{10^8}{4,44 \cdot f \cdot B \cdot q} = \frac{n}{V}, \text{ ahol}$$

$f$  = frekvencia [Hz],

$B$  = mágneses indukció a vasmagban [gauss],

$q$  = effektív vasmagkeresztmetszet [ $\text{cm}^2$ ].

A szilícium ötvözetű vasanyagoknál 10 ezer gauss mágnesezést enged-

hetünk meg. Rossz minőségű vasanyagnál a túlmelegedés megelőzése érdekében 8000...9000 gauss a javasolt gerjesztés.

Az ily módon kiszámított primer menetszámot 5%-kal csökkentjük, míg a szekunder menetszámokat 5%-kal növeljük. Ezzel kompenzáljuk a rézvesztés (mind a két módszerrel kiszámolt menetszámra vonatkozik).

A huzalátmérők kiszámításához a primeroldali teljesítmény és a hálózati feszültség hányadosából indulunk ki:

$$I_p = \frac{P_p}{U} = \frac{54}{230} = 0,235 \text{ A, ahol}$$

$I_p$  = primer áram [A],

$P_p$  = primer teljesítmény [W],

$U$  = hálózati feszültség [V].

A túlmelegedés elkerülése érdekében 2,5  $\text{A/mm}^2$ -es áramsűrűséggel számolunk. Így:

$$d = 0,7 \cdot \sqrt{I}, \text{ ahol}$$

$d$  = huzalátmérő [mm],

$I$  = áramerősség [A].

A voltonkénti menetszámot az egyszerűbb módszerrel számolva:

$$\frac{50}{q} = \frac{50}{7,4} = 6,8 \text{ menet/V.}$$

A 230 V-os primer menetszám  $6,8 \times 230 = 1564$  menet. A rézvesztés kompenzálására 5%-kal csökkentjük a menetszámot:  $1564 \times 0,95 = 1485$  menet. A szükséges huzalátmérő:

$$d = 0,7 \cdot \sqrt{0,235} = 0,34 \text{ mm.}$$

A legközelebbi szabványos huzalátmérő 0,35 mm. Az egyenirányító cső fűtőtekercsét – a katód és a fűtőszál közötti átütés veszélyét csökkentendő – különállóra készítjük el. Az EZ80

fűtőárama 0,6 A. Az előbbi képlettel számolva a huzalátmérő:

$$d = 0,7 \cdot \sqrt{0,6} = 0,54 \approx 0,55 \text{ mm.}$$

A skálaizzók és a többi cső fűtőárama összesen 2 A-t tesz ki, ezekhez

$$d = 0,7 \cdot \sqrt{2} = 1 \text{ mm}$$

átmérőjű huzal szükséges. A menetszám 6,3 V-ra:  $6,8 \times 6,3 = 42,8$ . A rézvesztés figyelembe véve 5%-kal növeljük a menetszámot:  $42,8 \times 1,05 = 45$  menet.

Az anódfeszültséget előállító közepleágazásos tekercs számítása következik. A tekercs  $2 \times 240$  V váltakozó feszültséget kell, hogy szolgáltatson. Az egyenirányító belsőellenállás figyelembe véve a katódon (tehát az első pufferkondenzátoron) kb. 250 V egyenfeszültség jelenik meg. A szükséges menetszám:  $6,8 \times 240 = 1632$ .

A rézvesztés miatt 5%-kal növeljük a menetszámot:  $1632 \times 1,05 = 1710$  menet.

A huzalátmérő:

$$d = 0,7 \cdot \sqrt{0,071} = 0,187 \approx 0,2 \text{ mm.}$$

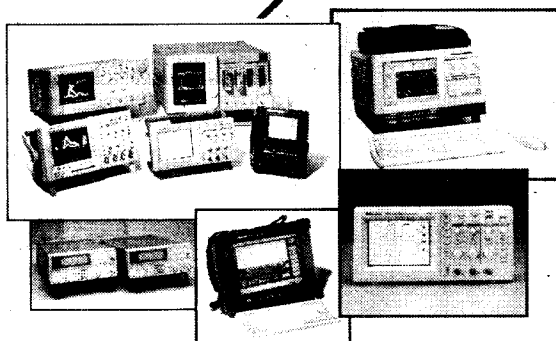
A transzformátor tekercsadatai tehát a következők:

Tekercs	Menetszám	Huzal
<i>Primer</i>		
230 V	1485	Ø0,35 mm
<i>Szekunderek</i>		
6,3 V/2 A	45	Ø1 mm
6,3 V/0,6 A	45	Ø0,55 mm
2 × 240 V (anód)	3420 (leágazás 1710-nél)	Ø0,2 mm

Az ajánlott tekercselési sorrend: alul helyezkedik el a primer; három sor

# Tektronix®

## A mérőműszerek teljes kínálata



Digitális-foszfor oszcilloszkópok  
Digitális tárolós oszcilloszkópok  
Kézi oszcilloszkópok  
Protokoll-analízátorok  
Logikai analízátorok  
Valós idejű spektrumanalízátorok  
Optikai reflexiómérők

PC-kártya oszcilloszkópok  
PC-kártya gejelgenerátorok  
Video jelgenerátorok  
Video képmínőség-mérők  
SDH/SONET teszter  
Tápegységek  
Jelgenerátorok

Forgalmazó:



**FOLDER TRADE**

Kft.

H-1132 Budapest, Victor Hugo u. 18-22.  
Tel./fax: 349-0140, 349-7189, 239-3254

[www.foldertrade.hu](http://www.foldertrade.hu)  
[folder@foldertrade.hu](mailto:folder@foldertrade.hu)

0,15...0,2 mm-es prespánszigetelés után az anódekeres következik; újabb három sor szigetelés után az egyirányító fűtőtekerce, majd még három sor prespánszigetelés után a többi cső fűtőtekerce jön. Az egyes sorok között vékony transzformátorpapír-, hostafánfólia- vagy kondenzátorpapír-szigetelést alkalmazunk.

### Kimenőtranszformátorok pótlása

A végcsövek optimális terhelőellenállása néhány ezer ohm, míg a hangszóró lengőtekercsének impedanciája általában 4 és 16 Ω közötti érték. A hangszórót a végerősítőcsőhöz kimenőtranszformátoron keresztül kapcsoljuk, amely lényegében impedanciaváltást produkál. A kimenőtranszformátor az alábbi követelményeknek kell, hogy eleget tegyen: vesztesége kicsi, hatásfoka jó; a hangfrekvenciás sávban alacsony torzítás mellett egyenletes átvitelt kell biztosítania.

A vasmagos transzformátorok csatlósi tényezője gyakorlatilag 1 értékű. A transzformátor az ellenállást a menetszámok négyzetének arányában viszi át. Az áttétel értéke az ellenállások viszonyából kiszámítható:

$$\hat{a} = \frac{n_p}{n_{sz}} = \sqrt{\frac{R_{opt}}{R_{terh}}}, \text{ ahol}$$

- $\hat{a}$  = áttétel,
- $n_p$  = primer menetszám,
- $n_{sz}$  = szekunder menetszám,
- $R_{opt}$  = optimális illesztőellenállás [Ω],
- $R_{terh}$  = hangszóró lengőtekercsének impedanciája [Ω].

A rádióvevő-készülékek – néhány kivételtől eltekintve – szimpla A-osztályú végerősítővel készültek. Csőtípusától függően 2...5 W kimenőteljesítményt produkáltak 5...10%-os jelalaktorzítás mellett. A kimenőtranszformátorok többnyire EI formátumú magra készültek. Az átfolyó anódegyenáram előmágnesező hatását a minimumra csökkentendő, a lemezeket légréssel rakták össze. A légrést prespáncsík biztosította, amelyet az E és az I forma közé helyeztek.

A kimenőtranszformátorok gyakori hibája a szakadás; rendszerint a primer (anódköri) tekercsnél következik be. A primer tekeres néhány ezer menetes, huzalátmérője 0,14...0,25 mm, de a kivezetéseit vastagabb huzalból készítik.

1. táblázat. Kimenőtranszformátor adatai egy végcsőhöz. A légrés 0,2 mm-es

P [W]	$R_{opt}$ [kΩ]	$I_a$ [mA]	$f_a$ [Hz]	$q_v$ [cm <sup>2</sup> ]	L [H]	$n_1$ [menet]	$d_1$ [mm]	$q_{a1}$ [cm <sup>2</sup> ]
1	10	10	100	1	14	6000	0,08	0,7
2	10	20	100	2	14	5500	0,1	0,9
4	7	36	80	3,5	12	4000	0,15	1,4
4	7	36	60	4	17	4500	0,15	1,6
4	4,5	45	80	3,5	8	3200	0,18	1,6
4	4,5	45	60	4	10	3400	0,18	1,7
8	3,5	72	60	6	8	3000	0,2	1,8
10	2,5	100	50	10	8	2500	0,22	1,7
12	2,5	100	40	12	9	2300	0,22	1,6

Tapasztalataim szerint a szakadás itt szokott bekövetkezni. Ennek több oka is lehet. A forrasztás a tekercselőhuzal és a vastagabb kivezető között tökéletlen. Pl. rosszul tisztították meg a tekercselőhuzalt. Esetleg savas anyagot használtak a forrasztásnál, ez később elmarta a vékony tekercselőhuzalt. Az 1960-as években az ORION gyár a tekercesek kezdet-vég rögzítéséhez vászon alapú szigetelő szalagot használt. Ennek ragacsos része ként tartalmazott, amely a vékony huzalt a kiforrasztásnál „megette”. Abban az időben az AT403...505 típusú televíziókészülékek függőleges eltérítésében lévő blockingtranszformátorai szakadtak meg igen sűrűn a fent leírtak miatt. Nem mindegy tehát, hogy milyen anyagokat használunk fel a tekerceselés folyamán.

Ritkábban előforduló hiba a menetzárlat. Ez rendszerint akkor következik be, amikor üzem közben leszakad a szekunderoldali terhelés; oka lehet rossz forrasztás, a hangszóró lengőtekercsének vagy a kivezető sodratának szakadása. Hlyenkor a terheletlen primerkörben megugrik az anódváltakozó feszültség, amely a megöregedett vagy rosszul megtekereselt transzformátor átütését, menetzárlatát okozza. A régebbi gyártású kimenőtranszformátorokat magas olvadáspontú viaszban (cerezin) vagy szeszalakkban impregnálták. Néha vasmaggal együtt, a komplett transzformátort tették az impregnáló anyagba. Ezeket nehezebb szétszedni, mert a vasmag lemezei összetapadtak. Szerencsére hőre lágyulnak ezek az anyagok. A hálózati transzformátornál leírt módszer szerint

próbáljuk szétszedni a hibás kimenőtranszformátort.

Leszámoljuk a primer és szekunder menetszámait. Megjegyezzük a tekercesek sorrendjét és a szigetelés kialakítását. Általában a vasmaghoz közel lévő tekeres a szekunder. A primer tekercest rendszerint e felett helyezték el.

Előfordul, hogy az anódköri (primer) tekercest nem tudjuk pontosan leszámolni. Az ismeretlen primermenetszám a következőképpen számolható ki. Katalógusból kikeressük a végerősítőcső optimális illesztőellenállását. A részletes katalógusok több munkaponti beállítást is megadnak. Keressük meg a legmegfelelőbb beállítást. A szekunder menetszámát könnyű megszámlálni, mert ez vastag huzalból készült.

Maradjunk a hálózati transzformátor méretezésénél példának felhozott EBL21 végcsőnél. Katalógusadatai:  $U_a = 250$  V,  $I_a = 36$  mA,  $R_a = 7$  kΩ. A hangszóró lengőtekercsének impedanciája 4 Ω. Az áttétel:

$$\hat{a} = \sqrt{\frac{7000}{4}}$$

A hibás kimenőtranszformátor szekunder tekercsének menetszáma 90 menet. Az áttétel képletéből eredően

$$\hat{a} = \frac{n_p}{n_{sz}} \rightarrow n_p = \hat{a} \cdot n_{sz} = 42 \cdot 90 = 3780$$

a primer (az anódköri) tekeres menetszáma. A huzalátmérőt a lebontott transzformátor tekereseiről teszedett huzalból méréssel állapítjuk meg.

Megmérjük a hangszóró lengőtekercsének ellenállását. Az egyenáramú (DC) műszerrel mért lengőtekeresellenállás némileg kisebb, mint a váltóá-

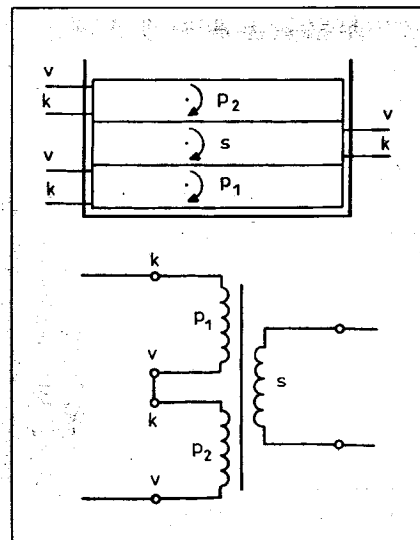
ramú ellenállás, azaz az impedancia. A hangszórók lengőtekercsének névleges impedanciáját általában  $f = 1$  kHz frekvenciára adják meg; az egyenáramú ellenállás ennek kb. a 0,8 része.

A kimenőtranszformátor méretezése nagy gyakorlatot igényel. Többféle méretezés ismeretes. Előfordul, hogy a transzformátor bemérések nem hozza a vár eredményt. Ilyenkor korrigáljuk a menetszámot esetleg a tekercsek osztását, elhelyezését.

A rádió-vevőkészülékek végerősítője 5...10% jelalaktorzítással adja le a névleges kimenőteltjesítményét. A kommersz végerősítőknél nincs „kihegyezve” a kimenőtranszformátor. Ily módon az első számítással megtekercselt transzformátor is kielégítő eredményt ad.

Az 1. táblázatban szimpla, A-osztályú, a 2. táblázatban pedig ellenütemű transzformátorokhoz találunk adatokat. (A táblázatok forrása Kádár Géza: „Rádióveteltechnikai ismeretek” című könyve; Műszaki Könyvkiadó 1963.) A jelölések értelme a következő:

- $P$  = a végcső maximális hangfrekvenciás teljesítménye,
- $R_{opt}$  = a végcső illesztő-ellenállása,
- $R_{aa}$  = illesztő-ellenállás anódtól anódig,
- $f_a$  = alsó határfrekvencia,
- $f_f$  = felső határfrekvencia,
- $I_a$  = végcső anódegyenárama,
- $L$  = primer önindukció,
- $n_1$  = primer menetszám,
- $d_1$  = primer huzalátmérő,
- $q_v$  = vasmagkeresztmetszet,



6. ábra. Osztott kimenőtranszformátor rádióvevőbe

2. táblázat. Ellenütemű kimenőtranszformátor adatai (légrés nélküli)

$P$ [W]	$R_{aa}$ [kΩ]	$f_a$ [Hz]	$f_f$ [Hz]	$q_v$ [cm <sup>2</sup> ]	$n_1, 2 \times$ [menet]	$d_1$ [mm]	$q_{a1}$ [cm <sup>2</sup> ]
2	16	80	8000	2	1800	0,1	0,6
5	12	80	8000	3	1800	0,15	1,5
8	5	60	10000	5	1200	0,16	1,1
15	2	30	10000	8	900	0,2	1,3
35	4	50	15000	12,5	850	0,2	1,2
70	2	40	15000	25	800	0,35	2,6
100	10	40	15000	18	1100	0,2	1,5

$q_{a1}$  = primer menetek számára szükséges ablakméret.

Ezekből a táblázatokból ki tudjuk választani azt az adatsort, amely a céljainknak a legjobban megfelel.

A régi gyártású rádió-vevőkészülékek csak amplitúdómodulált (AM) adók vételére voltak alkalmasak. A frekvenciamodulált (FM) adások vételére is szolgáló rádiókat az ORION gyártotta 1955-től. Ezek hangja (az URH sávban) tiszta, élethű volt. Az FM-sávban a magashangok átvitelét a hangfrekvenciás fokozatban lévő kimenőtranszformátor, valamint a hozzá kapcsolódó hangszóró határozta meg. A kimenőtranszformátor primer tekercsét kétfelé osztották. A szekunder tekercs a két primer tekercs között foglalt helyet. Ez a geometriai elrendezés jelentősen javította a magashangátvitelt. A tekercsek sorrendjét, valamint kapcsolását szemlélteti a 6. ábra.

A hangerősítők a nagyobb kimenőteltjesítmény érdekében ellenütemű végerősítővel készülnek. Ezek kimenőtranszformátorát a megfelelő átvitelhez osztott tekercseléssel készítik. Előző („csöves”) cikkeimben több rajtot is találhatunk a tekercsek osztására, elhelyezésére. A táblázatból kikeressük azt az adatsort, amely a céljainknak megfelel. Ezután elkészítjük a tekercselési rajtot. A nagyobb illesztőellenállású ( $R_{aa}$ ) transzformátor primer tekercsét több részre kell osztani.

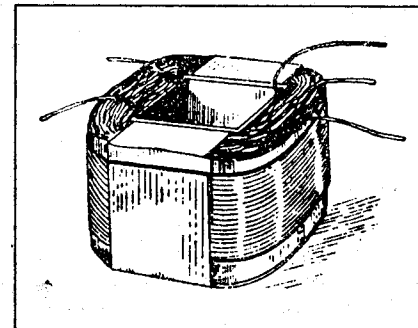
Alacsony illesztőellenállásnál négy...hat osztás elegendő anódtól anódig. A primer és szekunder tekercsek kezdet-végeit jelöljük, hogy a rajz szerinti összekötésnél a sorrendet be tudjuk tartani.

Kimenőtranszformátoroknál nagyobb áramsűrűséget engedünk meg; pl. 3 A/mm<sup>2</sup> áramsűrűsége a huzalátmérő:

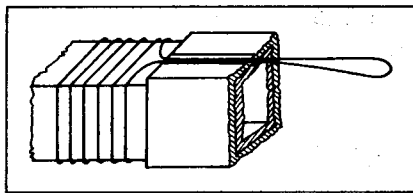
$$d = 0,66 \cdot \sqrt{I}$$

Természetesen mindig a lehető legnagyobb átmérőjű huzalból készítsük a tekercsüket, amennyire a vasmag ablaknyílása engedi. Így a rézellenállás kedvezőbb, a hatásfok jobb.

Sajnos a régi transzformátorok között nagyon sok készült önhordó (cséveoldallap nélküli) kivitelben. Ezt a fajta tekercskialakítást szemlélteti a 7. ábra. Ennél a felépítésnél a tekercs belseje vastag, kb. 0,8...1 mm-es prespánból összeragasztott négyzet vagy téglalap formájú hüvely. Ennek belsejébe jön a transzformátorlemez. A hüvely hossza  $M$  mag esetén végenként 2...3 mm-rel rövidebb, mint a lemez belső nyílása. Erre azért van szükség, hogy a lemezeket könnyűszerrel behelyezzen. A huzalt menet mellé tekercseljük, lehetőleg szorosan. A széleknél kb. 2...3 mm hézagot hagyunk, vagyis nem vesszük ki a meneteket a hüvely széléig. Soronként szigetelünk. A sor széleinél a tekercs meneteit leragasztjuk, nehogy később kicsússzanak. Előfordul, hogy a kivezetés a sor közepére esik. Ilyenkor a huzalt összesodorjuk (megfelelő hosszúságban), majd a sort végigtekercseljük. Ezután szigetelőanyagot helyezünk a



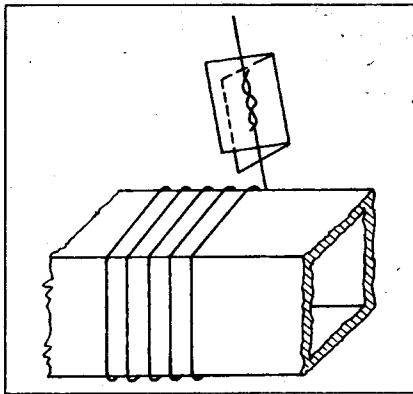
7. ábra. Önhordó tekercstest



8. ábra. Kivezetés készítése

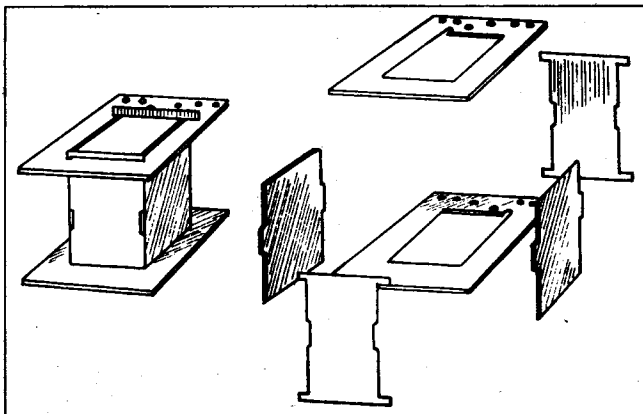
kivezetés és a menetek közé. A kivezetésre műanyagcsövet húzunk, majd az egészet leragasztjuk. Ezzel a módszerrel elkerüljük, hogy a későbbiekben menetzárlat keletkezzen a keresztbe menő tekercselőhuzalon. Gyakorlati megvalósítás a 8. ábrán látható.

Vékony huzal tekercselésekor előfordul, hogy a túlzott feszítés miatt azt elszakítjuk. Különösen bosszantó, ha

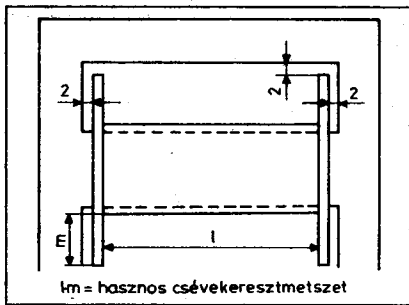


9. ábra. Tekercsen belüli huzaltolás

már a tekercs vége felé járunk. Az összeforrasztást a következő sorrendben végezzük el. Annyit vágunk le a huzalból, hogy a forrasztás ne az ablaknyílásba essen. Beónozzuk a huzalvégeket. A vastagabb huzal szigetelését



11. ábra. Összerakható csévetest



10. ábra. Javasolt hézagok a csévetesten

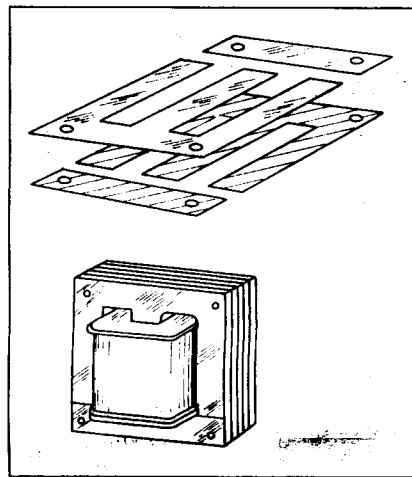
csiszolópapír vagy kés segítségével eltávolítjuk.

Vékony huzal végét pl. a szigetelése túlhevítésével tisztíthatjuk meg. Egy kis tálkába denaturált szeszt (spirituszt) öntünk. Ezt meggyújtjuk, a huzal végét a láng magában tartjuk addig, amíg fel nem izzik cseresznyepirosra. Ekkor hirtelen mozdulattal a denaturált szeszebe nyomjuk az izzó huzalvéget, majd gyors mozdulattal kirántjuk. A huzalvég tiszta, oxidmentes gyantás ónnal jól forrasztható. (Ezzel a módszerrel tisztítottuk a litzehuzalból készült tekercsek kivezetéseit.)

A másik módszer műanyag-zománc szigetelésnél hoz jó eredményt. Ma már az ipar ezt a típust gyártja. Jelölése Mz, ill. dupla szigetelés esetén Mzz. Papír vagy fa lapra gyantát csepegtetünk. Erre ráhelyezzük a tisztítandó huzalt, majd a páka hegyét enyhén rányomva többször végighúzzuk. A szigetelés meglágyul, a gyantás ón szépen végigfut a huzalvégen. Az összesodort vezetéket megforrasztjuk.

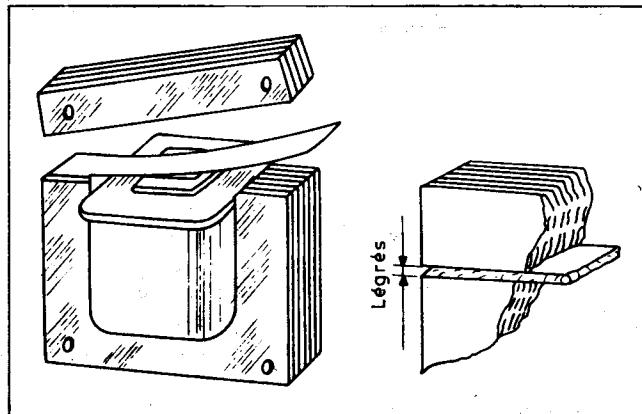
Szigetelésnek transzformátorpapír- vagy varniszvaszon-csíkot használunk. A szigetelés elhelyezését a 9. ábra szemlélteti.

Leégett transzformátor csévetestje gyakran már használhatatlan. Az elszenneseedett bakelit vagy prespán csévelemek törekenyek, szigetelőképességük leromlott. Újat kell készíteni. Csévetest készítése munkaigényes feladat. Alapanyagnak 1...2 mm vastag textilbakelit-lemezt használunk. Először elkészítjük a „szabásmintát”. Lerajzoljuk az oldallapot, a belső összepattintható hüvelyrészt. Ezután lombfűrészszel kivágjuk a lerajzolt darabokat, majd reszelővel méretre hozzuk az egyes elemeket. A cséve oldallapján furatokat készítünk, amelyeken az egyes tekercsek kezdet-végeit kivezetjük. Összepattintjuk a kiszabott részeket. Megnézzük, hogy a vasmag lemezei könnyen behelyezhetőek-e.

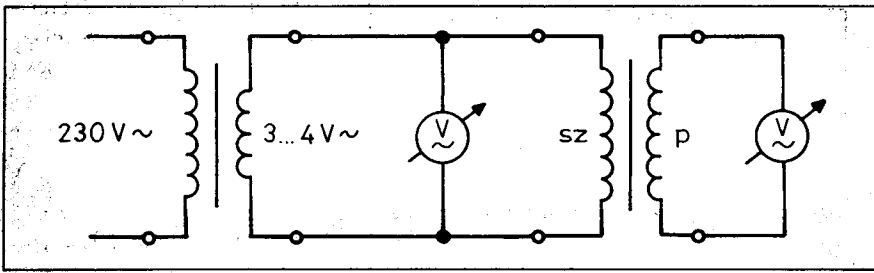


12. ábra. Átlapolt lemezelés

Az M formátumú vasagnál csévetestet oldalanként 2 mm-rel kisebbre kell készíteni, hogy a lemezelés könnyen menjen. A szükséges hézagok a 10. ábrán láthatók.



13. ábra. Légrés kialakítása



14. ábra. Kimenőtranszformátor ellenőrzése

Ellenütemű transzformátornál a pozitív (a középkivezetés) és az A1, majd az A2 kivezetésen mérünk feszültséget. A két mért értéknek egyeznie kell. Ezután az A1 és az A2 ponton dupla feszültséget kell mérnünk.

Sok sikert kívánok az öreg készülékek felélesztéséhez!





## CardWare

**Elektronikus őrárat-ellenőrző rendszerek**  
**Programozható beléptető rendszerek**  
**Intelligens munkaidő-nyilvántartó rendszerek**

RS-232, RS-485 és RS-422 – 20 mA áramhurok átalakítók

Telefonos információs rendszerek

**1113 Budapest, Bartók Béla út 152.**

Tel.: 20-957-6733, 1-204-8976, 1-481-0048  
Tel./fax: 06-1-204-8976

E-mail: [tibor@cardware.hu](mailto:tibor@cardware.hu)

**Rejthető, vizálló, cső, infra-LED-es, mini és biztonsági kamerák, tartozékok már nettó 16000 Ft-tól**

**Tolató, fogászati és eredetvizsgáló**

## KAMERÁK!

Vizonteladókat keresünk!

Infó: 06-30/9406-843, 296-0237  
E-mail: [infracontrol@pannongsm.hu](mailto:infracontrol@pannongsm.hu)

A kész csévetestet célszerű össze-ragasztani. A gyári csévetest darabjait gépen vágják ki. Ezek összeállítva szilárdak, oldallapjaik nem „lötyögnek”, a famagra téve a tekercselőgép tengelyén szépen futnak. Az általunk készített csévetestről ez nem mindig mondható el. A famagra húzva beállítjuk az oldallapokat. Uverapid 5 kétkomponensű műgyantával megragasztjuk a csévetestet úgy, hogy a famagot később ki tudjuk húzni. Az összerakható csévetest axonometrikus rajza a 11. ábrán látható.

Szigetelőként transzformátorpapír, hostafánfólia, varnisvászon, prespán használható. Csévés transzformátornál a szigetelőanyagot vágjuk oldalanként 2–2 mm-rel szélesebbre. Ezt ezután olóval kb. 3 mm-enként, 2–2 mm hosszan bevagdossuk. Ez a bevágott rész felhajlik a csévetest oldalára, megakadályozza a menetek egymásba csúszását.

Az önhordó (csévetest nélküli) tekercstestet célszerű impregnálni. Ezzel elejét vesszük a későbbi meghibásodásoknak. A széleken a ragasztás hő és idő függvényében gyengül. Az esetleg kicsúszó menetek zárlatot okozhatnak. Impregnálóanyagának megfelel a transzformátorviasz (cerezin) vagy valamilyen, egy- vagy kétkomponensű parkettalakk.

Az impregnálást valamilyen kido- básra félt edényben végezzük. Annyi impregnáló anyagot tegyünk az edénybe, hogy a tekercset 1...2 cm magasan ellepje. Akkor vegyük ki, amikor már megszűnt a buborékolás, a benne lévő levegő kiáramlása.

A hálózati és ellenütemű kimenőtranszformátor lemezeit átlapolva (légrés nélkül) helyezük a tekercsbe. Az átlapolt lemezelés a 12. ábrán látható. Szimpla (A-osztályú) végerősítők kimenőtranszformátorait légréssel kell összerakni az egyenáramú előmágnesezés csökkentése érdekében. Célszerű az eredeti légrés értékét betartani. A légrés kialakítása a 13. ábrán szemléltethető.

A készreszerelt transzformátort beépítés előtt mérjük be! A primerrel sorosan kapcsolunk egy 230 V-os, legkevesebb 100 W-os izzólámpát. Névleges hálózati feszültségnél a szekunder oldalon a számított értékeket kell mérnünk. Menetzárlat esetén a soros izzólámpa világít.

Kimenőtranszformátornál az áttélt ellenőrizzük (14. ábra). A szekunder (hangszóró) tekercsre 4 V, 50 Hz-es váltakozó feszültséget kapcsolunk. A feszültségforrás lehet csengőreduktor vagy más kistranszformátor. Ha kisebb a feszültség, az sem okoz problémát. Mérünk a primer oldalon. Az itt mért feszültség  $U = \dot{a} \cdot U_{szek}$  (ahol  $\dot{a}$  = áttétel).

RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! RENDELJE MEG!

### ÉVKÖNYVEINK

közül a szerkesztőségben még megvásárolhatók a '91, '92, '93, '94, '95, '96, '97, '98, '99, 2000 és 2001-es kötetek, illetve azokat postán is elküldjük kedves megrendelőinknek.

Régebbi

## RÁDIÓTECHNIKA

**Elektronika** lappéldányok,

illetve a HE '91, '92, '93, '94, '95, '96, '97, '98, '99, 2000 és 2001-es számainak nyák-filmjei is beszerezhetők, megrendelhetők a szerkesztőségben.

Címünk:

Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em.  
Személyesen hétköznap 9-14 óra között.

Postacím: RT vagy HE szerkesztősége 1374 Budapest, Pf. 603.

E-mail: [hambazar@radiovilag.hu](mailto:hambazar@radiovilag.hu)

Utazás előtt érdemes telefonon érdeklődni: 239-4932, 239-4933!

RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! RENDELJE MEG! RENDELJE MEG!

# A világ rádiómúzeumai: Milánó

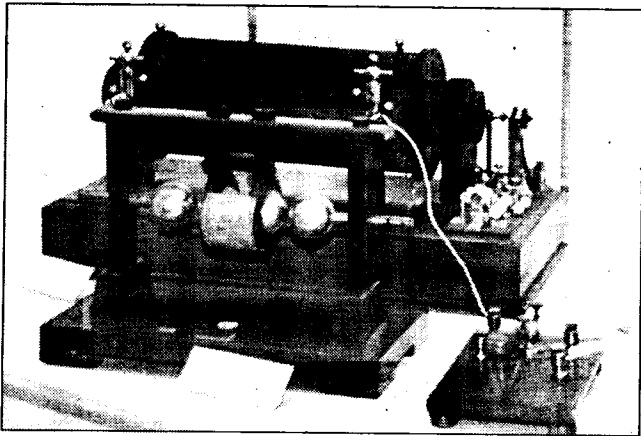
Balás B. Dénes távközlési technikus

Milánó egyik főutcáján, a Via San Vitore-n egy nagy kiterjedésű, régi épülettömbben található Olaszország legnagyobb (és talán egyetlen) állami műszaki tárlata, a „Leonardo da Vinci” Nemzeti Tudományos és Technikai Múzeum. Egy múzeumépülettől általában elvárjuk, hogy tekintélyes és rég(ies), esetleg klasszicista stílusú legyen. Ez itt

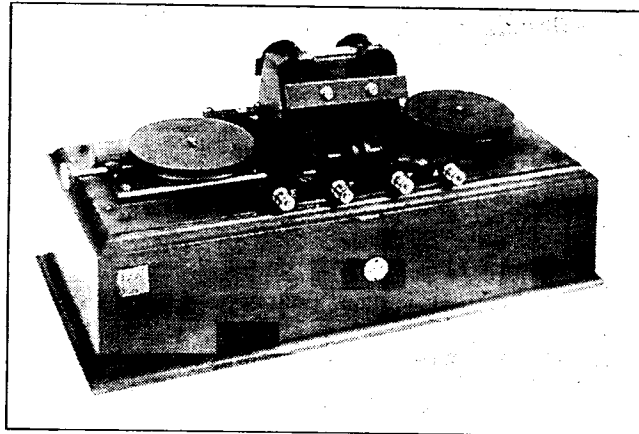
területén a közlekedési, műszaki és postamúzeumokat.

A hajózás és a repülés eszközeit bemutató impozáns, nagy csarnokban találjuk az első rádiós-érdekességeket, például egy hajóról leszerelt Marconi gyártmányú goniométeres iránymérőt vagy az 1920-as évekből származó,

A Leonardo da Vinci rajzait és gépeit bemutató folyosóról nyílnak a távközlési kiállítások. Egy-egy termet rendeztek be a telefon- és távírótechnikának, ahol az ősrégitől a modernig igyekeztek képet nyújtani a fejlődésről. Ez az elv a rádiókiállításon is felfedezhető, de olasz származása miatt kiemelt figyelmet kaptak Guglielmo Marconi tevékenysége és készülékei. Nagyméretű üvegvitrinben Marconi első, 1896-ból származó szikratávírójának pontos, élethű mását mutatják be Righi professzor parabola-sugárzóba épített kettős szikraközéivel együtt, ami ugyan csak Marconi első kísérleteinél kapott



Marconi első szikratávíró adója (1896)

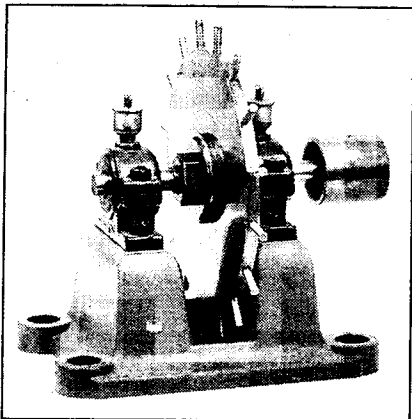


Marconi-féle mágneses detektor (1903)

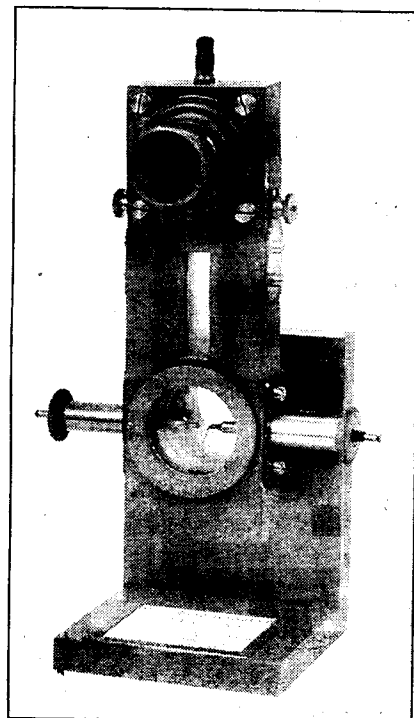
Milánóban másként sikerült: az épület nagy, de nem tekintélyes, régi, de nem klasszicista – és kissé kopottas. Ez a külső. Belül azonban kincsek vannak! A címben jelzett rádiómúzeumot ebben az esetben nem szó szerint kell érteni. Egy olyan gyűjteményt láthatunk, amely egyesíti és pótolja Olaszország

léghajón használt szikratávíró eszközöket. Ezek között német (Telefunken) és olasz (Marzi) gyártmányú egyaránt előfordul. Akit érdekel, itt szemügyre vehet egy teljesen felszerelt, kétárbocos tengeri vitorlánhajót és néhány kisebb, olasz gyártású repülőgépet.

Az 1920–30-as években Itália jelentős repülőgép- és léghajógyártással rendelkezett. Az olaszok egyik büszkesége volt az „Italia” léghajó, mellyel Nobile tábornok vezetésével 1928-ban felfedezőutat tettek az Északi-sarkra. A második útján szerencsétlenül járt léghajó utasait a szovjet „Kraszín” jégtörő mentette meg, az expedíció rádiósának, Biaginak a segélykérését hallva. Biagi egycsöves rövidhullámú (32 m-en működő) vészadója, amit az olasz Alocchio Bacchini cég gyártott, abban az időben rendkívül korszerűnek számított, kapcsolási rajzát az expedíció cseh meteorológusa, Bohunek is érdemesnek tartotta a könyvében közreadni. A sarkon járt készülék helyett a hasonmása van kiállítva, úgy sejtjük, hogy az eredeti valószínűleg Szentpétervárott maradt...

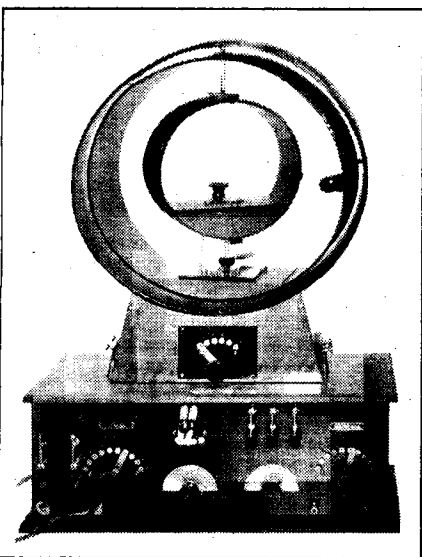


Marconi szikraszaggató szerkezete az oltotszikrás adókhöz (1907)



Majorana vízmikrofonja (1908)





**Keretantennás „Gody” vevő  
(1922)**

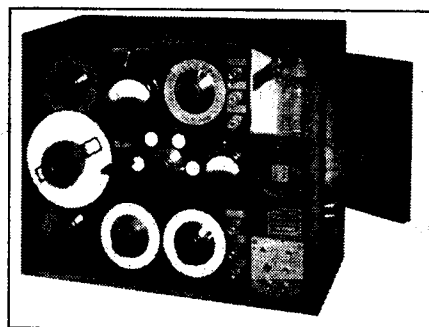
szerepet. Sok eredeti Marconi-relikvia látható: mágneses detektorok, hozzájuk kapcsolódó rezgőkörök, forgó szikratűz az oltotszikrás adók idejéből, Marconi-féle kohéer stb.

Alkatrészeiben állították ki a Marconi cég hajó-szikratávíró berendezését az 1910-es évekből. A feliratok szerint hasonló berendezés volt a Titanic rádiófülkéjében...

Egy későbbi korból Majoranának, az olasz Posta egyik igazgatójának víz-

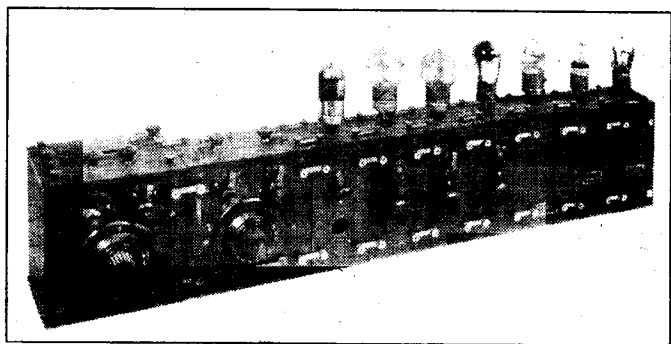
mikrofonja és kezdetleges ívlámpaadója látható; relikviái a rádiótelefon megvalósítását célzó sikeres, de végül feleslegesnek bizonyult 1908-as próbálkozásoknak. Majorana példáját mások is követték, így egy Giuseppe Vanni által készített vízmikrofon is kiállításra került. Ezek a vízmikrofonok az olaszok specialitásai voltak, tudomásunk szerint máshol nem kísérleteztek vízmikrofonnal.

Az elektroncsövek megjelenését több, jó állapotban megmaradt „csodakészülék” képviseli 2...8 „lámás” kivitelben, felvillantva az olasz és a nyugat-európai rádióipar egy-egy cégének produktumát. Többek között megtekinthető az olasz Siti-Doglio cég 5-lámás vevőkészüléke 1923-ból és a francia Lucien Levy gyárának Audionette nevű készüléke 1923-ból stb. Ez utóbbi ún. dominórendszerű volt (a német Siemens cégnek is volt hasonló

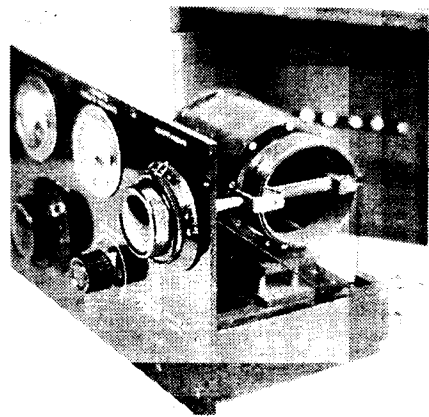
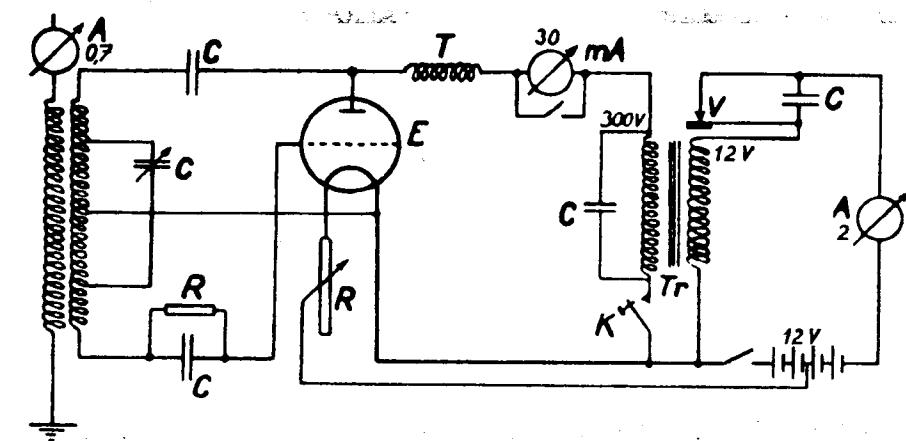


**A Telefunken cég léghajó-rádió-  
adója**

gyártmánya). Az egyes fokozatokat önálló elemként lehetett összekapcsolni. A milánói múzeumban kiállított, kilenc elemből összerakott 7-lámás készülék azonban (szerintem) kegyes család eredménye. Általában csak 4-5 fokozat összekapcsolása volt szokásos, mert a fokozatok összezerjedtek, de a dominórendszer akár 10-12 fokozat

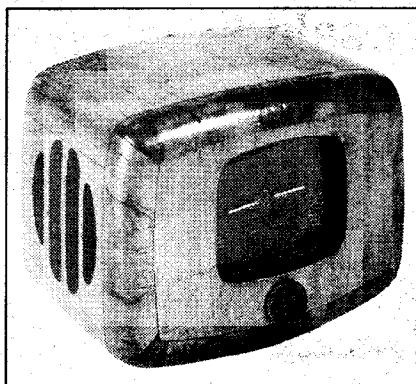


**A Lucien Levy  
cég „Audio-  
nette” készü-  
léke (1923)**



**Biagi távírász rövidhullámú vészadója 1928-ból**

<p>Angyalföldről az Angyalföldi útról</p>	<p>1134 Budapest, Angyalföldi út 38. Tel/Fax: 340-8456 és 340-8476</p>	<p>Csipeszek</p>	<p>Kéziszerszámok</p>	
				<p>SMD csipeszek, fogók</p>



Egy olasz törpeszuper 1947-ből

összeépítését is lehetővé tette. A kis erősítésű triódákból azonban tényleg sokat kellett összekapcsolni azért, hogy a megfelelő erősítés elérhető legyen: láthatunk 7-csöves hangerősítőt, amit akár adóhoz, akár vevőfokozathoz lehetett kapcsolni.

A kisebb rádióadók is képviselve vannak egy 500 wattos példánnyal: a Lemozy cég középhullámú (lámpa-) adójával 1925-ből.

A rádiókiállítás egyik szokatlan „tárgya” a milánói rádióállomásnak az 1940-es évekből származó 50 kW-os

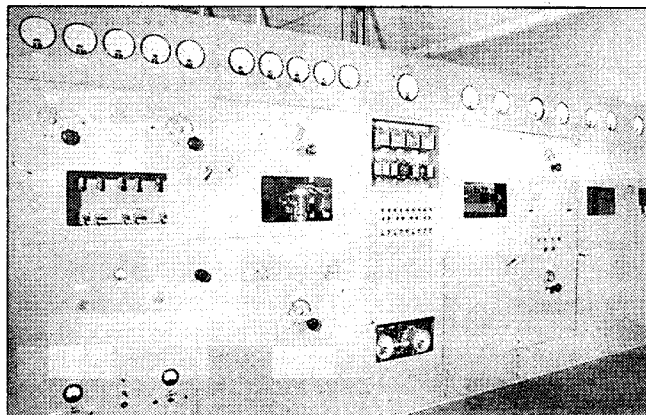
középhullámú műsorszóró adóberendezése. A teljes egészében idetelepített adó műszerfalán levő kis ajtón keresztül bemehetünk az adó belsejébe! Megnézhetjük a rezgőköröket, adócsöveket, a hűtési rendszert, de kihasználva az adó mögötti teret, egyéb látnivalókat is rejtettek ide, például a múzeum elektroncső-gyűjteményét.

Modern vevőkészülékekből, valamint katonai adó-vevőkből is jelentős gyűjteménnyel rendelkezik a múzeum, de ezeknek a bemutatása kevésbé hangsúlyos. A figyelem középpontjába

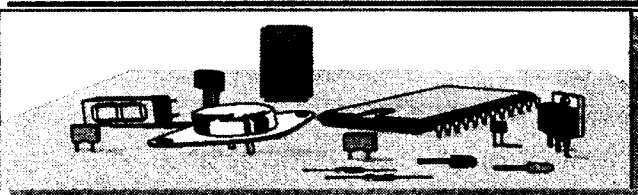
a Marconi-relikviákat rendezték. Talán érthető is, bennünket is ez érdekelt legjobban.

A múzeum keddtől péntekig naponta 9.30-tól 17.00-ig, hétvégén 10-től 18 óráig látogatható. Fényképezni szabad! A belépődíj legutóbb 12000 líra volt, ám időről időre emelik.

*A milánói technikai múzeummal létesített kapcsolatért köszönettel tartozom a Postamúzeum munkatársainak, a levelezés fordításában nyújtott segítségért pedig Fülöp Péter mérnök úrnak.*



A milánói rádió adóállomás 50 kW-os berendezése



# LOMEX

ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZ KERESKEDELEM

CÍMÜNK:  
1134 Budapest, Lehel út 17.

Nyitva: hétköznap 9-17-ig

Nagyker. eladás - Tel: 349-59-06  
Szaküzlet - Tel: 320-26-10

Fax: 320-32-92

Honlap: <http://www.LOMEX.hu>  
email: info @ LOMEX.hu

**AZ** elektronikai alkatrészforgalmazás tekintetében évtizedes múltra visszatekintő cég, igényes színvonalú körülmények között folytatja kis és nagykereskedelmi tevékenységét. Az amatőr, a fejlesztő, a gyártó, a forgalmazó egyaránt partnerre talál a LOMEX Kft. szakmailag jól felkészült csapatában.

Szakembereink komoly gyártói háttér tudatában, nagy volumenű raktári kapacitással állnak mindkét üzletágban az Önök rendelkezésére.

AVX KYOCERA

TOSHIBA

PRECI-DIP

TEMIC

MOTOROLA

Arcoelectric SWITCHES PLC

FUJITSU

LG Semicon

WIMA

THOMSON

TEXAS INSTRUMENTS

National Semiconductor

Kingbright®

Advanced Micro Devices

ZILOG

GÜNTHER

HARRIS SEMICONDUCTOR

TESLA

BOURNS

# A PIC mikrovezérlők kiteljesedő családfája

Dr. Madarász László okl. villamosmérnök, mérnök tanár, KF MFK

A digitális integrált áramkörök közül valószínűleg a mikroprocesszorok fejlődését kíséri a legnagyobb figyelem. A mikrovezérlők is megérdemlik azonban, hogy kövessük a gyártók tevékenységét, figyeljük az újabb és újabb családokat, s a már meglévő családok tevékenységét, azaz a mikrovezérlők a beépített vezérlőegységek kialakítására szolgáljanak, ezekre épül a rádiótelefon, a telefax, a mosógép, a gépkocsik fedélzeti számítógépe és sok más elektronikai készülék, eszköz. Elsősorban vezérlési feladatokat látnak el, felépítésük (az ún. Harvard architektúra), utasításkészletük a vezérlési feladatokra optimalizált.

A Microchip Technology Inc. egy fiatalnak számító, 1990-ben alapított cég. Megalakulásakor egy újszerű mikrovezérlő-családdal jelentkezett, a PIC áramkörökkel. Tíz év alatt már egymilliónál több PIC mikrovezérlőt adtak el a világon, Magyarországon a felhasznált elemek száma már meghaladja az egymilliót. 1999-re a Microchip a világ második legnagyobb gyártója lett a nyolcbites mikrovezérlők piacán.

A PIC áramkörök elnevezése (Peripheral Interface Controller) arra utal, hogy eredetileg a gyártó egy szűk területre szánta áramköreit. Sajátos felépítésük, sokoldalúságuk, jól megválasztott utasításkészletük, kedvező áramköri kialakításuk következtében a PIC mikrovezérlők rendkívül népszerűek lettek, a legkülönfélébb vezérlési feladatok megoldására felhasználták ezeket a tervezők. Jelenleg a PIC mikrovezérlőket a következő családokban gyártja a Microchip:

PIC16C5x (12 bites utasítások),  
PIC16Cxxx (14 bites utasítások),  
PIC17Cxxx (16 bites utasítások),  
PIC18Cxxx (16 bites utasítások,  
továbbfejlesztett architektúra).

Több  $\mu$ C-csipek szokatlan módon, 8 kivezetéses tokozással is forgalmaznak.

A Rádiótechnika Évkönyve 1995. kötetében jelent meg egy áttekintés az akkor forgalomban levő PIC mikrovezérlőkről [1]. Annak idején a PIC mikrovezérlők többségének típusjele így kezdődött: PIC16C5. Két további létezett csak, a PIC16C71 és a PIC16C84. Mindezeket látva, kapta a cikk akkor a címét. A fentebb leírt csoportosítás mára már világosan kialakult, de 1994-ben, amikor az [1] íródott, egyáltalán nem volt nyilvánvaló, hiszen egyes családok még meg sem jelentek! Mindenesetre a PIC mikrovezérlők általános tulajdonságait, jellemzőit már akkor is világosan lehetett látni, azokat a jellemzőket és tulajdonságokat, melyeknek ezek a mikrovezérlők a gyors elterjedésüket köszönhették. Az általános jellemzésen kívül a cikk részletesen kifejtette a PIC16C5x elemcsalád jellemzőit, s két tagjának ismertetésén keresztül a PIC16Cxx családát is bemutatta. Mivel ez a mostani áttekintés a korábbi cikk folytatása, azoknak, akik a PIC mikrovezérlőkkel most kezdenek ismerkedni, célszerű az 1995-ös Évkönyvben leírtak áttanulmányozása. Ez annál is könnyebben megtehető, mert a kiadó a régebbi Évkönyveket kedvezményes áron, a HAM-bazárban forgalmazza.

A PIC elemek nyolcbites mikrovezérlők, de az utasításaik szóhossza ennél nagyobb (12, 14, illetve 16 bit), amit a különálló adatmemória és programmemória, azaz a Harvard architektúra tesz lehetővé. A mikrovezérlőgyártók többsége azonban az adattal azonos szóhosszúságú utasításvázakat alkalmaz. A hosszú utasítások miatt vált lehetővé, hogy az utasítások egyszerűsége volt, az egyszerű pipe-line

szervezés következtében pedig minden gépi ciklusban befejeződött egy utasítás végrehajtása (minderről részletesen olvashatunk az [1] cikkben). Kezdetben a PIC mikrovezérlők CMOS EPROM csipek voltak, majd később megjelent az EEPROM, majd a FLASH technológia is. A PIC16C5x elemeknél nem volt megszakítási lehetőség, de már a PIC16Cxx áramkörök is hatékony, intelligens megszakítási rendszert kaptak. A PIC17C családnál már külső programmemória is használható.

A CMOS csipek alapvetően alacsony fogyasztásúak, de amikor nincs szükség a mikrovezérlő működésére, szoftverrel stand-by (készenléti) állapotba is vezérelhetőek (sleep – „elalvás” – állapotba kapcsolhatók). A sleep állapotban a mikrovezérlőkben az oszcillátor is leáll, csak néhány alapelem folytatja a működését. A sleep állapotból reset jellel, WDT-vel (Watch-Dog Timerrel) vagy megszakítással lehet „felébreszteni” a mikrovezérlőt.

A Microchip folyamatosan fejleszti termékeit. A meglévő családokban havonta-kéthavonta új elemek jelennek meg, de egyes régebbi típusokat is továbbfejlesztettek. A PIC18C családot 1999 nyarán dolgozták ki, 2000 elején hozták piacra, ma ez a leggyorsabban fejlődő csoport. A hazai disztribútor a ChipCAD Kft. (hirdetése a lapjainkban rendszeresen olvashatók). Az áramkörök fejlődését a ChipCAD honlapján [7] és a gyártó honlapján [8] lehet figyelemmel kísérni; nagyszámú alkalmazási példát, szabad terjesztésű szoftvert is ajánlanak ezek a web-oldalak. 2000-ben jelent meg a PIC mikrovezérlők alkalmazástechnikáját tárgyaló

## 1. táblázat. Új PIC16C5x változatok

Típus	Programmemória	RAM	I/O láb	Időzítő, WDT	BOR	InCircuit soros programozás
PIC16C58B	2048 × 12	73 × 8	12	1 (8 bit), WDT	–	–
PIC16C505	1024 × 12	72 × 8	12	1 (8 bit), WDT	–	van
PIC16HV540	512 × 12	25 × 8	12	1 (8 bit), WDT	van	–

szakkönyv [5], amelyik a programozástechnika fogásait mutatja be sok-sok példán keresztül.

Bár a Microchip honlapja folyamatosan tartalmazza a legfrissebb információkat, hasznos segédanyag a gyártó által évente többször kiadott gyári CD is (legutóbb már két CD-ből álló katalógus jelent meg [6]). Ezekre a honlap aktuális információit vitték fel.

A mikrovezérlők felhasználásához részletesen kell ismerni az áramköröket, a belső felépítésüket, az egyes belső elemek programozásának megoldását, a vezérlőregiszterek bitjeinek szerepét, az utasítások végrehajtásának finom részleteit. Ez a mostani áttekintés a rendelkezésre álló néhány oldalon természetesen nem vállalkozhat részletes leírásra, ez tehát nem tervezési segédlet, nem alkalmazási leírás! Ilyen igény esetén az [5] művet tudom ajánlani az érdeklődőknek, valamint a PIC-családokat bemutató jegyzetsorozatot [2, 3, 4].

## A PIC16C5x mikrovezérlők

A PIC16C5x mikrovezérlőket a korábbi évkönyv-cikkből [1] már ismerhetik az olvasók. Az ott leírt áramkörök mellett mára már további, új elemeket is kidolgozott a Microchip, de a család fő jellemzői nem változtak:

- 8 bites adatok, 12 bites utasítások,
- kvarcablakos és zárt tokozású (OTP) CMOS EPROM csipek,
- 2 cím befogadására alkalmas veremtár,
- 33 utasítás, mind egyszavas,
- egy watch-dog timer (WDT) és egy számláló (RTCC),
- a legnagyobb órajel-frekvencia 20 MHz,
- nincs megszakítási lehetőség,
- csak belső programmemória használható.

A PIC16C5x áramkörök a legegyszerűbb, legolcsóbb elemek a PIC-birodalomban, egyszerű feladatok megoldására ma is használják ezeket. Néhány újabb áramkör a fejlettebb családok egy-egy jellemzőjével rendelkezik. A PIC16C554 és 558 már nyolcszintű veremtárat és 14 bites programtárat tartalmaz, így ezek már tulajdonképpen a PIC16Cxx családhoz tartoznak. A PIC16HV540 egy „nagyfeszültségű” mikrovezérlő, a tápfeszültség

felső határa 15 V (a többi áramkörnél 5,5 V). A PIC16C5x család utasításkészletét az [1] már bemutatta, itt az **1. táblázatban** az újabb áramkörök fő adatait foglaljuk csak össze. A PIC16C5x mikrovezérlőket részletesen a [2] írja le.

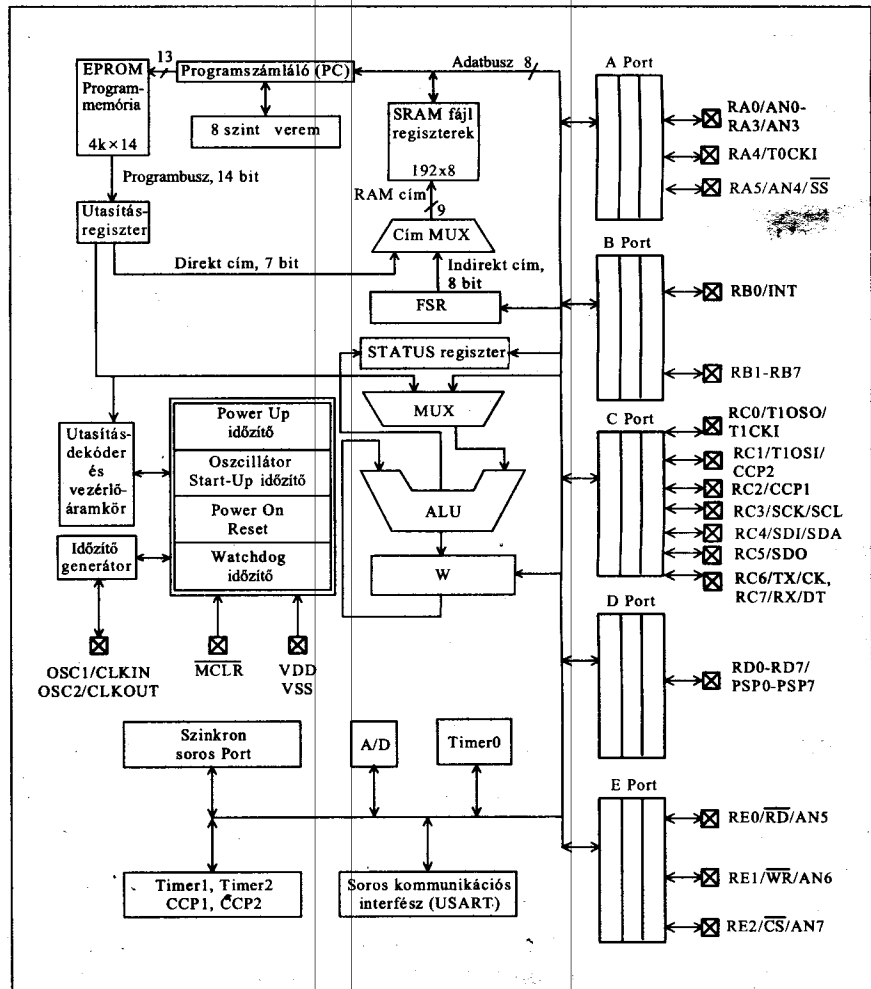
## A PIC16Cxx család

A PIC mikrovezérlők második csoportját alkotják a PIC16Cxx áramkörök. Ezek közül csak kettőt gyártott 1994-ben a Microchip: a PIC16C71-et és a PIC16C84-et. Az [1] tehát ezeket mutatta be, de így is lényegében leírta a PIC16Cxx család általános tulajdonságait:

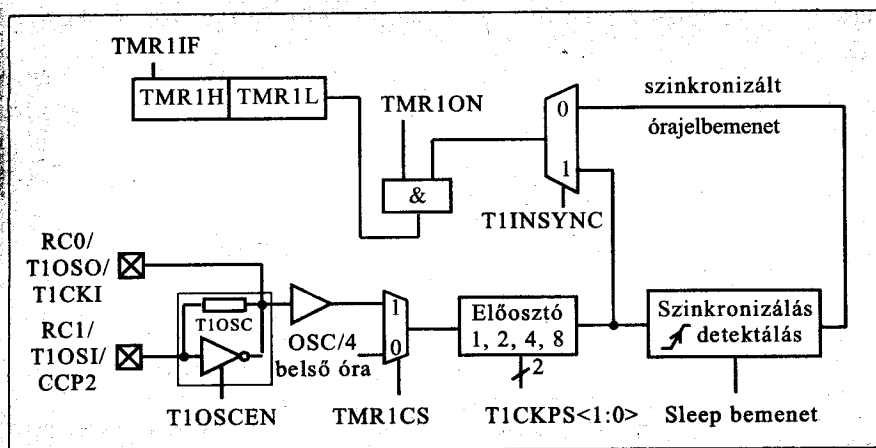
- 8 bites adat, 14 bites utasítás,
- 16 bites programszámláló, ami 64 kibi szavas programmemória kezelését teszi lehetővé,
- 35 elemű utasításkészlet, minden utasítás egyszavas,

- EPROM, EEPROM és FLASH-memória,
- sok különféle intelligens, programozható beépített perifériaegység,
- összetett, intelligens, rugalmas megszakítási rendszer,
- csak belső programmemória használható.

A PIC16C71 az A/D konvertert, a PIC16C84 az EEPROM-ot tartalmazta, a család későbbi tagjai pedig nagyszámú különféle, igen hatékony további programozható belső részletet, perifériát is kaptak. Az **1. ábrán** egy tipikus elemet, a PIC16C74-et mutatjuk be. A PIC16C5x áramkörökben a WDT mellett csak egyetlen időzítő/számláló egység volt, az RTCC. A PIC16Cxx elemekben a számlálók készlete is jelentősen bővült, a párhuzamos portok száma is megnövekedett. A következőkben röviden áttekintjük a PIC16Cxx család programozható belső



1. ábra



2. ábra

egységeit, azok fő jellemzőit. Ez azért is célszerű, mert a későbbi családok is ezeket az egységeket alkalmazzák, sokszor változatlan formában, esetenként kissé átalakítva, módosítva.

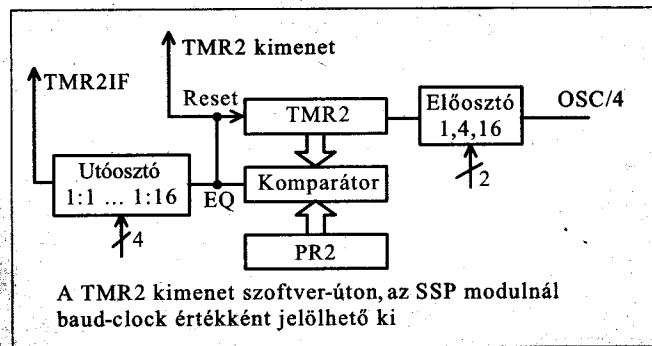
A PIC16Cxx mikrovezérlők többségében három időzítő/számláló található (Timer0, Timer1, Timer2), valamint a minden PIC áramkörben meglévő WDT. A Timer0 felépítése, kezelése megegyezik a PIC16C5x elemekben levő egyetlen, nyolcbites számlálóval, a Timer0 tehát lényegében nem más, mint a korábbi RTCC. Eleinte a PIC16Cxx áramkörök katalógusai ezért ezt a modult RTCC-nek nevezték, később jelent csak meg az egységes elnevezés, s akkor lett ez a számláló a Timer0. A Timer1 és a Timer2 már a PIC16Cxx sorozat sajátos, új áramkörei.

A Timer1 16 bites időzítő/számláló, amelyet két nyolcbites regiszter alkot (TMR1H, TMR1L). Programozható előosztója is van, léptethető a mikrovezérlő belső órajeléről is (időzítő üzemmód) és külső jellel is (számláló üzemmód). Sajátossága, hogy oszcillátorként is alkalmazható, ekkor egy külső rezgőkvarcot vagy egy RC-tagot

kell csatlakoztatni a T1OSO, T1OSI láb közé. A Timer1 felépítését a 2. ábrán láthatjuk. (Az ábrán szereplő jelmegnevezések, pl. TMR1CS, T1OSCEN stb. a mikrovezérlő SFR regisztereiben levő vezérlőbitek. Ezekről részletesebben a mikrovezérlőket leíró jegyzetektől [2, 3, 4] vagy a katalógusokból lehet tájékozódni). Ha szükséges, akkor a külső léptetőjelet a belső működéssel szinkronizálni is lehet (szinkron számláló üzemmód).

A Timer2 nyolcbites időzítőmodul, számlálóregisztere a TMR2 (3. ábra). A modulban előosztó és utóosztó is található, mindkettő programozható. A modulhoz komparátor és periódusregiszter (PR) is tartozik. A TMR2, ha léptetése során eléri a PR2-ben tárolt tartalmat, akkor nullázódik. A TMR2 az alapja a PWM működésnek, s ugyancsak ez a modul használható fel a soros kommunikációs egységhez, mint sebességalap (baud rate).

Az időzítő/számláló modulokat a CCP modulok is felhasználják működésükhöz. A CCP (Capture/Compare/PWM, kiolvastatás/komparálás/impulzus-szélesség moduláció) modul két nyolcbites számlálóregisztert tar-



3. ábra

talmaz, ezeket és a Timer1, Timer2 számlálót felhasználva látja el feladatait.

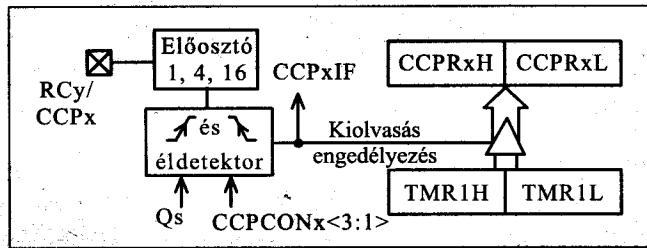
A capture (kiolvastatás) üzemmódban a mikrovezérlőre vezetett külső jel megjelenésekor a Timer1 tartalma kiolvastatik, s eltárolódik a CCP regisztereiben (4. ábra). Ha a Timer1 időzítő módban dolgozik, akkor a kiolvastatás lehetővé teszi külső események időpontjának meghatározását, eltárolását.

A komparálás üzemmódban a CCP regisztereiben tárolt érték folyamatosan összehasonlításra kerül a Timer1 tartalmával. Ha megegyeznek, akkor különféle működések lehet kiváltani a mikrovezérlőben (5. ábra).

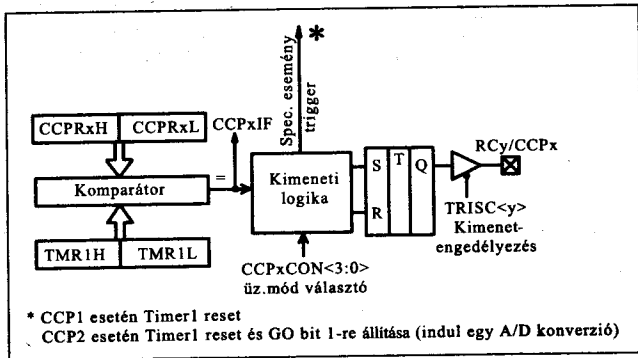
A PWM üzemmódban impulzus-szélesség-modulált kimenőjelet lehet generálni a CCP modul és a Timer2 felhasználásával. A kimenőjel kitöltési tényezőjét 0... 100% között lehet programozni. A kitöltési tényezőt a CCPRxL tartalmazza, a periódusidőt a TMR2 regiszter. A PWM 10 bites felbontással működik, ezért a 8 bites regiszterelemeket ideiglenesen kiegészíti a mikrovezérlő (6. ábra). A PWM-jel szolgál a mikrovezérlős rendszerekben analóg kimenőjelként is. Egy egyszerű RC szűrőtaggal a PWM-jelből beállítható szintű egyenfeszültséget lehet előállítani. A PWM-jel olyannyira bevált erre a célra, hogy a mikrovezérlőkben D/A-konvertert nem is találunk, így a PIC mikrovezérlőkben is hiába keresnénk ilyen elemet.

A szinkron soros port (SSP, Synchronous Serial Port) szabványos soros átviteli megoldásokat biztosít. A mikrovezérlők környezetében gyakran használnak soros adatkezelésű áramköröket, a mikrovezérlőre épülő vezérlő egység is többnyire soros kommunikáció révén tart kapcsolatot más vezérlő egységekkel, főlérendelt számítógépekkel.

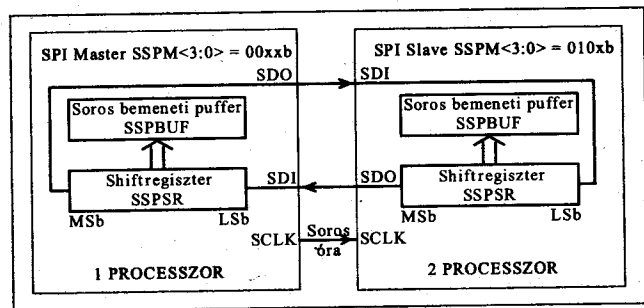
Az SSP két szabványos lehetőséget biztosít, az SPI és az IIC üzemmódot. Az SPI (Serial Peripheral Interface) a



4. ábra



5. ábra

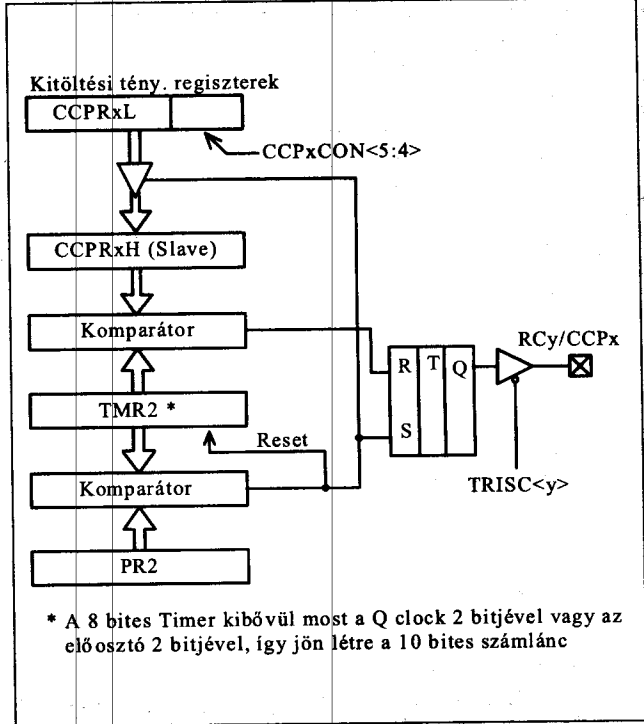


7. ábra

Motorola cég által kidolgozott szinkron soros kommunikációs megoldás. Nyolcbites adatok szinkronizált kiküldésére és fogadására alkalmas ez az üzemmód, hárompontos kapcsolatot használva (SDO: Serial Data Out, SDI: Serial Data In és SCK: Serial Clock). A kommunikáció során két egység kerül kapcsolatba egymással, az egyikük az órajelet is előállítja, ez a master (a főlérendelt szerepű eszköz). Az SPI-kapcsolatban egyetlen master és egyetlen slave (alárendelt szerepű eszköz) kapcsolódik össze. Az SPI adatátvitel különlegessége, hogy minden adatátvitel

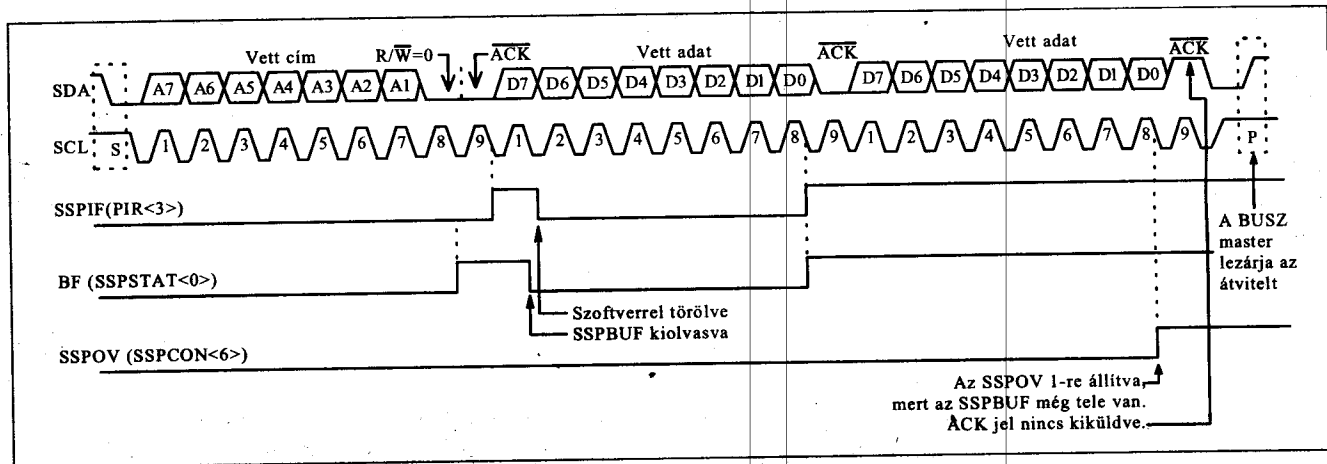
során egyidejűleg megtörténik egy adat átvitele a mastertől a slave-é, s egy másik adat átvitele a slavetől a masterhez. A master és a slave csak egy-egy léptetőregisztert tartalmaz, nincs külön adóregiszter és vevőregiszter. Az adatmozgás során a két léptetőregiszter tartalma lényegében kicserélődik (7. ábra).

Az IIC (I<sup>2</sup>C, Inter-Integrated Circuit) a Philips által kidolgozott szinkron kommunikációs rendszer. Mindössze két vezetékkel használ, az SCL (óra-) és az SDA (adat-) vezetésekre minden elem nyitott kollektoros jelleggel csatlakozik. Az IIC-rendszer címzéses

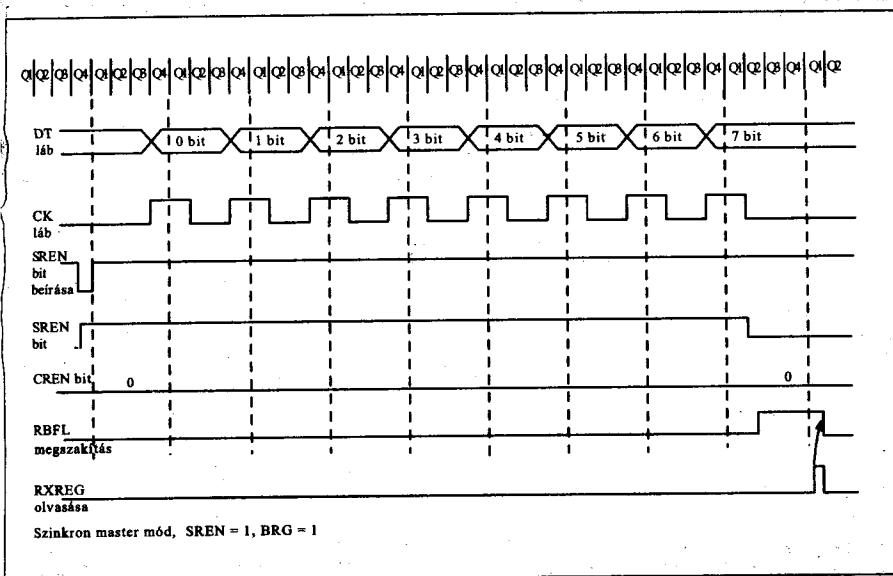


6. ábra

kommunikáció, így nagyszámú slave is szerepelhet a rendszerben. Többmasteres is lehet az IIC-rendszer; a master elemek az adatmozgás kezdeményezésekor egymással versenyezve választják ki az éppen „uralkodó” egységet, azt, amelyik pillanatnyilag elnyeri a rendszer kezelésének jogát. Az is növeli az IIC-rendszerben az adatátvitel biztonságát, hogy az adatot fogadó egység (akár master, akár slave), sikeres adatolvasás után mindig nyugtázójelet küld az adatforrásához. A PIC mikrovezérlőkbe beépített IIC-illesztő lehet master vagy slave, alkalmas hétbites és tíz-



8. ábra



9. ábra

bités címzésre, a működési frekvencia széles határok között változtatható. A 8. ábrán egy IIC slave vétel látható, hétbités címzéssel. Az IIC általánosan elterjedt ipari kommunikációs rendszer, egyaránt alkalmazzák ipari irányítási rendszereknél és pl. híradástechnikai készülékekben (tv, videomagnó stb.).

A hagyományos soros adatátvitel az aszinkron soros kommunikáció (pl. az RS232C megoldással). A PIC16Cxx elemekben soros kommunikációsillesztő (Serial Communication Interface, SCI) modul szolgál az aszinkron soros jelkapcsolat kezelésére. Az SCI teljes duplex aszinkron kommunikációt képes folytatni. Az SCI érdekessége, hogy átprogramozható egyszerű, órajeles szinkron soros kommunikációra is. Ez a megoldás nem olyan intelligens, mint az SPI vagy az IIC kommunikáció, de számos soros adatkezelésű áramkör jeleinek kezelésére megfelelő. Az SCI ebben az üzemmódban lehet master (órajelét kiküldő) vagy slave (órajelét fogadó) szerepű egyaránt. Kétvezetékes kapcsolat alakul ki: az egyik csatlakozópont az adatpont, a másik az órajel. A 9. ábrán az SCI master módban szinkron vételt folytat. Ha az SCI modul aszinkron kommunikációt folytat, akkor a baud-rate jeleket a Timer2 szállítja részére.

Az analóg/digitál konverziót már az [1] is bemutatta. A Microchip azt ajánlja, hogy az A/D átalakítás idejére a mikrovezérlő kerüljön sleep állapotba, így lesz precíz a konverzió. Az teszik lehetővé az átalakítás idején a sleep

állapotba kapcsolást, hogy az A/D konverziós modulnak saját, független RC-oszcillátora van, nincs szüksége a mikrovezérlő központi órajeleire.

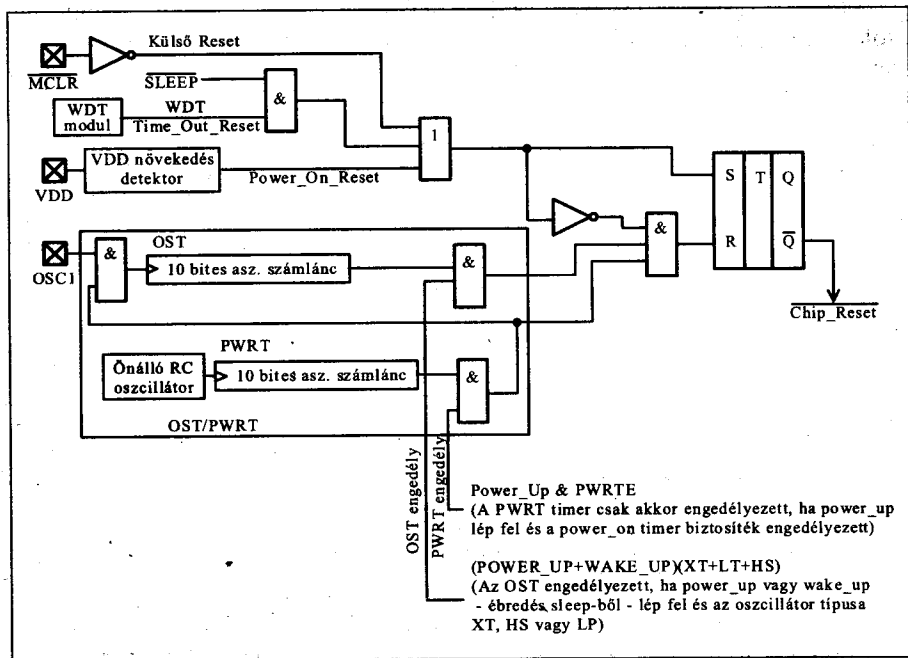
A PIC16Cxx mikrovezérlőkben a reset folyamat már igen átgondolt, hatékony kialakítású. A mikrovezérlő az MCLR lábra vezetett külső jellel is alaphelyzetbe állítható, automatikusan resetet kezdeményez a tápfeszültség bekapcsolás, s a WDT is képes resetelni. A bekapcsolási és az ébredési reset megnyúlik egy RC-oszcillátorról működtetett időzítő értékével (PWRT, 72 ms). Egyidejűleg az oszcillátor óra-

jeleit is számlálni kezdi egy számláló. A mikrovezérlő belső egységei csak akkor indulhatnak, ha az oszcillátor impulzusai már helyes alakúak és az OST áramkör 1024 impulzust leszámolt ezekből. A reset áramkört a 10. ábrán lehet tanulmányozni.

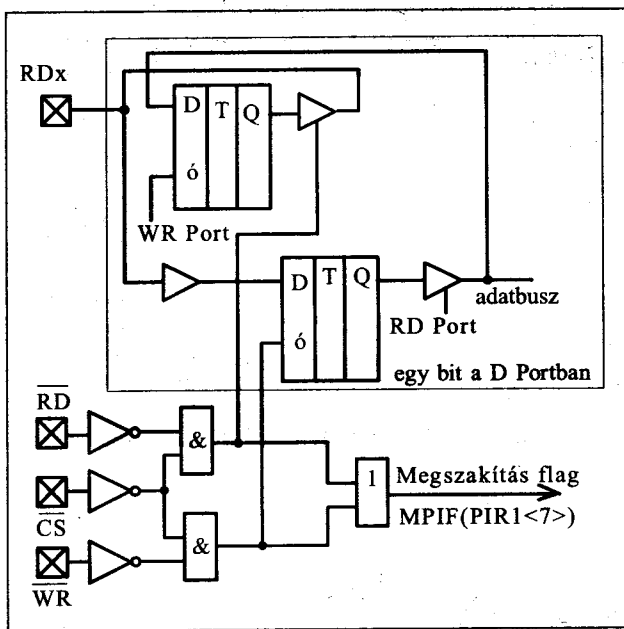
A PIC16Cxx mikrovezérlők képesek egy fölérendelt számítógép, mikroprocesszor számára egyszerűen vezérelhető perifériaként is megjelenni. Ebben a szerepkörben (párhuzamos slave port, PSP) a mikrovezérlőt a processzor egy RD, egy WR és egy CS jel segítségével kezeli, az adatforgalom egy nyolcbites porton át valósul meg (11. ábra).

A PIC16C5x elemeknél nincs megszakítás, a PIC16Cxx család viszont már hatékony megszakítási rendszert működtet. Minden belső és külső megszakítás kétszeresen maszkolható, egy közös, globális engedélyező bittel (GIE) is és egyedi engedélyező bittel is. A programozható belső egységek megszakításainak van egy további közösített maszkoló bitje, a PEIE. Példaként a 12. ábrán a PIC16C74 megszakítási rendszerét mutatjuk be.

A PIC mikrovezérlők gyors fejlődésére jellemző, hogy a mai PIC16Cxx elemeknek van néhány olyan képessége, ami nem található meg a [2]-ben, mivel annak megírásakor még ilyen jellegű áramköröket nem gyártott a Microchip. Néhány PIC16Cxx áramkörben (pl. PIC16C64x, PIC16C66x



10. ábra



11. ábra

változatok) két-két komparátort lehet találni. A komparátorok bemeneteit a mikrovezérlő portpontjaira lehet multiplexelni. A mikrovezérlőkben egy referenciafeszültség-forrás van, azt is rá lehet kötni egy-egy komparátor bemenetre. A referenciafeszültség négy bites programozható értékű. A komparátorokkal össze lehet hasonlítani a bemeneti feszültségeket egymással vagy a belső referenciafeszültséggel. A komparátorok kimenetei kivezethetők port pontokra, de a mikrovezérlőkben is felhasználhatók.

Egy másik érdekes újdonság a PIC16C925/926 áramkörökben található meg. Ezekben a mikrovezérlőkben olyan vezérlő egység van, amely folyadékkristályos kijelző (LCD) kezelését biztosítja. Az LCD vezérlő sleep módban is működik, saját belső RAM-mal készül. A kezelhető LCD legnagyobb mérete: 32 szegmens, 4 oszlop.

A PIC16C745/765 mikrovezérlők új eleme az USB illesztőmodul. Az USB a PC-k újszerű csatlakozó felülete, lehetővé teszi a PC-perifériák felfűzését egyetlen kábelre. Az USB-illesz-

tővel rendelkező mikrovezérlőkkel olyan egységeket, készülékeket lehet kialakítani, melyek egy PC USB-portjára közvetlenül (az USB-kábelen át) rákapcsolhatóak.

A PIC16Cxx mikrovezérlők programozása (és minden további PIC család, tehát a PIC17C és a PIC18C áramkörök programozása is) megoldható a felhasználói környezetben is. Az áramkörben történő soros programozás (in-circuit serial programming, ICSP) leegyszerűsíti a program betöltését, meggyorsítja a fejlesztő munkát. Különösen előnyös akkor, ha a mikrovezérlő programmemóriája FLASH jellegű, mert az újraprogramozáshoz nem kell törlőkészülékben hosszú percekig törlődni, mint az EPROM-os megoldású áramkörök.

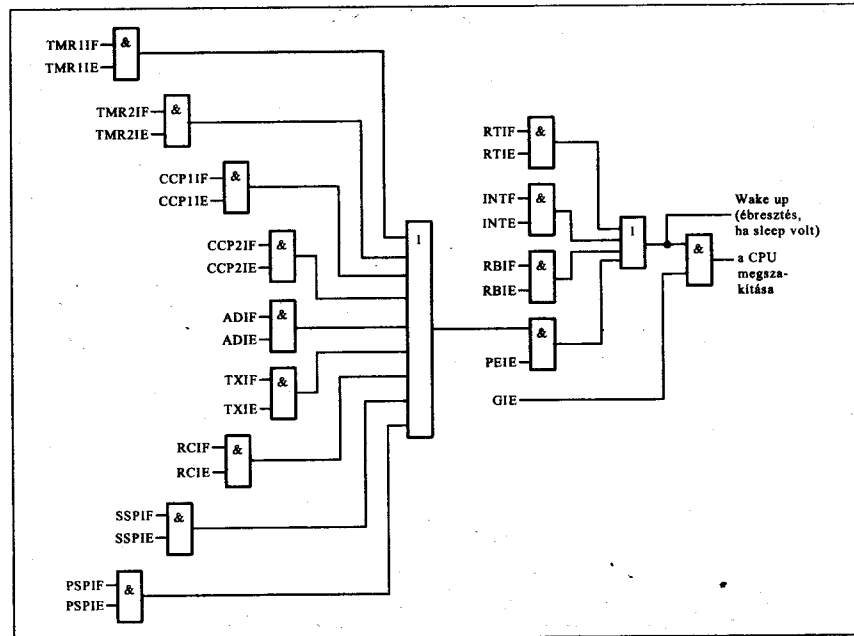
A 2. táblázatban a PIC16Cxx család néhány új tagjának fontosabb adatait lehet megtalálni. A PIC16Cxx mikrovezérlőket részletesen a [2] írja le, az utasítások táblázatát az [1]-ben lehet megtalálni.

## Új elemek és képességek a PIC17C család tagjaiban

A PIC17C elemek a PIC mikrovezérlők alapvető hagyományaival nem szakítottak, de felépítésükben számos új elemmel gazdagodtak. Az utasítások továbbra is egyszavasak, de az utasítás hosszúsága 16 bitre nőtt. Az áramkörök CMOS EPROM, EEPROM és FLASH jellegű csipek, a működés gyorsabb lett (a legnagyobb órajfrekvencia itt már 33 MHz). A beintegrált memóriaterületek nagysága jelentősen nőtt.

A PIC17C mikrovezérlők kimenetei 20 mA forrásáramot illetve 35 mA nyelőáramot viselnek el általában, de két „nagyáramú” kimenetet is találunk. Az A port két pontja (RA2 és RA3) 60 mA teljesítésére képes, folyamatosan. A két speciális kimenet nyitott drain jellegű.

Bővítették a mikrovezérlő alap helyzetbeállítási lehetőségeit is. A reset-hardver új eleme a BOR (Brown-Out Reset). A brown-out a tápfeszültség kicsiny változása, aminek a magyar elnevezése akár ez is lehetne: tápingás. A tápfeszültségen jelentkező kis negatív tüske a mikrovezérlőt általában nem befolyásolja, de a környezetében lévő áramkörökre esetleg károsan hat, célszerű ezért egyes esetekben a tápingást érzékelni, s fellépése után reszettel folytatni a működést. A PIC17C mik-



12. ábra



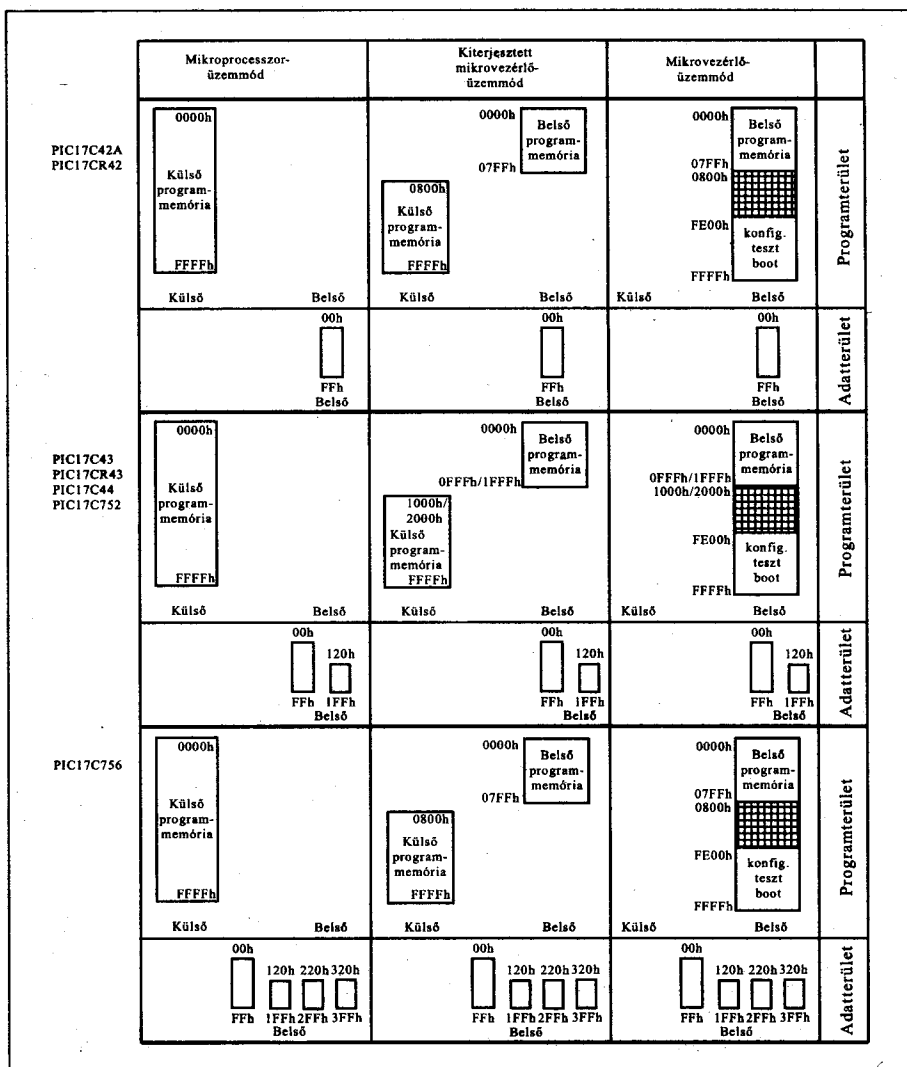
rovezérőkben ez a védelmi rendszer már beépített funkcióként jelenik meg.

A PIC17C család tagjait négyféle üzemmódban lehet használni:

- mikroprocesszor-üzemmód (csak külső programmemóriából hajt végre programot),
- mikrovezérlő-üzemmód (csak belső programmemóriát kezel),
- kiterjesztett mikrovezérlő-üzemmód (a programmemória kezelésekor az alsó címtartományban a belső programtárat használja a mikrovezérlő, ha a címzés a belső memória címtartománya fölé kerül, automatikusan külső programmemóriát használ),
- védett mikrovezérlő-üzemmód (csak belső programmemóriát használ, a programkód titkosított).

Néhány PIC17C változat esetére a 13. ábra mutatja be a különféle üzemmódokban a memóriahasználat módját. Az adatmemória minden esetben belső memóriaterület. A külső programmemóriát a mikrovezérlőknél megszokott módon multiplexelten kezelik a PIC17C áramkörök, így jelentős kül-

13. ábra



2. táblázat. Új PIC16Cxx változatok

Típus	Programmemória	EEPROM adatmem.	RAM (bájt)	I/O láb	Időzítő, WDT	Speciális elemek
PIC16C62B	2048 × 14	-	128	22	1(16 bit), 2(8 bit), WDT	PWM, IIC/SPI, CCP
PIC16C65B	4096 × 14	-	192	33	1(16 bit), 2(8 bit), WDT	2 PWM, USART, IIC/SPI, 2 CCP
PIC16C67	8192 × 14	-	368	33	1(16 bit), 2(8 bit), WDT	2 PWM, USART, IIC/SPI, 2 CCP
PIC16C433	2048	-	128	6	1(8 bit), WDT	8 bit A/D (4 csat.), LIN
PIC16C620A	512 × 14	-	96	13	1(8 bit), WDT	2 komparátor
PIC16CE625	2048 × 14	128 × 8	128	13	1(8 bit), WDT	2 komparátor
PIC16F628	2048 × 14 FLASH	128 × 8	224	16	1(16 bit), 2(8 bit), WDT	USART, PWM, 2 komparátor, CCP
PIC16C662	4096 × 14	-	176	33	1(8 bit), WDT	2 komparátor
PIC16C716	2048 × 14	-	128	13	1(16 bit), 2(8 bit), WDT	8 bit A/D (4 csat.), PWM, CCP
PIC16C717	2048 × 14	-	256	16	1(16 bit), 2(8 bit), WDT	10 bit A/D (6 csat.) IIC/SPI, PWM, CCP
PIC16F77	8192 × 14 FLASH	-	368	33	1(16 bit), 2(8 bit), WDT	8 bit A/D (8 csat.), 2 PWM, USART/IIC/SPI, 2 CCP
PIC16F84A	1792 × 14 FLASH	64 × 8	68	13	1(8 bit), WDT	
PIC16F877	256 × 8 FLASH	256 × 8	368	33	1(16 bit), 2(8 bit), WDT	10 bit A/D (8 csat.) USART/IIC/SPI, 2 PWM, 2 CCP
PIC16C926	8192 × 14	-	336	52	1(16 bit), 2(8 bit), WDT	10 bit A/D (5 csat.) IIC/SPI, PWM, CCP

ső hardvertámogatás is szükséges a külső memóriáramkörök felhasználásához (14. ábra).

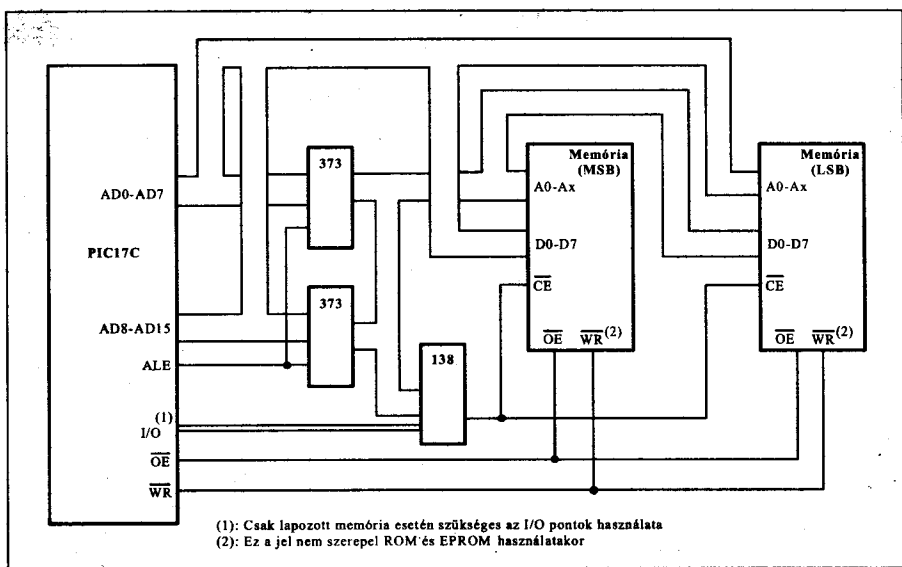
Az adatmemória szervezése is módosult. A PIC16C5x és a PIC16Cxx áramkörök esetében az adatmemória bankválasztása egyszerre jelentette az általános célú adattároló terület és a belső elemek vezérlésére szolgáló SFR (speciális funkciójú regiszter) terület bankváltását is. Ez sokszor kényelmetlen volt. Nagyon kellett ügyelni a programozás során a bankválasztó bitek értékére, gyakran kellett változtatni azokat. A PIC17C mikrovezérlőkben már egymástól függetlenül lehet beállítani az általános adattárolásra szolgáló RAM-terület (GPR) bankszámát és az SFR terület bankszámát (15. ábra), a BSR regiszter két elkülönített részletén.

Az utasítások címzési lehetőségei hasonlóak, mint a korábbi áramkörök-nél, azaz lehetőség van közvetlen, közvetett és relatív címzésre is. Az indirekt címzést a PIC mikrovezérlők sajátosan oldják meg, tulajdonképpen egy speciális címre hivatkozó közvetlen címzéssel. Ezt a mechanizmust már a PIC16C5x és PIC16Cxx áramkörök is használták. A PIC17C család azzal az újdonsággal szolgál, hogy egyidejűleg két, egymástól független indirekt címzési rendszert tud használni.

Az utasításkészlet egyik újdonsága a szorzás utasítás. A szorzóutasítás  $8 \times 8$  bites, s mivel a műveletet hardverúton hajtja végre, ez is egy ciklus alatt végrehajtható. A hardveres szorzás nagymértékben lerövidíti a számításgépes programokat, meggyorsítja a működést. A 3. táblázat néhány esetre bemutatja a hardveres szorzás hatékonyságát, összevetve az azonos műveletet elvégző szoftverrutinnal.

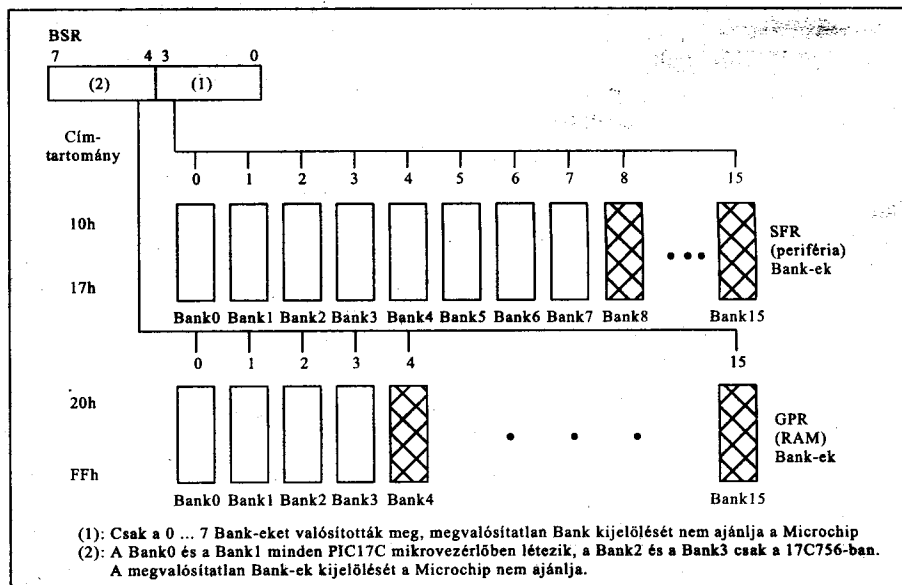
A PIC17C mikrovezérlők utasításkészletét a 4. táblázatban lehet megtalálni. Az utasítások 16 bitesek, mindegyik egyetlen szavas. Az utasításkészletben továbbra is azt a három fő csoportot találjuk meg, amelyek a PIC mikrovezérlőkre jellemzőek: a *bájtorientált* utasításokat, a *bitorientált* utasításokat és a *konstans (literal)* kezelésére szolgáló utasításokat; az utóbbiakkal egy csoportban szokás megadni a vezérlésátdó utasításokat is.

A mikrovezérlők memóriakezelésének alapját a Harvard architektúra képezi, azaz a teljesen elkülönített program- és adatmemória. Ez teszi lehetővé a PIC mikrovezérlőben azt,



(1): Csak lapozott memória esetén szükséges az I/O pontok használata  
(2): Ez a jel nem szerepel ROM és EPROM használatkor

14. ábra



(1): Csak a 0 ... 7 Bank-eket valósították meg, megvalósítatlan Bank kijelölését nem ajánlja a Microchip  
(2): A Bank0 és a Bank1 minden PIC17C mikrovezérlőben létezik, a Bank2 és a Bank3 csak a 17C756-ban. A megvalósítatlan Bank-ek kijelölését a Microchip nem ajánlja.

15. ábra

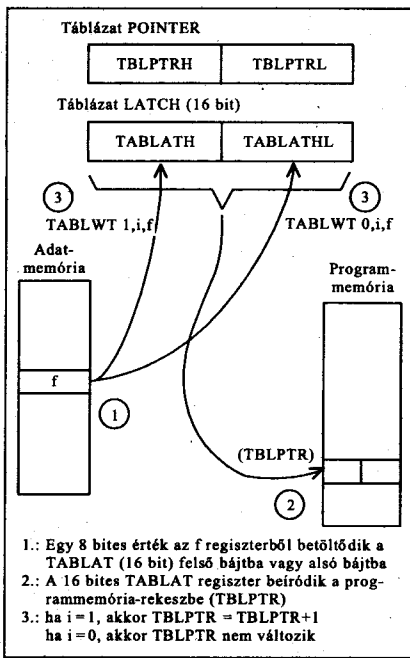
### 3. táblázat. Néhány szorzórutin paraméterei

A rutin feladata	Szorzási megoldás	Programmemória-igény (szószám)	Ciklusszám (maximum)	Időigény [μs], óra: 33 MHz
8 × 8 előjel nélkül	Hardveres szorzás nélkül	13	69	8,364
	Hardveres szorzással	1	1	0,121
8 × 8 előjellel	Hardveres szorzás nélkül	33	91	11,061
	Hardveres szorzással	6	6	0,727
16 × 16 előjel nélkül	Hardveres szorzás nélkül	21	242	29,333
	Hardveres szorzással	24	24	2,91
16 × 16 előjellel	Hardveres szorzás nélkül	52	254	30,788
	Hardveres szorzással	36	36	4,36

#### 4. táblázat. A PIC17C mikroprocesszorok utasításkészlete

Mnemonik, operandus		Lefrás	Ciklus	16 bites opkód		Módosuló flag	Megjegyzés
				MSb	LSb		
<b>Bájtorientált, fájlregiszteres utasítások</b>							
ADDWF	f, d	ADD WREG to f	1	0000	111d ffff ffff	OV, C, DC, Z	
ADDWFC	f, d	ADD WREG and Carry bit to f	1	0001	000d ffff ffff	OV, C, DC, Z	
ANDWF	f, d	AND WREG with f	1	0000	101d ffff ffff	Z	
CLRF	f, s	Clear f for Clear f and Clear WREG	1	0010	100s ffff ffff	Nincs	3
COMF	f, d	Complement f	1	0001	001d ffff ffff	Z	
CPFSEQ	f	Compare f with WREG, skip if f=WREG	1 (2)	0011	0001 ffff ffff	Nincs	6, 8
CPFSGT	f	Compare f with WREG, skip if f>WREG	1 (2)	0011	0010 ffff ffff	Nincs	2, 6, 8
CPFSLT	f	Compare f with WREG, skip if f<WREG	1 (2)	0011	0000 ffff ffff	Nincs	2, 6, 8
DAW	f, s	Decimal Adjust WREG Register	1	0010	111s ffff ffff	C	3
DECF	f, d	Decrement f	1	0000	011d ffff ffff	OV, C, DC, Z	
DECFSZ	f, d	Decrement f, Skip if 0	1 (2)	0001	011d ffff ffff	Nincs	6, 8
DECFSNZ	f, d	Decrement f, Skip in not 0	1 (2)	0010	011d ffff ffff	Nincs	6, 8
INCF	f, d	Increment f	1	0001	010d ffff ffff	OV, C, DC, Z	
INCFSZ	f, d	Increment f, Skip if 0	1	0001	111d ffff ffff	Nincs	6, 8
INFSNZ	f, d	Increment f, Skip if not 0	1 (2)	0010	010d ffff ffff	Nincs	6, 8
IORWF	f, d	Inclusive OR WREG with f	1 (2)	0000	100d ffff ffff	Z	
MOVFP	f, p	Move f to p	1	011p	pppp ffff ffff	Nincs	
MOVPF	p, f	Move p to f	1	010p	pppp ffff ffff	Z	
MOVWF	f	Move WREG to f	1	0000	0001 ffff ffff	Nincs	
MULWF	f	Multiply WREG with f	1	0011	0100 ffff ffff	Nincs	
NEGW	f, s	Negate WREG	1	0010	110s ffff ffff	OV, C, DC, Z	1, 3
NOP	-	No Operation	1	0000	0000 0000 0000	Nincs	
RLCF	f, d	Rotate left f through Carry	1	0001	101d ffff ffff	C	
RLNCF	f, d	Rotate left f (no carry)	1	0010	001d ffff ffff	Nincs	
RRCF	f, d	Rotate right f through Carry	1	0001	100d ffff ffff	C	
RRNCF	f, d	Rotate right f (no carry)	1	0010	000d ffff ffff	Nincs	
SETF	f, s	Set f	1	0010	101s ffff ffff	Nincs	3
SUBWF	f, d	Subtract WREG from f	1	0000	010d ffff ffff	OV, C, DC, Z	1
SUBWFB	f, d	Subtract WREG from f with Borrow	1	0000	001d ffff ffff	OV, C, DC, Z	1
SWAPF	f, d	Swap f	1	0001	110d ffff ffff	Nincs	
TABLRD	t, i, f	Table Read	2 (3)	1010	10t1 ffff ffff	Nincs	7
TABLWT	t, i, f	Table Write	2	1010	11t1 ffff ffff	Nincs	5
TLRD	t, f	Table Latch Read	1	1010	00tx ffff ffff	Nincs	
TLWT	t, f	Table Latch Write	1	1010	01tx ffff ffff	Nincs	
TSTFSZ	f	Test f, Skip if 0	1 (2)	0011	0011 ffff ffff	Nincs	6, 8
XORWF	f, d	Exclusive OR WREG with f	1	0000	110d ffff ffff	Z	
<b>Bitorientált, fájlregiszteres utasítások</b>							
BCF	f, b	Bit Clear f	1	1000	1bbb ffff ffff	Nincs	
BSF	f, b	Bit Set f	1	1000	0bbb ffff ffff	Nincs	
BTFSC	f, b	Bit Test, Skip if Clear	1 (2)	1001	1bbb ffff ffff	Nincs	6, 8
BTFSS	f, b	Bit Test, Skip if Set	1 (2)	1001	0bbb ffff ffff	Nincs	6, 8
BTG	f, b	Bit Toggle f	1	0011	1bbb ffff ffff	Nincs	
<b>Literal (konstans) és vezérlőutasítások</b>							
ADDLW	k	ADD literal to WREG	1	1011	0001 kkkk kkkk	OV, C, DC, Z	
ANDLW	k	AND literal with WREG	1	1011	0101 kkkk kkkk	Z	
CALL	k	Subroutine Call	2	111k	kkkk kkkk kkkk	Nincs	7
CLRWDT	-	Clear Watchdog Timer	1	0000	0000 0000 0100	TO PD	
GOTO	k	Unconditional Branch	2	110k	kkkk kkkk kkkk	Nincs	7
IORLW	k	Inclusive OR literal with WREG	1	1011	0011 kkkk kkkk	Z	
LCALL	k	Long Call	2	1011	0111 kkkk kkkk	Nincs	4, 7
MOVLB	-	Move literal to low nibble in BSR	1	1011	1000 uuuu kkkk	Nincs	
MOVLR	k	Move literal to high nibble in BSR	1	1011	101x kkkk uuuu	Nincs	
MOVLW	k	Move literal to WREG	1	1011	0000 kkkk kkkk	Nincs	
MULLW	k	Multiply literal with WREG	1	1011	1100 kkkk kkkk	Nincs	
RETFIE	-	Return from interrupt & enable interrupts	2	0000	0000 0000 0101	GLINTD	7
RETLW	k	Return literal to WREG	2	1011	0110 kkkk kkkk	Nincs	7
RETURN	-	Return from subroutine	2	0000	0000 0000 0010	Nincs	7
SLEEP	-	Enter SLEEP mode	1	0000	0000 0000 0011	TO PD	PD
SUBLW	k	Subtract WREG from literal	1	1011	0010 kkkk kkkk	OV, C, DC, Z	
XORLW	k	Exclusive OR literal with WREG	1	1011	0100 kkkk kkkk	Z	

- 1: Kettes komplement szerinti működés
- 2: Előjel nélküli aritmetika szerint
- 3: Ha s = 1: csak az f fájl módosul; ha s = 0: a WREG is és az F fájl is változik; ha csak a WREG változása kívánatos, akkor f = WREG-et kell megadni
- 4: LCALL folyamán a PCLATH tartalma töltődik be a PC MSB részbe (PCH) és a kkkk kkkk az LSB részbe (PCL)
- 5: Ha a hivatkozási cím belső EPROM-ra mutat, ez az EPROM-rekesz programozására szolgáló sokciklusos utasítás, amit csak egy megszakítási esemény zár le. Ha külső memóriára vonatkozik az utasítás, akkor kétciklusos lesz.
- 6: Ha a feltétel teljesül, akkor kétciklusos az utasítás; egyébként egyciklusos.
- 7: Általában kétciklusos utasítás, kivéve ha TABLRD a PLC-be (programszámláló alsó bájt) – akkor háromciklusos.
- 8: A Skip (átlépés) azt jelenti, hogy az utasítás végrehajtása közben beolvasott következő opkódot nem értelmezi, helyette NOP-ot hajt végre a CPU.



16. ábra

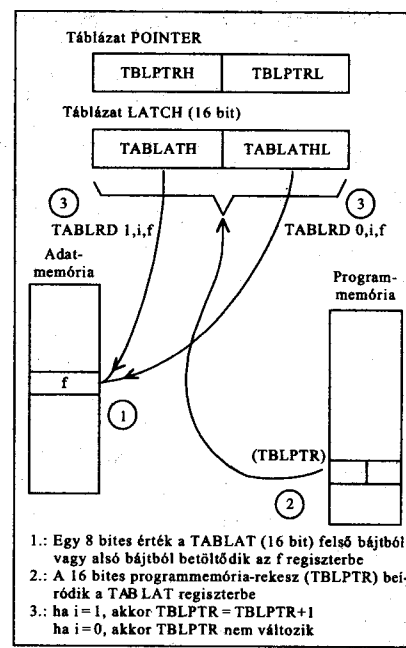
hogy a nyolcbites mikrovezérlő (melynek adatmemóriája így nyolcbites rekeszeket tartalmaz) hosszabb utasításvázakkal dolgozzon (a PIC17C elemek esetében pl. 16 bites utasításokkal). A programmemóriából csak programelemeket olvas a mikrovezérlő központi egysége, az adatmemóriát pedig adatok beírására, visszaolvasására tudja használni. A PIC17C mikrovezérlők utasításkészlete azonban e két, elkülönült memóriaterület között is teremti kapcsolatot, lehetővé teszi a két memória közötti adatmozgatót. Ennek

az új lehetőségnek az eszközei a *táblázatíró* és a *táblázatolvasó* utasítások.

Táblázatként az utasítások működésének leírásakor a programmemória meghatározott területe jelenik meg. A táblázatírás lényege, hogy az adatmemóriából adatot írunk át a programmemóriába. A táblázatolvasás során a programmemóriából kerül át egy rekesz tartalma az adatmemóriába.

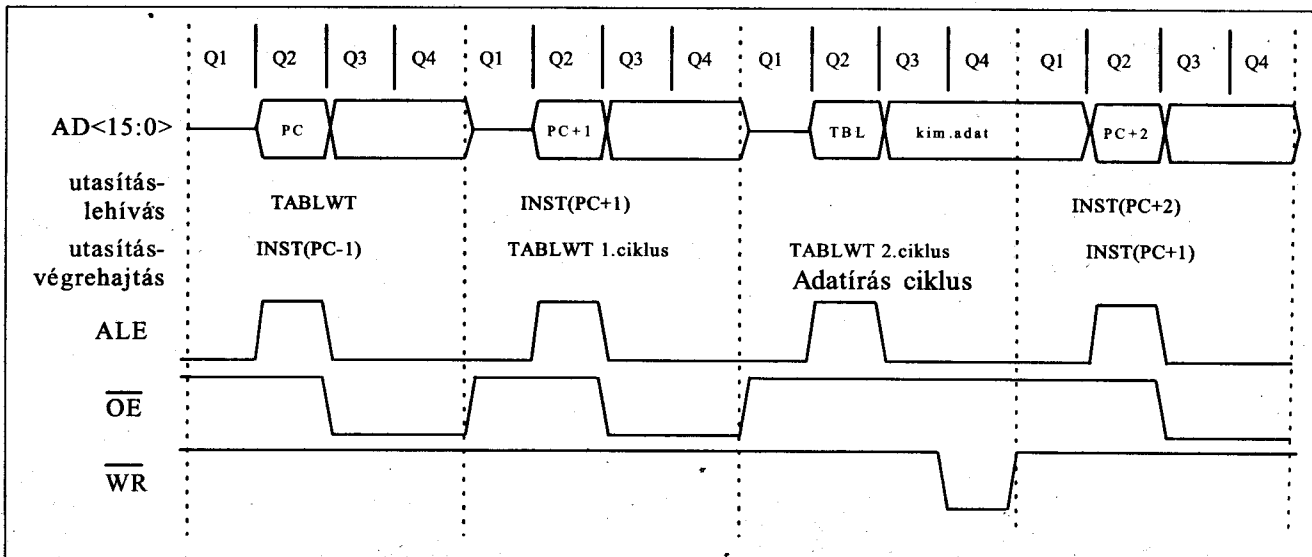
Mivel az adatmemória rekeszei nyolcbitesek, a programmemória rekeszei pedig 16 bitesek, a táblázatkezelés megoldása kissé körülményes. A táblázatírás során két táblázatíró utasítást kell egymás után végrehajtani, az adatmemória-tartalmak egy 16 bites átmeneti regiszterbe kerülnek, s a második utasítás végrehajtása során íródik be a 16 bit a programmemória meghatározott rekeszébe (16. ábra). A táblázatolvasás fordított sorrendben hajtja végre ezeket a lépéseket, a programmemóriából kiolvasott 16 bit két lépésben kerül be az adatmemória meghatározott rekeszeibe (17. ábra).

Ha a programmemória külső IC, mégpedig SRAM áramkör, akkor a táblázatíró utasítás használatával a mikrovezérlőben futó szoftver tulajdonképpen képes a saját programját felépíteni, módosítani is (18. ábra). Ez már önmagában egy igen hatékony, új elem a PIC17C áramkörök használatakor. De mi történik, ha táblázatíró-utasításokat alkalmazunk olyan esetben, amikor a megcímzett programmemória-rekesz a mikrovezérlő belső programmemóriájában van? Ha a belső programmemória ROM jellegű, akkor az utasítást a



17. ábra

mikrovezérlő központi egysége figyelmen kívül hagyja. EPROM vagy FLASH programtár esetén viszont egy sajátos működés következik be. A programmemória-rekesz beírása egy ún. hosszú írási ciklust indít. Ez az EPROM vagy FLASH írási ciklushoz elegendő időt biztosít, így valóban átíródik a belső programtár! A hosszú írási ciklust azonban a mikrovezérlő nem képes maga időzíteni, ezért a felhasználónak kell figyelni az időtartamot, s ha a beírás megtörtént, mesterségesen kell lezárni a ciklust. A hosszú írás alatt a mikrovezérlő egyéb működései szü-



18. ábra

# Megoldás

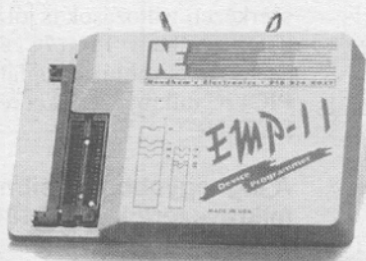
# Minden Szinten

## *Alkatrészek*



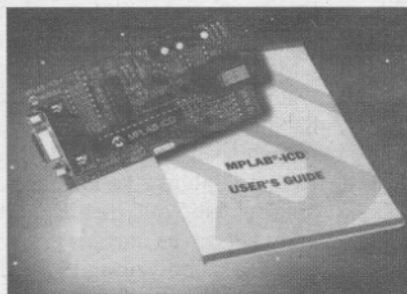
*PIC mikrokontrollerek  
Memóriák  
FPGA és CPLD áramkörök  
Hangrögzítő áramkörök  
Basic Stamp I és II  
Analog áramkörök  
Teljesítményfelvezetők*

## *Programozók*



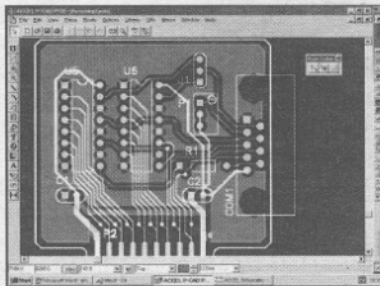
*EPROM, EEPROM  
PAL, GAL  
FPGA, PALCE  
Mikrokontrollerek  
Flash memóriák, stb.*

## *Fejlesztőeszközök*



*Program szimulátorok  
EPROM emulátorok  
Programletöltő emulátorok  
In-circuit emulátorok  
Assemblerok, C fordítók  
Fuzzy fejlesztők*

## *Tervezőprogramok*



*FPGA és CPLD tervezés  
Áramkórszimuláció  
Nyomatottáramkör tervezés  
Jeltisztaság analízis  
EMC szimuláció  
Induktivitás tervezés*

**chipCAD**  
DISTRIBUTION

[www.chipcad.hu](http://www.chipcad.hu)

1046 Budapest, Kiss Ernő u. 3.

E-mail: [info@chipcad.hu](mailto:info@chipcad.hu)

Tel: 231-7000 Fax: 231-7011

5. táblázat. PIC17Cxxx változatok

Típus	Program-memória	EEPROM adatmem.	RAM [bájt]	I/O láb	Időzítő, WDT	Speciális elemek
PIC17C42A	2048 × 16	–	232	33	2(16 bit),2(8 bit), WDT	2 PWM, USART
PIC17C43	4096 × 16	–	454	33	2(16 bit),2(8 bit), WDT	2 PWM, USART
PIC17C44	8192 × 16	–	454	33	2(16 bit),2(8 bit), WDT	2 PWM, USART
PIC17C752	8192 × 16	–	678	50	2(16 bit),2(8 bit), WDT	3 PWM, 2 USART/IIC/SPI, 10 bit A/D (12 csatorna)
PIC17C756A	16384 × 16	–	902	50	2(16 bit),2(8 bit), WDT	3 PWM, 2 USART/IIC/SPI, 10 bit A/D (12 csatorna)
PIC17C762	8192 × 16	–	678	66	2(16 bit),2(8 bit), WDT	3 PWM, 2 USART/IIC/SPI, 10 bit A/D (16 csatorna)
PIC17C766	16384 × 16	–	902	66	2(16 bit),2(8 bit), WDT	3 PWM, 2 USART/IIC/SPI, 10 bit A/D (12 csatorna)

netelnek, csak megszakítás vagy reset zárhatja le ezt a működési módot. A megszakítás származhat egy belső időzítőből vagy külső áramköről egyaránt. Célszerű, ha csak a hosszú írást kezelő megszakítást engedélyezi a felhasználó erre az időre, egyébként egy váratlan megszakítás elronthatja a folyamatot.

A PIC17C mikrovezérlőkben több időzítő/számláló található, mint a legtöbb korábbi áramkörben. A különleges szolgáltatásokat is átrendezte a Microchip. A komparálás a Timer1, Timer2 és a Timer3 számlálók saját képessége lett. Nincs CCP modul, helyette önálló kiolvastató (capture) és impulzusszélesség-modulált modul (PWM) jelenik meg.

A PIC17C mikrovezérlők közül sokban találunk A/D konvertert, ezek már 10 bites átalakítók, s az analóg csatornák száma is sokszor magasabb a korábinál (12 vagy akár 16 csatornás változat is szerepel a sorozatban).

A megszakítási rendszer hasonló a PIC16Cxx mikrovezérlőknél megismerthez. A korábbi megoldásban a megszakítások elfogadásakor a programmemória egyetlen, meghatározott címére került a vezérlés, azaz bármelyik megszakítás esetén a megszakítást kezelő szubrutin mindig itt kezdődött. A szubrutinnak kellett megállapítania, hogy melyik megszakításforrás váltotta ki éppen a megszakítást.

A PIC17C elemeknél a külső megszakítást kérő jelek és a Timer0 túlsordulásakor aktivizálódó megszakítás önálló belépési címet kaptak a programmemóriában, ezek a megszakítások így saját szubrutinnal rendelkezhetnek. A többi megszakítás (az ún. „periféria-megszakítások”) egyetlen, közös címről indítják a közös szubrutinjukat, így azok közül továbbra is a

szoftvernek kell kiválasztania azt, amelyik éppen működött.

A PIC17C mikrovezérlők közül a 19. ábrán a PIC17C75x elemek belső felépítését mutatjuk be, ezen a felsorolt szerkezeti változások is jól megfigyelhetők. Néhány PIC17C áramkör fő adatait az 5. táblázat foglalja össze. A PIC17C mikrovezérlőket részletesen a [3] írja le.

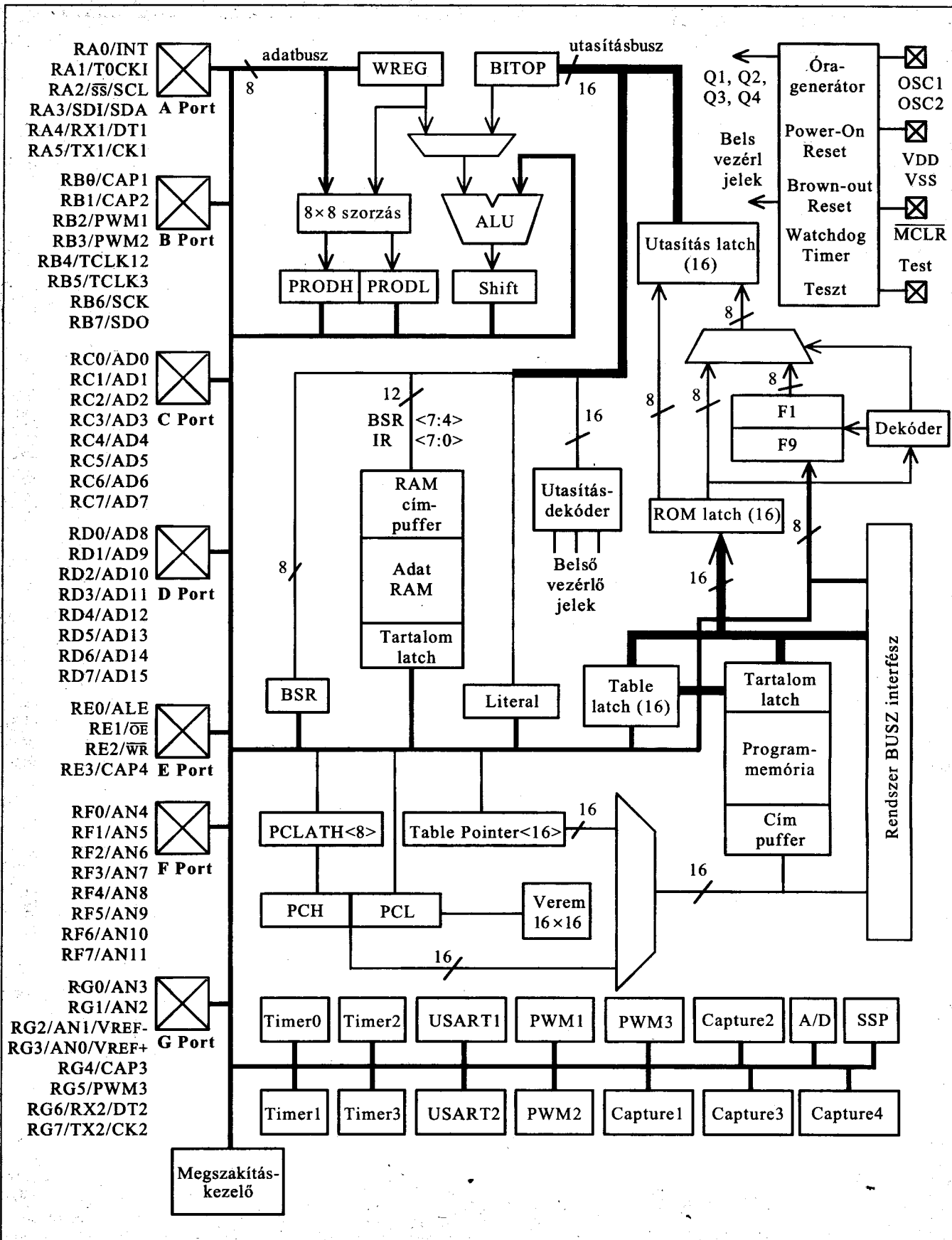
### A legnagyobb teljesítményű PIC mikrovezérlők, a PIC18C elemek

1999-ben fejlesztették ki a Microchip mérnökei a PIC18C családot, s 2000-ben az új áramköröket már az egész világon forgalmazták. Az új család is CMOS EPROM, EEPROM és FLASH alapú, nagysebességű (az órajel felső határa 40 MHz lett) csipekre épül, a felépítésben és a működésben sok új elemet találunk. Az utasításkészlet jelentősen kibővült, megjelent benne néhány kétszavas utasítás is. Az utasításoknál a szóhosszúság 16 bit, de a programmemória nyolcbites rekeszekből építkezik (két-két rekesz tartalmaz egy-egy utasításszót). A programszámláló 21 bites, így a programmemória akár 2 MiB méretű is lehet. A belső elemek hasonlóak a korábbi családoknál megismert programozható részletekkel, de sok áramkör-változatban nagyobb mennyiségben is megtalálhatók, ugyanakkor néhány új elemmel is találkozhatunk majd.

A mikrovezérlők órajelének előállítására sok alkalmazásban kényes kérdés. A PIC áramkörök eddig is biztosítottak több lehetőséget, de minden esetben külső frekvenciameghatározó elemekkel kellett az oszcillátort működtetni, vagy külső órajelről lehetett megoldani a működtetést. Az időközben megjelent nyolclábú mikrovezérlőknél

(ld. a következő fejezetet) a kivezetésekkel nagyon kellett takarékoskodni, ezért alternatívaként belső órajelet, belső RC-oszcillátort is kialakított a Microchip. Az ötlet annyira jónak bizonyult, hogy a PIC18C mikrovezérlőknél már az oszcillátor-üzem módok minden esetben tartalmazzák a belső, RC oszcillátort is. A fő oszcillátor mellett egy második oszcillátor is működtethető a PIC18C mikrovezérlőkben, ez egy alacsony frekvenciával működő oszcillátor. Amikor a mikrovezérlőnek működnie kell ugyan, de a működési sebesség nem kritikus, a tápegységigény csökkentése érdekében célszerű erre a kisebb frekvenciára átkapcsolni. További új elem a frekvencianegyszerező áramkör beépítése, ami PLL felhasználásával oldja meg a külső kvarccal beállított órajel-frekvencia négyszerezését.

A mikrovezérlővel kialakított elektronika megbízhatóságának egyik záloga a sokoldalú, hatékony reset-rendszer. A PIC18C mikrovezérlők a korábbi alaphelyzetbe-állítási lehetőségek mindegyikét tartalmazzák, de újtonságokkal is szolgálnak. Az utasításkészletben megjelent egy alaphelyzetbe-állító utasítás (RESET), így a futó szoftver is képes a mikrovezérlő resetelésére (pl. egy megszakítási rutin). A másik ötletes újdonság az, hogy a veremtar-mutató alulcsordulása illetve túlsordulása is kiválthatja a reset-folyamatot. A PIC18C áramkörökben a veremtar már 32 szintű, de így is előfordulhat (programozási hiba vagy működési rendellenesség következtében), hogy többször kellene kiolvasni, mint ahány címet mentett a szoftver, illetve az is megeshet, hogy több címet kíván a program elmenteni, mint ahányat a veremtar tud fogadni. A mikrovezérlők többsége az ilyen hibák ellen nincs



19. ábra

véde, nem is érzékelik az ilyen problémát, egyszerűen ezután hibásan működnek. Nem volt védett a veremkezelés a korábbi PIC elemekben sem. A PIC18C áramköröknél a veremmutató túlcscordulásakor (túl sok mentési igény) illetve alulcscordulásakor (több kiolvasás, mint beírás) a mikrovezérlő egy reset folyamattal újraindul, ismét kialakítja a teljes szoftverrendszert és „tisztá lappal” kezdi meg (pontosabban szólva folytatja) a működést.

A programmemória és a verem felépítését a **20. ábrán** vehetjük szemügyre.

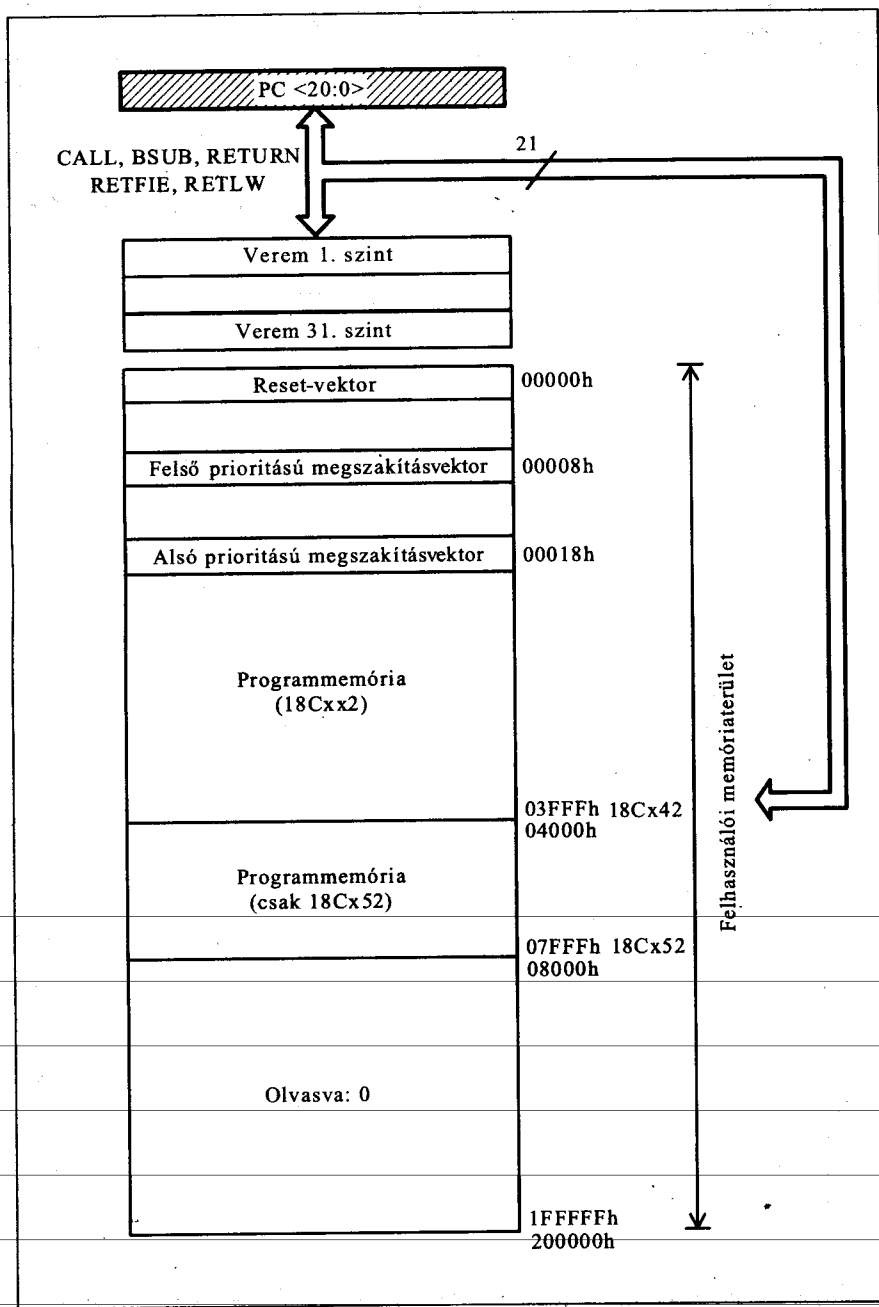
A megszakításokhoz itt két címet rendelt a Microchip, de a két címet egy-egy prioritási szinthez kötötte. A megszakítások kezeléséről a későbbiekben szólnunk még. Látható, hogy akár a teljes 2 MiB-os címtartomány is felhasználható programok tárolására. A PIC18C mikrovezérlők utasításainál a szóhosszúság 16 bit, azaz két programmemória-rekesztartalmazegyutasítászótt. Minden utasítás páros címen kezdődik, a következő, eggyel magasabb (páratlan) című rekeszben folytatódik. A programszámláló (PC) működése

szorán ezért a mikrovezérlő központi egysége az A0 bitet nem is kezeli, az utasítások végrehajtása közben a PC-tartalom mindig 2-vel nő. Az utasítás beolvasásakor az A0 bitet egy külön automatikus egység állítja be először 0-ra, majd 1-re.

Az indirekt címzési rendszer is átalakult, kibővült. Három indirekt címző regiszter van az áramkörökben. Az indirekt címre hivatkozás többféle lehet, így az indirekt cím a használat előtt vagy után növelhető illetve csökkenthető. Ez a lehetőség az adatsorok kezelését nagyban meggyorsítja, leegyszerűsíti.

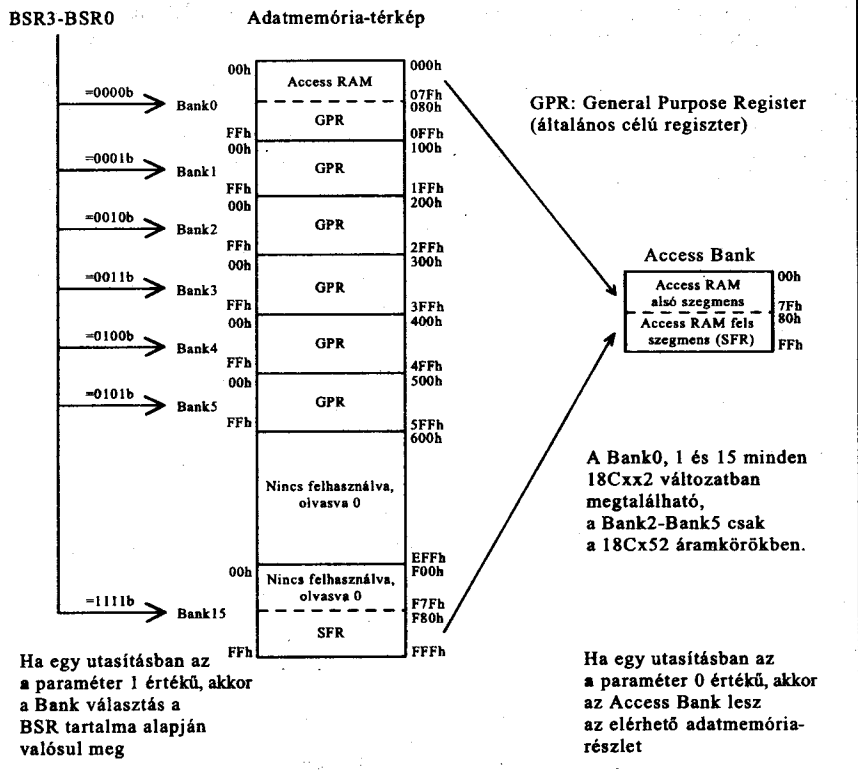
Érdekes kérdés a külső programmemória alkalmazásának lehetősége. A jelenleg forgalomban lévő PIC18C mikrovezérlők csak belső programmemóriát kezelnek. A Microchip előrejelzéseiben szerepel néhány „romless”, azaz belső programmemória nélküli típus, ez nyilvánvalóvá teszi, hogy a PIC18C családban a külső programmemória használata lehetséges lesz. A gyártó annyit már elárul ezekről a külső programmemóriát használó mikrovezérlőkről, hogy nagyszámú párhuzamos porttal fogja felszerelni ezeket, így a külső memória kezelése miatt kieső I/O pontok nem okoznak érzékeny veszteséget. A szokásos, multiplexelt kezelés mellett ezért tervezik a szeparált adat- és címbusszal megoldott külső programmemória-kezelést is, ami a külső programmemória használatát jelentős mértékben meggyorsítja.

Az adatmemóriát teljesen átszervezte a gyártó (**21. ábra**). Az általános adattárolási célra szolgáló RAM-területek közül a legkisebb címterületen levő „félbank” az Access RAM nevet kapta, a továbbiakat GPR (általános felhasználású regiszterek) jelöli. A RAM címterület legfelső félbank területén találhatóak meg a belső részletek kezelésére szolgáló regiszterek (SFR terület). A bank aktuális sorszámát a bankválasztó regiszter (BSR) bitjei határozzák meg. A RAM-ra hivatkozó utasításokban azonban van egy másik lehetőség is, amikor a RAM-területet nem a BSR jelöli ki. Ekkor az ún. Access Bank az aktuális RAM-terület, ami fizikailag nem is létezik. Ha egy utasítás az Access Bank területéhez fordul, olyan bank áll a rendelkezésére, melynek alsó fele a RAM terület elején lévő Access RAM, a felső részen pedig az SFR terület jelenik meg. A gyors programokban így ez a két részlet egy-



20. ábra





21. ábra

zerűen, a BSR kezelése, átírása nélkül bármikor elérhető, kezelhető.

A sokoldalúan felhasználható táblázatkezelő utasítások természetesen a PIC18C áramköröknél is élnek. Az adatmemória és a programmemória közötti adatmozgatást nagymértékben leegyszerűsíti az, hogy a programmemória ezeknél a mikrovezérlőknél nyolcbit-es rekeszekből áll. A programmemóriát a táblázatkezelés során címző táblázatpointer (TBLPTR) 21 bites, így minden rekeszt külön-külön képes megcímezni. A táblázatolvasás menetét

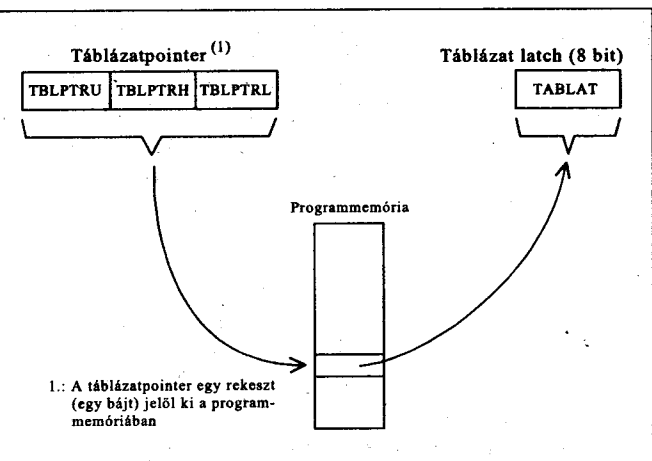
a 22. ábra mutatja be. A táblázatolvasás (és a táblázatírás) utasításnak négy változata van, az egyik változatlanul hagyja a TBLPTR tartalmát, a másik felhasználás után növeli vagy csökkenti, s van, amelyik a felhasználás előtt növeli eggyel. Ezek a lehetőségek is az adatsorok kezelését egyszerűsítik.

A táblázatírás (23. ábra) a PIC18C mikrovezérlőkben blokkos szervezésű. A blokk 2 rekeszből áll (hiszen egy utasítászó két nyolcbit-es memóriarekeszben fér el). A táblázatíró utasításokat ezért minden esetben kettesével

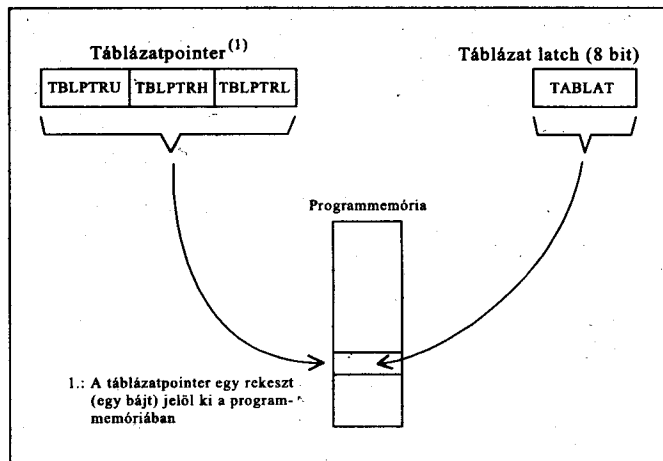
kell használni. Az első utasítás valójában nem is a programmemóriába ír be, csak egy átmeneti regiszterbe. Amikor a második táblázatíró utasítás is sorra kerül, akkor – egy hosszú írás ciklus alatt – valósul meg az utasítás 16 bitjének beírása a programmemóriába. A hosszú írás ciklust itt is reset-folyamat vagy megszakítás zárhatja le.

A megszakítási rendszer hasonlóan alakul, mint a PIC17C mikrovezérlőkben, de egy új lehetőséggel bővült. Minden megszakításhoz két bit tartozott korábban (ld. 12. ábra), az egyik a megszakítási feltétel létrejöttét jelző flag, a másik az egyedi engedélyező bit. A PIC18C elemekben minden megszakításhoz három bit tartozik, a harmadik a prioritást jelző bit. A teljes megszakítási rendszert megduplázták. Az egyik részrendszerben a prioritásbit 0 értéke aktivizálja a működést, s ekkor az elfogadott megszakítás hatására a programmemória 18h címéről indul a szubrutin; ez az alsó prioritási szint. A megszakítási rendszer másik részrendszerében a megszakításokhoz a prioritásbit 1 értéke tartozik. Ha innen valósul meg egy megszakítás, akkor a programmemória 8h címéről indul a kiszolgáló szubrutin végrehajtása (felső prioritási szint). A megszakítási rendszerre a PIC18Cxx2 mikrovezérlők példáját mutatja be a 24. ábra.

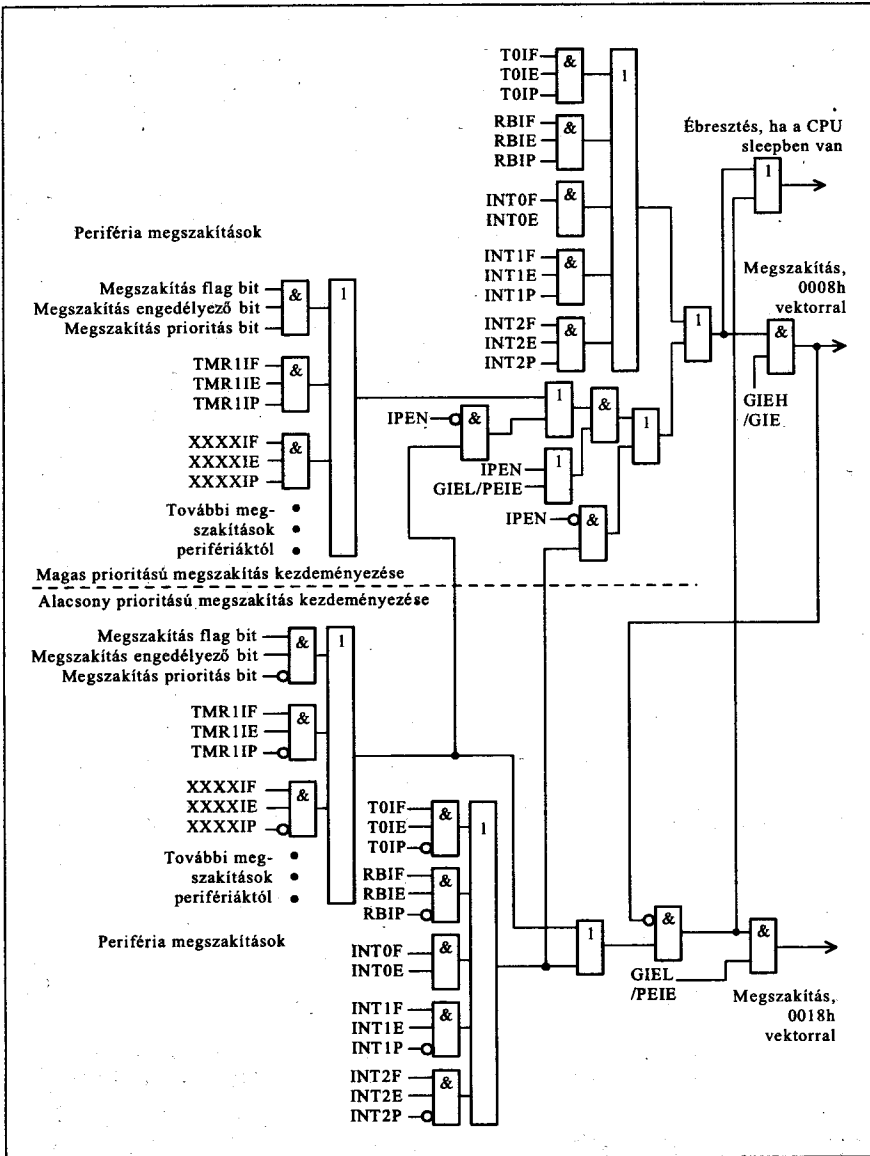
Ha a mikrovezérlő egy alsóbb szintű megszakítás szubrutinját hajtja végre éppen és közben beérkezik egy magasabb prioritású megszakításigény, akkor a futó rutin végrehajtása félbemarad és beiktatódik az új szubrutin. Fordított esetben a magasabb prioritású megszakítást kiszolgáló rutin nem szakad félbe sem alacsonyabb, sem azonos szintű megszakításigény hatására.



22. ábra



23. ábra

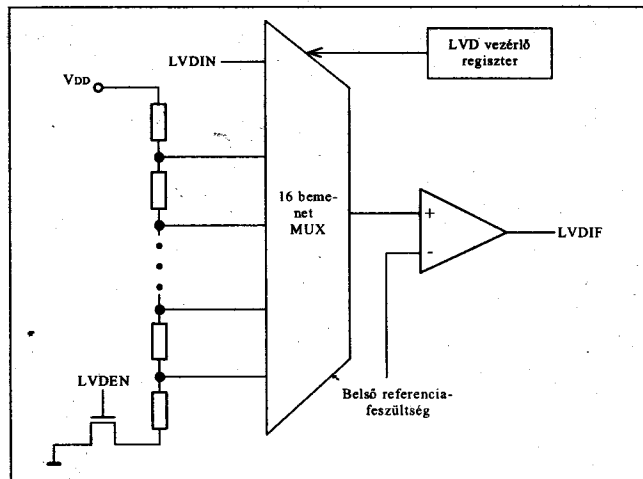


24. ábra

Az időzítő/számláló között a PIC18C mikrovezérlőkben kettőt is találunk, melynél saját oszcillátort lehet kialakítani (Timer1 és Timer3). A speciális számlálási módok (komparálás, kiolvastatás, PWM) kezelésére CCP modulokat lehet felhasználni, hasonlóképpen, mint a PIC16Cxx áramkörök-nél. Az A/D modulok a PIC17C mikrovezérlőknél látott módon itt is 10 bites átalakítással dolgoznak, az analóg csatornák száma 4 és 16 között változik.

Új áramköri elem az alacsony-feszültség-érzékelő (Low Voltage Detect, LVD) áramkör. Ez a modul egy külső feszültség értékét figyeli, amit az LVDIN pontra kell vezetni (az A port RA5 pontja egyik alternatív funkciója). Az áramkör tehát figyelhet egy külső

25. ábra



feszültséget, vagy a tápfeszültség leosztott értékét. A leosztást beépített ellenállásosztó végzi el, az osztási pontok egyike multiplexerrel választható ki (25. ábra). Amikor az LVD modulban lévő feszültségkomparátor érzékeli, hogy a figyelt feszültség a referencia alá csökkent, a modul megszakítást kezdeményez. Ha a tápfeszültséget figyeli az áramkör, akkor a küszöbszintet célszerű a minimális tápfeszültségérték fölére beállítani. Így, ha csökken a tápfeszültség, az LVD modul megszakítási jelére a program fontosabb információi elmenthetők, mielőtt a csökkenés olyan mértékű lenne, hogy már nem is képes szabályos működésre a mikrovezérlő.

A mikrovezérlők alapfunkcióit beállító konfigurációs bitek (WDT működés, oszcillátor-üzemmód stb.) a PIC16C és a PIC17C áramkörökben a programmemória címtérületén helyezkedtek el. A PIC18C család esetében a programmemória címtérületén kívüli címeken található ezek, a 300000h ... 300006h címeken. A 20000h ... 200004 címeken pedig felhasználói azonosító kódot lehet elhelyezni, míg a 3FFFFEh és 3FFFFFh címeken a gyári azonosító található meg.

A PIC18C mikrovezérlők utasításkészlete 77 utasításból áll (6. táblázat). Az utasítások szóhossza 16 bit, a legtöbb utasítás egyszavas. Négy darab kétszavas utasítás van a készletben, ezek húsz bites címet tartalmaznak. A kétszavas utasítások második szava minden esetben négy 1-t tartalmaz a legfelső négy biten. Ennek az a magyarázata, hogy az utasítások között egy új NOP utasítás jelent meg, ilyen műveleti kóddal:

```
1111 xxx xxx xxx
```

6. táblázat. A PIC18C mikrovezérlők utasításkészlete

Mnemonik, operandus		Leírás	Ciklus	16 bites opkód				Módosuló flag	Megjegyzés
				MSb		LSb			
<b>Bájtorientált, fájlregiszteres utasítások</b>									
ADDWF	f,d,a	ADD WREG and f	1	0010	01da	ffff	ffff	C,DC,Z,OV,N	1,2
ADDWFC	f,d,a	ADD WREG and Carry bit to f	1	0010	00da	ffff	ffff	C,DC,Z,OV,N	1,2
ANDWF	f,d,a	AND WREG with f	1	0001	01da	ffff	ffff	Z,N	1,2
CLRF	f,a	Clear f	1	0110	101a	ffff	ffff	Z	2
COMF	f,d,a	Complement f	1	0001	11da	ffff	ffff	Z,N	1,2
CPFSEQ	f,a	Compare f with WREG, skip if f=WREG	1 (2v3)	0110	001a	ffff	ffff	Nincs	4
CPFSGT	f,a	Compare f with WREG, skip if f>WREG	1 (2v3)	0110	010a	ffff	ffff	Nincs	4
CPFSLT	f,a	Compare f with WREG, skip if f<WREG	1 (2v3)	0110	000a	ffff	ffff	Nincs	1,2
DECF	f,d,a	Decrement f	1	0000	01da	ffff	ffff	C,DC,Z,OV,N	1,2,3,4
DECFSZ	f,d,a	Decrement f, Skip if 0	1 (2v3)	0010	11da	ffff	ffff	Nincs	1,2,3,4
DCFSNZ	f,d,a	Decrement f, Skip if Not 0	1 (2v3)	0100	11da	ffff	ffff	Nincs	1,2
INCF	f,d,a	Increment f	1	0010	10da	ffff	ffff	C, DC, Z, OV, N	1,2,3,4
INCFSZ	f,d,a	Increment f, Skip if 0	1 (2v3)	0011	11da	ffff	ffff	Nincs	4
INFSNZ	f,d,a	Increment f, Skip if Not 0	1 (2v3)	0100	10da	ffff	ffff	Nincs	1,2
IORWF	f,d,a	Inclusive OR WREG with f	1	0001	00da	ffff	ffff	Z, N	1,2
MOVF	f,d,a	Move f	1	0101	00da	ffff	ffff	Z, N	1
MOVFF	fs,fd	Move fs to fd	2	1100	ffff	ffff	ffff	Nincs	
				1111	ffff	ffff	ffff		
MOVWF	f,a	Move WREG to f	1	0110	111a	ffff	ffff	Nincs	
MULWF	f,a	Multiply WREG with f	1	0000	001a	ffff	ffff	Nincs	
NEGF	f,a	Negate f	1	0110	110a	ffff	ffff	C, DC, Z, OV, N	1,2
RLCF	f,d,a	Rotate Left f through Carry	1	0011	01da	ffff	ffff	C, Z, N	
RLNCF	f,d,a	Rotate Left f (No Carry)	1	0100	01da	ffff	ffff	Z, N	1,2
RRCF	f,d,a	Rotate Right f through Carry	1	0011	00da	ffff	ffff	C, Z, N	
RRNCF	f,d,a	Rotate Right f (No Carry)	1	0100	00da	0000	0000	Z, N	
SETF	f,a	Set f	1	0110	100a	ffff	ffff	Nincs	
SUBFWB	f,d,a	Subtract f from WREG with Borrow	1	0101	01da	ffff	ffff	C, DC, Z, OV, N	1,2
SUBWF	f,d,a	Subtract WREG from f	1	0101	11da	ffff	ffff	C, DC, Z, OV, N	
SUBWFB	f,d,a	Subtract WREG from f with Borrow	1	0101	10da	ffff	ffff	C, DC, Z, OV, N	1,2
SWAPF	f,d,a	Swap nibbles in f	1	0011	10da	ffff	ffff	Nincs	4
TSTFSZ	f,a	Test f, Skip if 0	1 (2v3)	0110	011a	ffff	ffff	Nincs	1,2
XORWF	f,d,a	Exclusive OR WREG with f	1	0001	10da	ffff	ffff	Z,N	
<b>Bitorientált, fájlregiszteres utasítások</b>									
BCF	f,b,a	Bit Clear f	1	1001	bbba	ffff	ffff	Nincs	1,2
BSF	f,b,a	Bit Set f	1	1000	bbba	ffff	ffff	Nincs	1,2
BTFSC	f,b,a	Bit Test f, Skip if Clear	1 (2v3)	1011	bbba	ffff	ffff	Nincs	3,4
BTFSS	f,b,a	Bit Test f, Skip if Set	1 (2v3)	1010	bbba	ffff	ffff	Nincs	3,4
BTG	f,b,a	Bit Toggle f	1	0111	bbba	ffff	ffff	Nincs	1,2
<b>Literal (konstansos) utasítások</b>									
ADDLW	k	ADD literal and WREG	1	0000	1111	kkkk	kkkk	C, DC, Z, OV, N	
ANDLW	k	AND literal with WREG	1	0000	1011	kkkk	kkkk	Z,N	
IORLW	k	Inclusive OR literal with WREG	1	0000	1001	kkkk	kkkk	Z,N	
LFSR	f,k	Move literal (12 bit) to FSRx	2	1110	09ff	kkkk	kkkk	Nincs	
				1111	0000	kkkk	kkkk		
MOVLB	k	Move literal to BSR <3:0>	1	0000	0001	0000	kkkk	Nincs	
MOVLW	k	Move literal to WREG	1	0000	1110	kkkk	kkkk	Nincs	
MULLW	k	Multiply literal with WREG	1	0000	1101	kkkk	kkkk	Nincs	
RETLW	k	Return with literal in WREG	2	0000	1100	kkkk	kkkk	Nincs	
SUBLW	k	Subtract WREG from literal	1	0000	1000	kkkk	kkkk	C, DC, Z, OV, N	
XORLW	k	Exclusive OR literal with WREG	1	0000	1010	kkkk	kkkk	Z,N	
<b>Vezérlő utasítások</b>									
BC	n	Branch if Carry	1 (2)	1110	0010	nnnn	nnnn	Nincs	
BN	n	Branch if Negative	1 (2)	1110	0110	nnnn	nnnn	Nincs	
BNC	n	Branch if Not Carry	1 (2)	1110	0011	nnnn	nnnn	Nincs	
BNN	n	Branch if Not Negative	1 (2)	1110	0111	nnnn	nnnn	Nincs	
BNOV	n	Branch if Not Overflow	1 (2)	1110	0101	nnnn	nnnn	Nincs	
BNZ	n	Branch if Not Zero	2	1110	0001	nnnn	nnnn	Nincs	
BOV	n	Branch if Overflow	1 (2)	1110	0100	nnnn	nnnn	Nincs	
BRA	n	Branch Unconditionally	1 (2)	1101	0nnn	nnnn	nnnn	Nincs	
BZ	n	Branch if Zero	1 (2)	1110	0000	nnnn	nnnn	Nincs	
CALL	n,s	Call subroutine	2	1110	110s	kkkk	kkkk	Nincs	
				1111	kkkk	kkkk	kkkk		
CLRWDT		Clear Watchdog Timer	1	0000	0000	0000	0100	TO, PD	
DAW		Decimal Adjust WREG	1	0000	0000	0000	0111	C	
GOTO	n	Go to address	2	1110	1111	kkkk	kkkk	Nincs	
				1111	kkkk	kkkk	kkkk		
NOP		No Operation	1	0000	0000	0000	0000	Nincs	
NOP		No Operation (4)	1	1111	xxxx	xxxx	xxxx	Nincs	
POP		Pop top of return stack (TOS)	1	0000	0000	0000	0110	Nincs	
PUSH		Push top of return stack (TOS)	1	0000	0000	0000	0101	Nincs	
RCALL	n	Relative Call	2	1101	1nnn	nnnn	nnnn	Nincs	
RESET		Software device RESET	1	0000	0000	1111	1111	Mindegyik	
RETFIE	s	Return from interrupt enable	2	0000	0000	0001	000s	GIE/GIEH PEIE/GIEL	

## 6. táblázat. A PIC18C mikrovezérlők utasításkészlete (folytatás)

Mnemonic, operandus		Leírás	Ciklus	16 bites opkód				Módosuló flag	Megjegyzés
				MSb		LSb			
RETLW	k	Return with literal in WREG	2	0000	1100	kkkk	kkkk	Nincs	
RETURN	s	Return from Subroutine	2	0000	0000	0001	001s	Nincs	
SLEEP		Go into standby mode	1	0000	0000	0000	0011	TO, PD	
<b>Adatmemória ↔ programmemória utasítások</b>									
TBLRD*		Table Read	2	0000	0000	0000	1000	Nincs	
TBLRD*+		Table Read with post-increment	2	0000	0000	0000	1001	Nincs	
TBLRD*-		Table Read post-decrement	2	0000	0000	0000	1010	Nincs	
TBLRD*+		Table Read pre-increment	2	0000	0000	0000	1011	Nincs	
TBLWT*		Table Write	2 (5)	0000	0000	0000	1100	Nincs	
TBLWT*+		Table Write post-increment	2 (5)	0000	0000	0000	1101	Nincs	
TBLWT*-		Table Write post-decrement	2 (5)	0000	0000	0000	1110	Nincs	
TBLWT*+		Table Write pre-increment	2 (5)	0000	0000	0000	1111	Nincs	

- 1: Ha egy portregisztert önmagával módosítunk (pl. MOVF PORTB, 1, 0), akkor az IC lábán lévő logikai érték jelenik meg, mint beolvasott érték (nem az adatlatch tartalma).
- 2: Ha ezt az utasítást a TMR0 regiszterre alkalmazzuk és ha van d paraméter, s annak értéke 1; az előosztó (ha működik), törlődik.
- 3: Ha a PC módosul vagy egy feltételes átlépés (skip) teszt teljesül, akkor az utasítás végrehajtása két gépi ciklust igényel. A második ciklus a környezet számára NOP-ként jelentkezik.
- 4: Néhány utasítás kétszavas. Ezek második szava NOP utasításként értelmeződik, akkor a vezérlés közvetlenül ezekre adódik (mint önálló, egyszavas utasításra).

Ha a programfutás során a vezérlés egy kétszavas utasítás második szavára kerül közvetlenül, pl. egy utasítás-átlépés vagy ugróutasítás hatására, akkor semmi baj nem történik, mivel ez a második rész csak egy NOP utasítást jelent a mikrovezérlő számára. Az utasításrendszerben a Microchip kicsit megváltoztatta az utasítások csoportosítását: külön csoportot alkotnak már a vezérlő utasítások illetve az adatmemória-programmemória között ható

utasítások. A PIC18C mikrovezérlőkre példaként a PIC18C4x2 változatok belső felépítését mutatjuk be, a **26. ábrán**. A **7. táblázatban** pedig néhány PIC18C áramkör fontosabb adatai láthatóak. A második hat típus e cikk kétszavúak még csak a Microchip terveiben szerepelt, de valószínűleg a megjelenésekor már piacon lesznek.

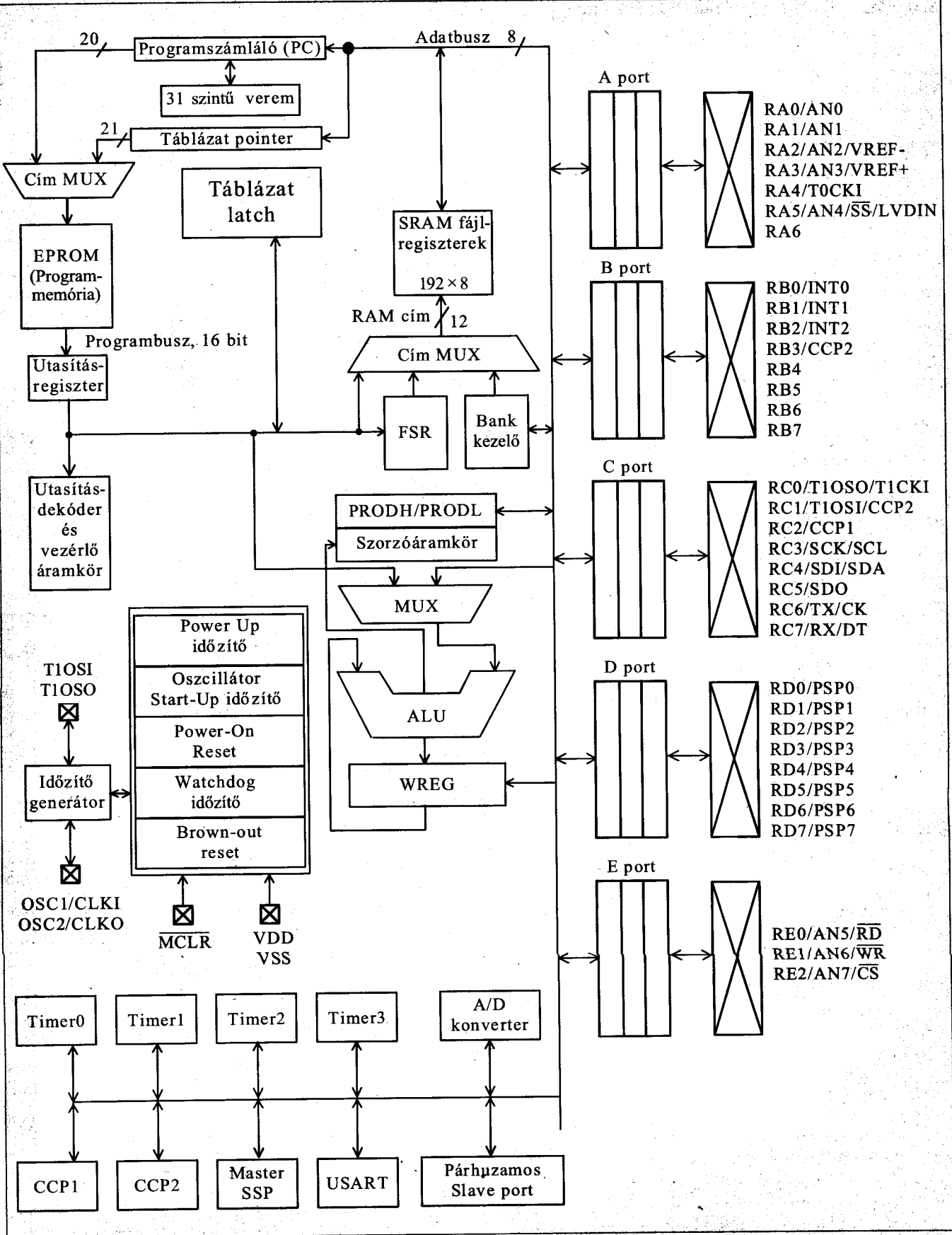
A táblázatban két áramkörnél megjelenik a CAN rövidítés is. Ez egy új elem a PIC mikrovezérlőknél. A CAN-

illesztő a CAN-buszokhoz teszi lehetővé a csatlakozást.

A CAN-buszt eredetileg a gépköcsi-elektronika számára fejlesztették ki, de olyan hatékonyak bizonyultak, hogy általános célú ipari kommunikációs buszrendszerként is egyre gyakrabban használják. A CAN-illesztővel rendelkező mikrovezérlő a CAN-rendszerben közvetlenül felhasználható. A PIC18C mikrovezérlőket részletesen a [4] írja le.

## 7. táblázat. PIC18Cxxx változatok

Típus	Programmemória	EEPROM adatmem.	RAM [bájt]	I/O láb	Időzítő, WDT	Speciális elemek
PIC18C242A	8192 × 16	-	512	23	3(16 bit), 1(8 bit), WDT	2 PWM, USART/IIC/SPI, 2 CCP, 10 bit A/D (5 csatorna)
PIC18C442	8192 × 16	-	512	34	3(16 bit), 1(8 bit), WDT	2 PWM, USART/IIC/SPI, 2 CCP, 10 bit A/D (8 csatorna)
PIC18C252	16384 × 16	-	1536	23	3(16 bit), 1(8 bit), WDT	2 PWM, USART/IIC/SPI, 2 CCP, 10 bit A/D (5 csatorna)
PIC18C452	16384 × 16	-	1536	34	3(16 bit), 1(8 bit), WDT	2 PWM, USART/IIC/SPI, 2 CCP, 10 bit A/D (8 csatorna)
PIC18C658	16384 × 16	-	1536	52	3(16 bit), 1(8 bit), WDT	2 PWM, USART/IIC/SPI, CAN, 2 CCP, 10 bit A/D (12 csatorna)
PIC18C858	16384 × 16	-	1536	68	3(16 bit), 1(8 bit), WDT	2 PWM, USART/IIC/SPI, CAN, 2 CCP, 10 bit A/D (16 csatorna)
PIC18C601	külső	-	1536	31	3(16 bit), 1(8 bit), WDT	2 PWM, USART/IIC/SPI, 2 CCP, 10 bit A/D (8 csatorna)
PIC18C801	külső	-	1536	42	3(16 bit), 1(8 bit), WDT	2 PWM, USART/IIC/SPI, 2 CCP, 10 bit A/D (12 csatorna)
PIC18F258	16384 × 16 FLASH	256	1536	23	3(16 bit), 1(8 bit), WDT	PWM, USART/IIC/SPI, 2 CCP
PIC18F458	16384 × 16 FLASH	256	1536	34	3(16 bit), 1(8 bit), WDT	2 PWM, USART/IIC/SPI, 2 komparátor, 2 CCP
PIC18F662	32768 × 16 FLASH	256 × 8	3072	52	3(16 bit), 1(8 bit), WDT	2 PWM, 2 USART/IIC/SPI, 2 komparátor, 2 CCP, 10 bit A/D (12 csatorna)
PIC18F872	65536 × 16 FLASH	256 × 8	3968	68	3(16 bit), 1(8 bit), WDT	2 PWM, 2 USART/IIC/SPI, 2 komparátor, 2 CCP, 10 bit A/D (16 csatorna)



26. ábra

## 8. táblázat. Nyolckivezetéses PIC változatok

Típus	Program-memória	Adat-EEPROM	RAM [bájt]	I/O láb	Időzítő, WDT	Speciális elemek
PIC12C508A	512 × 12	–	25	6	1(8 bit), WDT	–
PIC12C509A	1024 × 12	–	41	6	1(8 bit), WDT	–
PIC12CE518	512 × 12	16	25	6	1(8 bit), WDT	–
PIC12CE519	1024 × 12	16	41	6	1(8 bit), WDT	–
PIC12C671	1024 × 14	–	128	6	1(8 bit), WDT	8 bit A/D (4 csatorna)
PIC12C672	2048 × 14	–	128	6	1(8 bit), WDT	8 bit A/D (4 csatorna)
PIC12CE673	1024 × 14	16	128	6	1(8 bit), WDT	8 bit A/D (4 csatorna)
PIC12CE674	2048 × 14	16	128	6	1(8 bit), WDT	8 bit A/D (4 csatorna)
PIC18F010	1024 × 16 FLASH	64	256	6	1(16 bit), WDT	–
PIC18F020	2048 × 16 FLASH	64	256	6	1(16 bit), WDT	–
PIC18F012	1024 × 16 FLASH	64	256	6	1(16 bit), WDT	10 bit A/D (4 csatorna), PWM
PIC18F022	2048 × 16 FLASH	64	256	6	1(16 bit), WDT	10 bit A/D (4 csatorna), PWM

### A világ legkisebb mikrovezérlői, a nyolclábú PIC-változatok

A Microchip egyedülálló vállalkozása, hogy hatékony mikrovezérlőt nyolclábú DIL tokozással is forgalomba hozta. A későbbiekben ezek az áramkörök kisebb méretű, felületen szerelhető nyolckivezetéses tokozással is elkészültek, s valóban, ezek a világ legkisebb mikrovezérlői.

Az első nyolclábú áramkörök a PIC16C5x csipekből átalakított eszközök voltak (PIC12C508/509), amelyek később adat-EEPROM-ot is kaptak (PIC12CE518/519).

A továbbiakban a PIC16Cxx kialakítású csip is bekerülhetett a nyolclábú tokba (PIC12C671/672), majd itt is megjelent az adat-EEPROM is (PIC12CE673/674). Természetesen ezeknél a mikrovezérlőknél az egyes csatlakozópontoknak számos alternatív funkciója van, melyek közül egy adott alkalmazásban csak egyet lehet használni (27. ábra). (A szerkesztő megjegyzése: a *Hobby Elektronikában* már több olyan áramkör építési leírása jelent meg, amelynek alapját egy „nyolclábú  $\mu\text{C}$ ” képezi.)

A nyolckivezetéses PIC mikrovezérlőket a 8. táblázat foglalja össze. A táblázatban látható, hogy a PIC18C nagyteljesítményű áramköröket is bepréseli a Microchip ebbe a kis tokba. A cikk írásakor még csak tervezi a gyártó ezeket az áramköröket, de ismerve a

fejlesztés gyors ütemét, valószínűleg mire e sorokat olvassuk, már beszerezhetőek ezek is. Itt szakított a cég a nyolcbiteseket eddig megjelölt típusjelzéssel, a PIC12C bevezető karakterrel is. Mivel ezekben az utóbbi áramkörökben a programmemória FLASH jellegű, az átprogramozás sokkal egyszerűbben, kényelmesebben megoldható lesz, mint a PIC12C EPROM-jellegű csipjei esetében.

### Összefoglalás

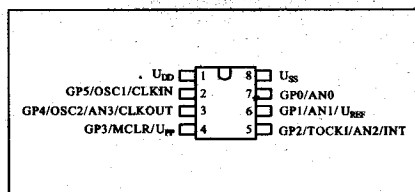
A PIC mikrovezérlők egy fiatal gyártó rövid múltra visszatekintő termékei. Az alig több mint egy évtizedes múlt azonban igen gyors fejlesztéssel telt el, a PIC mikrovezérlők családfája szinte havonta gyarapodik újabb és újabb ágakkal. E cikk megírásakor az volt a célunk, hogy összehasonlító áttekintést adjunk a PIC családokról, így segítsük azokat, akik egy-egy feladathoz mikrovezérlőt kívánnak választani. Természetesen az áramkörök és a szoftverek megtervezéséhez, elkészítéséhez az itt

leírtaknál sokkal részletesebb ismeretek szükségesek, szerencsére van már magyar nyelvű szakirodalom is, de a legújabb áramkörökhöz mindenképpen be kell szerezni (papíron vagy CD-n) a Microchip katalógusát is.

Ma már egy-egy mikrovezérlő katalógusa többnyire 250 ... 300 oldalas, így érthető, ha ebben a korlátozott terjedelmű írásban semmiképpen nem vállalkoztunk részletekbe menő ismertetésekre. Ha azonban sikerült az áramkörök jellemzőit bemutatni, az egyes családok jellegzetességeit szemléltetni, ha néhányan az olvasók közül e sorokat olvasva kaptak kedvet a mikrovezérlőkkel való közelebbi megismerkedéshez, már mindenképpen hasznos volt a fáradozásunk!

### Irodalomjegyzék

1. Dr. Madarász László: A PIC16Cxx mikrovezérlő családok, Rádiótechnika Évkönyve 1995. p. 70–91.
2. Dr. Madarász László: A PIC16C mikrovezérlők, GAMF (ma KFMFK) jegyzet, Kecskemét, 1996.
3. Dr. Madarász László: A PIC17C mikrovezérlők, GAMF (ma KFMFK) jegyzet, Kecskemét, 1998.
4. Dr. Madarász László: A PIC18C mikrovezérlők, KFMFK jegyzet, Kecskemét, 2000.
5. Dr. Kónya László: PIC mikrovezérlők alkalmazástechnikája, ChipCAD Kft., Budapest, 2000.
6. Microchip technical library CD-ROM (1 of 2, 2 of 2) Second Edition 2000.
7. www.chipcad.hu
8. www.microchip.com

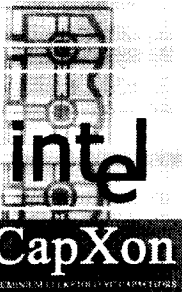


27. ábra

# Kontel Kft.

Címünk: KONTEL KFT. BUDAPEST Munkásotthon u. 33-39  
 Fax: +36-1-369-17-72 Tel.: +36-1-370-370-9 E-mail: kontelbt@axelero.hu

## Elektronikai alkatrész nagykereskedés



### Témaköreink:

**AKTÍVALKATRÉSZEK:**  
 EPROMOK, PROCESSZOROK, KONTROLLEREK, E-EPROMOK, LOGIKAI INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖK, ANALÓG INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖK VALAMINT PROGRAMOZHATÓ LOGIKAI ÁRAMKÖRÖK, DIÓDA, TRANZISZTOR, GRAETZ, LCD, LED, OPTOCSATOLÓ, RIZSSZEMIZZŐ,

**PASSZÍV ALKATRÉSZEK:**  
**KONDEZÁTOR:**  
 ELEKTROLIT: 85°, 105°, ÁLLÓ, FEKVŐ, BIPOLÁRIS, KERÁMIA, MULTILAYER, TANTÁL, POLIÉSZTER, POLIPROPILÉN, X2 ZAVARSZŰRŐK, ELLENÁLLÁSOK: 0.25W 5% 2#, 0.6W 1% 3#, 2W 5% 5X12MM, 5W 5%, 1206 5%, 0805 5%,  
 POTENCIOMÉTEREK: TRIMMER, HELITRIMMER, TENGELYES, INDUKTIVITÁS, VARISZTOROK: PTC, NTC, TRANZFORMÁTOROK: AVISOR, FNT, TOROID, KVARCKRISTÁLYOK, ELEKTRET MIKROFONBETÉTEK,

**CSATLAKOZÓK:**  
 TELEFONCSATLAKOZÓ, AUDIÓ- VIDEÓ CSATLAKOZÓ, SZÁMÍTÓGÉPES ÉS EGYÉBCSATLAKOZÓ, NYÁKOS SORKAPOCS, BONTHATÓ SORKAPOCS, IC FOGLALAT: PRECÍZIÓS, LEMEZES, PLCC, SMD PLCC, NYÁKCSATLAKOZÓ CSALÁDOK: 2MM, 2.54MM, 3.96MM ÉS 4,2MMES LÁBTÁVOLSÁGGAL,

**EGYÉB:**  
 JELFOGÓ, KAPCSOLÓ, NYOMÓGOMB, NYÁKLEMEZ, TÁBLÁBAN ÉS DARABBAN, ÜVEGSZÁL, BAKELIT, EGY ÉS KÉTOLDALAS KIVITEL, PRÓBA-PANEL SPRAY, SZALAGKÁBEL, TELEFONVEZETÉK, MŰANYAG, FÉM MŰSZER-DOBOZ, MŰSZERVENTILLÁTOR, BIZTOSÍTÉK, BIZTOSÍTÉK FOGLALAT, HŰTŐBORDA, HŰTŐZÁSZLÓ FORRASZTÓPÁKA, FORRASZTÓCSÚCS, FORRASZTÓÓN, ÓNLESZÍVÓ SZALAG,

Megrendelésre egyéb anyagok beszerzését is vállaljuk, csomagolási egység szerint!

Cégünk elektronikai alkatrész nagykereskedelemével foglalkozik vállaljuk komplett listák beszerzését és összekészítését.

Viszonteladók kedvező feltételekkel kiszolgálunk!  
 Várjuk új partnerek jelentkezését!  
 Kérje árlistánkat vagy kérje árajánlatunkat!  
 Email-ben vagy faxon!

Címünk:  
 KONTEL KFT.  
 BUDAPEST  
 Munkásotthon u. 33-39  
 Fax: +36-1-369-17-72  
 Tel.: +36-1-370-370-9  
 E-mail: [kontelbt@axelero.hu](mailto:kontelbt@axelero.hu)



## Hangtechnikától a számítástechnikáig

URBÁN ELEKTRONIKA Kft.

A korábbi évek hagyományához híven ebben az évkönyvben is közlésünk egy kis összeállítást az URBÁN ELEKTRONIKA legsikeresebb áramköreiből. Az idejé válogatás azonban eltér az eddigiéktől, mert most nem egy témát járunk körbe a-tól z-ig, hanem különböző területekről, a hangtechnikától a számítástechnikáig válogattuk össze az áramköreink javát. Igyekezünk olyan témákat egy csokorba gyűjteni, melyek a korábbi évekből már ismeretek lehetnek, de a továbbfejlesztés során valamilyen módosításon mentek át. A módosítások legtöbb esetben olyan szinten érintették az áramkör felépítését vagy a nyák méretét, formáját, hogy újra érdemes foglalkozni velük. Ezért az összegyűjtött témák ezúttal nem kapcsolódnak szorosan egymáshoz. Mindössze annyi a közös bennük, hogy az URBÁN ELEKTRONIKA Kft. szaküzletében egységcsomag formájában továbbra is megvásárolhatók. Az áramkörök önállósága szó szerint értendő: bármelyik kiemelhető a csokorból és önálló életet élhet. Ez a dokumentációk szövegezésében is megmutatkozik, mert az élesítési utasításoknál ismétléseket fedezhet fel az olvasó, ha

folyamatosan olvassa végig az összeállítást. Ezeket a fejezeteket a témák önállósága miatt szándékosan írtuk meg így.

### 1. 14 W-os sztereóerősítő

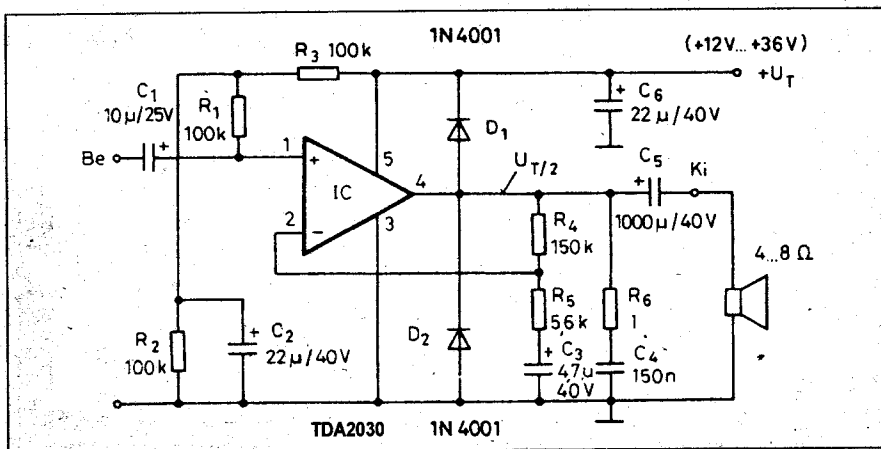
Az egységcsomagból egy olyan egyszerű, HIFI minőségű hangfrekvenciás erősítő építhető, ami sok amatőr és műkedvelő igényének megfelel. A kapcsolás egyszerűsége folytán könnyen kivitelezhető, a termikus túlterhelés és a kimeneti rövidzár elleni védelme pedig gyakorlatilag tönkretehetetlenné teszi. A gyakorlat igazolja ezt, mert az erősítőt többen megépítették olyan személyek is, akik először vettek forrasztópákát a kezükbe. Ha az áramkör nem kapott fordított tápfeszültséget, a szakzsargonnal élve, minden esetben „boldobiztosnak” bizonyult.

Az erősítő lelke egyetlen IC, a TDA2030. Ez a monolit technológiával készült AB-osztályú erősítő igen kedvező paraméterekkel rendelkezik. A tok belső kapcsolásának bemutatását mellőzve, a teljesség igénye nélkül néhány fontosabb katalógusadatát ismertetjük, az SGS katalógusa alapján:

Műszaki adatok TDA2030	
Tápfeszültség	$\pm 6 \dots \pm 18 \text{ V}$ ( $+12 \dots +36 \text{ V}$ )
Kimeneti csúcsáram	3,5 A
Maximális veszteségi teljesítmény	20 W
Névleges zenei teljesítmény ( $U_T = \pm 18 \text{ V}$ , ill. $U_T = +36 \text{ V}$ , 4 W-os terhelésen)	14 W
Feszültségérsítés (1 kHz-en)	30 dB (a tápfeszültségtől függően)
Nyugalmi áramfelvétel	40...60 mA
Termikus védelem „megszólalási” hőmérséklete	120 °C
Torzítási tényező (14 W-nál, 1 kHz-en, 4 W-os terhelésen mérve)	0,5%
Frekvenciamenet (-3 dB-es pontok)	10 Hz...140 kHz

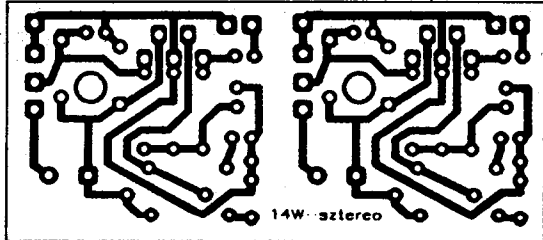
A figyelmesen áttanulmányozva a paramétereket szembevetünk, hogy a gyártó itt a minőség érdekében maximálisan kihasználta a monolit technológia adta lehetőségeket. Ez az IC nagyon jó bizonyítéka annak, hogy ma már az igényes felhasználó is felszámolhatja az első generációs monolitikus teljesítményerősítők keltette előítéleteket. Az IC-vel igen egyszerű áramkör lehet építeni. A hozzákapcsolódó RC-elemek számát a tápellátás dönti el. Az 1. ábrán látható kapcsolási rajzot nézve feltűnhet, hogy egytelepes táplálást alkalmazunk, mert ez illeszkedik a legtöbb számítógépes alkalmazáshoz és a gépkocsiban való felhasználáskor az akkumulátoros tápláláshoz.

A végerősítő működése egyszerű. Az  $R_2$ ,  $R_3$  állítja be az IC munkapontját

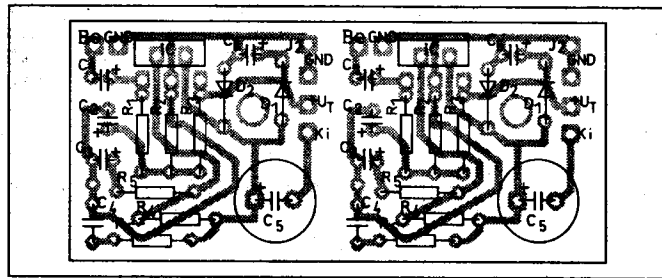


1. ábra





2. ábra



3. ábra

úgy, hogy a kimenete  $U_T/2$  értéken legyen. Az erősítést az  $A_u = 1 + (R_4/R_5)$  összefüggés adja meg. A rajzon szereplő értékekkel  $A_u \approx 28$ . A  $D_1$ ,  $D_2$  az IC végtranzistorait védi a hangszórón fellépő induktív feszültséglökések ellen. Az  $R_6$ ,  $C_4$  az erősítő stabilitását biztosítja a nagyfrekvenciás gerjedés kiküszöbölésével.

### 1.1. Szerelés, élesztés

A 2. ábra alapján a nyomtatott áramkör amatőr eszközökkel is elkészíthető. Ha valakinek erre nincs módja, az URBÁN ELEKTRONIKA Kft. szaküzletében a panelt vagy az áramkör építéséhez szükséges komplett egységcsomagot is megvásárolhatja. A szerelésre, első bekapcsolásra, élesztésre érdemes odafigyelni, hogy a kellemetlen meglepetéseket elkerüljük. A szerelés megkezdése előtt a nyáklemez erős fényrel átvilágítva vizsgáljuk meg, hogy nincs-e rajta gyártási hibából eredő zárlat vagy szakadás! A 3. ábrán látható beültetési rajz a sztereo változatot mutatja. A két oldal teljesen egyforma. Természetesen a két oldal azonos pozíciószámú alkatrészeinek értéke azonos. Ezt figyelembe véve forrasztjuk be az R, D, C elemeket a magassági méretük függvényében, az alacsonyakkal kezdve. Minden elemet ültessünk le a panel szintjére, hogy ne legyen rajta lógó, zárlatot okozó alkatrész! Néhány kondenzátor beültetéséhez több furat is készült a panelen, hogy különböző lábtávolságúak is beültethetők legyenek ugyanabba a pozícióba. A beültetésnél erre figyeljünk, hogy a  $C_4$  kondenzátor mindig a megfelelő furathelyekre kerüljön! A beültetés során az IC-t hagyjuk utoljára. Ha ezt is beforrasztottuk, pontozóval jelöljük meg a hűtőtönkön a hűtőzászlót rögzítő csavar helyét. A megjelölt helyen fúrjuk ki a bordát. Sorjátlanítsuk a furatot és átmenő csavarkötéssel, vagy menetfúrással rögzítsük az IC-t a hűtő-

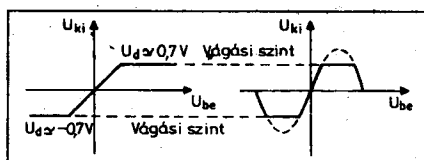
tönkhöz! Szigetelő alátétet nem kell használni. A műveletek végzése során ügyeljünk a pontos munkára, szakszerű forrasztásokra, hogy az összeszerelt áramkör megjelenése esztétikus legyen. A forrasztáshoz pisztolypákát ne használjunk, mert az túlhevíti az ónt és leszedi a forrszemeket!

Ha mindennel elkészültünk, akkor ellenőrizzük még egyszer az áramkört, különös tekintettel a diódák és kondenzátorok polarítására! Az első bekapcsolásra csak akkor kerülhet sor, ha minden rendben van. Bekapcsolás előtt a tápfeszültség pozitív ágába kössünk egy ampermérőt. Bekapcsolva a tápot, a jól működő erősítőnél az áramfelvétel terhelés nélkül nem több, mint 60 mA. Kéziműszerrel mérjük meg a kimeneti pont feszültségét az IC 4. lábán! Itt vezérlés nélkül, normális esetben a tápfeszültség felét kell mérni. Ha ez teljesül, az erősítő kész. Ha rendelkezésre áll oszcilloszkóp és hanggenerátor, akkor ezekkel ellenőrizzük az átvitelt, hogy a mért paraméter a közölt adatoknak megfelelő-e.

A végfok meghajtására az üzletben kapható sztereo előerősítőt ajánlom. A két áramkörből HIFI minőségű erősítő építhető.

## 2. Fuzz-box – dinamikus torzító

Minden amatőr és profi zenekar igyekszik kialakítani magának egy sajátos hangzást. Ennek a jó játék mellett fontos kelléke egy-egy olyan elektronikus eszköz, amivel alkalmanként érdekes effektusokat lehet produkálni. Ilyen eszköz a Fuzz-box, ami a torzítók családjába tartozik.



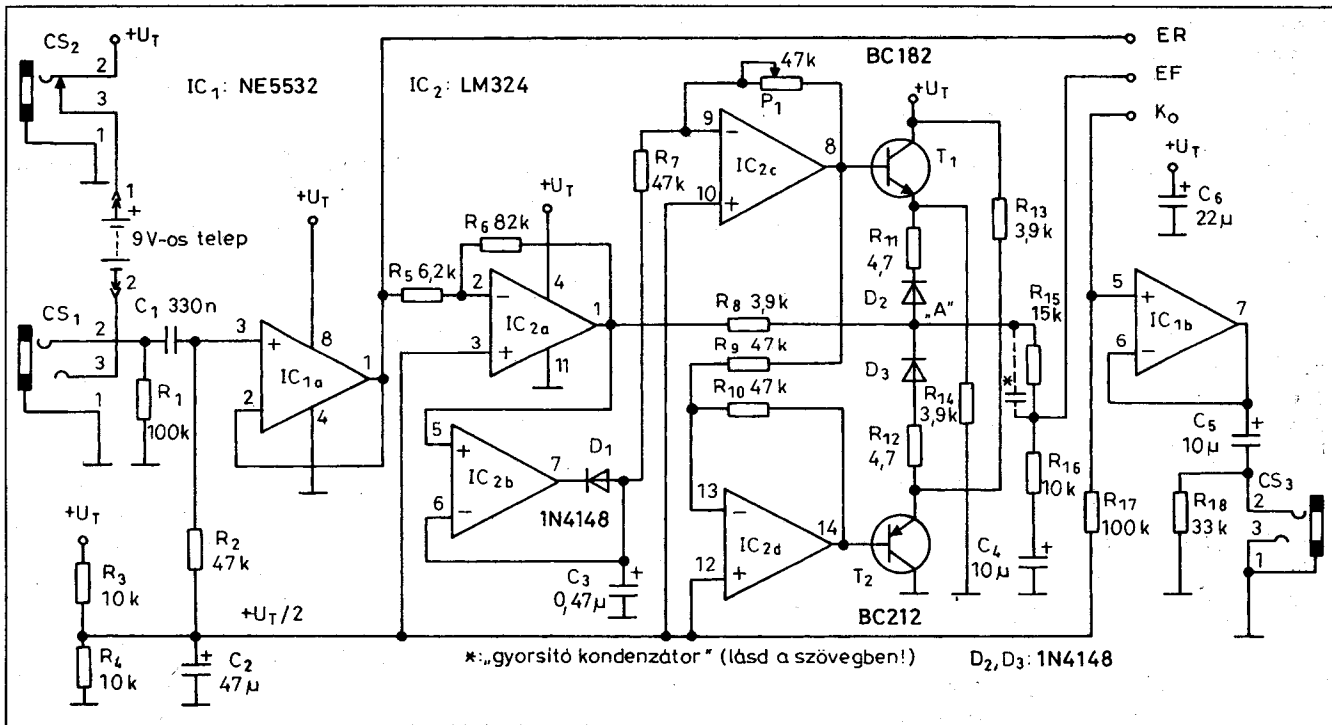
4. ábra

A torzító a gitárosok körében az egyik legnépszerűbb és leggyakrabban alkalmazott effekt, ennek ellenére nem sok gondot fordítanak a kapcsolástechnikájára. Mindenki a legegyszerűbb megoldást választja, ami abból áll, hogy egy erősítő kimenetére ráköt két antiparalel kapcsolt diódát. Ennek a hatását a 4. ábra szemlélteti. A szinuszjel csúcsának vágását a diódák nyitófeszültsége határozza meg. Az ilyen jellegű vágóáramkör alkalmazásának legnagyobb hibája az, hogy a bemenőjel amplitúdójától függetlenül mindig 0,7 V környékén vág. Ha több voltos jelet vezetünk rá, akkor is csak 0,7 V marad belőle; szinte négyeszesíti azt. Az ilyen jellegű vágás igen kemény torzítást eredményez. Ha nem erre a hangzásra vágyunk, ez nyilván nem tesz jókat.

A nagy túlvezérlés ellen úgy is lehet védekezni, hogy az áramkörre menő jel szintjét egy potenciométerrel szabályozzuk. A dinamikus jelváltozást azonban már nem tudjuk korrigálni. Ha a gitárt erősebben pendítjük meg, mint amire a torzítás szintjét előzőleg beállítottuk, a jel torzulása már nem olyan lesz, mint amilyenre számítottunk. Ezt a hatást egy dinamikus torzítóval lehet kiküszöbölni. A dinamika itt azt jelenti, hogy a bemenőjel amplitúdójától függetlenül az áramkörünk a szinuszjel csúcsából mindig ugyanannyit vág le. Természetesen a vágás mértéke potenciométerrel szabályozható, de az egyszerű beállított torzítás a gitár pengetésének erősségétől függetlenül ugyanolyan marad. A működés és a vágás mechanizmusából már előre következtethetünk arra, hogy ez egy lágy hangzású torzító lesz.

### 2.1. Az áramkör működése

A kapcsolási rajz a 5. ábrán látható. Az IC<sub>1</sub> a része impedanciaillesztést végez. A kimenetéről a jel kétfelé ágazik. Az egyik ág az elkerülő út. Itt halad az



5. ábra

eredeti jel az átkapcsoló áramkör felé az *ER* pontra. Erre azért van szükség, hogy ha a torzítást lekapcsoljuk, az eredeti jel változás nélkül továbbhaladjon.

A másik ág a torzítóra (az  $R_5$ -ön át az  $IC_{2a}$ -ra) vezet. Ez egy invertáló műveleti erősítő, melynek erősítését az  $R_6/R_5$  hányados határozza meg. A kimenetén megjelenő jel amplitúdójától függ a torzítás mértéke. Ennek értelmében a torzítás „keménységét” is befolyásolja a két ellenállás értékének megválasztása. A tapasztalat szerint célszerű az erősítést minél nagyobbra beállítani.

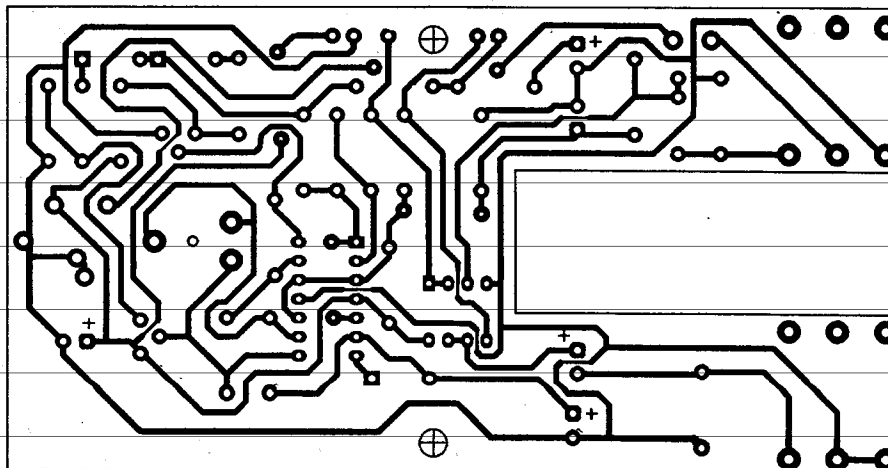
Az  $IC_{2b}$  a  $D_1$  diódával együtt csúcs-egyenirányítót alkot, amely a  $C_3$ -at tölti, munkaellenállása pedig az  $IC_{2c}$  bemenőellenállása, ami ebben a konkrét esetben megegyezik  $R_7$ -tel, azaz  $47\text{ k}\Omega$ .

A  $C_3$  feszültsége jó közelítéssel mindig azonos a bemenőjel csúcserősségével, ezért ez a jel lehetőséget nyújt a vágóáramkör dinamikus, azaz jelszintfüggő vezérlésére. A vágást a  $T_1$ ,  $T_2$  tranzisztor segítségével a  $D_2$ ,  $D_3$  dióda végzi. A diódák közös pontja az  $R_8$ -on átkapcsolódik az  $IC_{2a}$  kimenetére. Ez a szinuszos jelet a két dióda akkor kezd vágni, amikor a tranzisztorok kinyitnak. A tranzisztorok nyitófeszültségét az  $IC_{2c}$  és az  $IC_{2d}$  műveleti erősítő biztosítja, a következőképpen. Növekvő

jelszintnél a  $D_1$  polaritása miatt a  $C_3$  DC-szintje csökken. A szintcsökkenés éppen a bemenőjel csúcserősségével egyenlő. Ez a változás az invertáló kapcsolásban működő  $IC_{2c}$ -re jut, melynek erősítését  $P$  trimmerrel változtathatjuk. A visszacsatoló hálózat értékéből látszik, hogy a szabályozható erősítés mindig kisebb egynél, ezért az egyenirányító feszültsége fordított polaritással és leszabályozott értékkel jut el a  $T_1$ -re. Ez szerint a tranzisztorok nyitófeszültsége az  $R_3$ ,  $R_4$  ellenállás által beállított munkaponthoz képest a kive-

zérés függvényében bármilyen szintre beállítható.

A  $P_1$ -gyel szabályozhatjuk a diódák nyitófeszültségét, így az *A* pont pillanatnyi szintjéhez képest eltolhatjuk azt. A diódák a beállított szinten vágják az „*A*” ponton levő jel csúcását. A vágás szintjét, a torzítás mértékét a  $P_1$ -gyel állíthatjuk be. Amikor a diódák kinyitnak és vágják a jel csúcását, terhelik az *A* pontot. A diódákkal sorba kötött  $R_{11}$ ,  $R_{12}$  ellenállással ezt a terhelést változtatjuk, ezáltal a torzítás lágyabb vagy keményebb lesz. Ezek értékét ízlé-



6. ábra

sünek megfelelően  $1 \Omega$  és  $100 \Omega$  között választhatjuk meg. Ezt a lágy hangzást keményebbé teszi, ha az  $R_{15}$ -tel párhuzamosan kötünk egy gyorsító kondenzátort, melynek értéke  $4,7 \text{ nF}$  és  $10 \text{ nF}$  között változhat (az ábrán szaggatottan jelöltük). Ennek nincs helye a panelon; ha szükségesnek tartjuk, akkor forrasztási oldalon az ellenállás lábaihoz forrasztjuk hozzá!

## 2.2. Szerelés, élesztés

A torzító egyoldalas panelre készült nyomtatott áramköri terve a **6. ábrán** látható. Ez alapján a nyák Positív 20-as technológiával házilag is elkészíthető. Ha valakinek erre nincs módja, az **UR-BÁN ELEKTRONIKA** Kft. szaküzletben a nyákot vagy az áramkör építéséhez szükséges komplett egységcsomagot is megvásárolhatjuk. Az egységcsomagban a panel profi módon, forrasztásátló lakkal ellátva, a szükséges helyeken perforálva, azonnali beültetésre készen található meg, a méret-helyes alkatrészekkel együtt.

A panel a **7. ábrán** látható beültetési rajz alapján szerelhető. Először a négy átkötést forrasztjuk be, majd az ellenállásokat, kondenzátorokat és a többi alkatrészt a magassági méretük függvényében, az alacsonyakkal kezdve! Minden elemet ültessünk le a panel szintjére, hogy ne legyen rajta lógó, zárlatot okozó alkatrész. Ügyeljünk a pontos munkára, a szakszerű forrasztásokra, hogy a végtermék esztétikus, bemérésre, dobozolásra alkalmas legyen! A forrasztáshoz pisztolypákát ne használjunk, mert az túlhevül, elégeti az ónt és leszedi a forrasztást! Ha mindezt betartjuk akkor valószínű, hogy az élesztéssel nem lesz sok gondunk.

Ha minden kész, a polaritására ügyelve kössünk egy  $9 \text{ V}$ -os telepet a  $CS_2$ -vel jelölt táppontokra és kapcsoljuk be az áramkört! A torzító ki-be kapcsolását a bemeneti,  $CS_1$  sztereó Jack-aljzat oldja meg. Az ide bedugott monó Jack-dugasz rövidez zárja az  $I$ -es és a  $3$ -as pontot, ezáltal a tápvezeték földjét rákapcsolja az áramkörre. Ebből következik, hogy a méréshez a jelzett pontokat egy rövid huzaldarabbal össze kell kötni. Ha a  $CS_2$  jelű dugasz-táp-aljzatot használjuk, akkor az átkötésre nincs szükség. A csatlakozók lábainak számozását a beültetési rajzon is feltüntettük, hogy a valóságban is egyezzen a kapcsolási rajzával.

Kéziműszerrel mérjük meg az  $R_3$ ,  $R_4$  közös pontjának feszültségét: itt a tápfeszültség felének kell lennie. Ugyanezt az értéket kell mérni az  $IC_{1a}$ ,  $IC_{1b}$  és az  $IC_{2a}$  kimenőpontján is. Ha minden rendben van, akkor statikusan kész, működőképes az áramkör.

Hanggenerátorral és oszcilloszkóppal célszerű az áramkört dinamikusan is tesztelni és a jelszinteket megvizsgálni. A hanggenerátorral adjunk a bemenetre  $500 \text{ mV}$ -os jelet és az oszcilloszkóp mérőfejével tapogassuk végig a műveleti erősítők kimeneteit! Ha az áramkör működését a fenti ismertető alapján tökéletesen megismertük, az oszcilloszkópon látható jelalakok egyértelműek lesznek. Ha valami mégsem egyértelmű, célszerű az áramkör működéséről szóló szövegrészt újra átolvasni.

Megfelelő műszerek hiányában marad az „éles” próba. A gitár jelét valamilyen előerősítőn keresztül csatlakoztassuk a bemenetre, az effekt kimenetét pedig az erősítőre! Minimális hangerővel kezdve állítsuk be a megfe-

lelő hangzást! Természetesen, ha mindezt az átkapcsoló panel nélkül csináljuk, akkor az  $EF$ ,  $Ko$ ,  $ER$  pontok összekötését egy mechanikus kapcsolóval, vagy egy huzaldarabkával meg kell oldani. Az  $EF$ - $Ko$  vonalon halad a torzított jel, az  $ER$ - $Ko$  vonalon pedig az eredeti jel. Mindez elkerülhető, ha megépítjük az alább ismertetendő átkapcsoló áramkört és összehuzalozzuk a torzítóval.

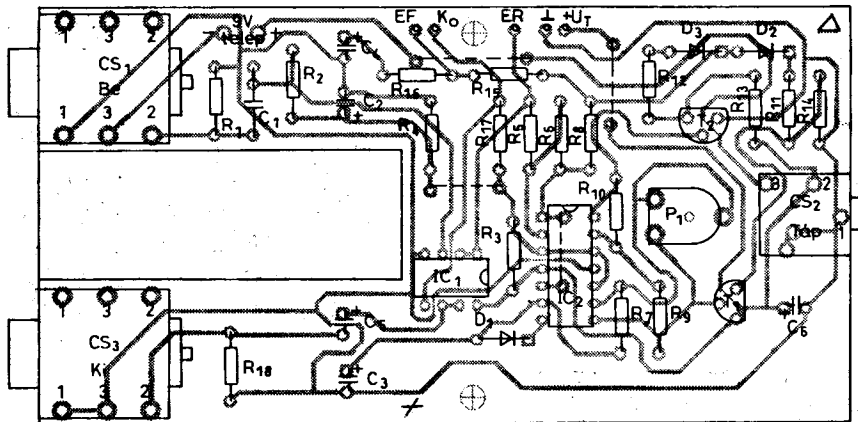
## 3. Elektronikus kapcsolóáramkör

Zenélés közben nem sok idő van arra, hogy a zenész az effektokkal bibelődjön. Ha azt egyszer beállította, utána már csak egy mozdulat keljen ahhoz, hogy ki- vagy bekapcsolja. Ezt a profi gyártók fémből készült pedállal oldották meg. Mivel ez nálunk nem nagyszériás termék, egy ilyen szerkezet alkalmazása szóba sem jöhet, hiszen a doboz a kapcsolóval sokkal többbe kerülne, mint az egész effekt, amit ez a leírás ismertet, ezért más módszert választottunk. Az effektet egy kisméretű, tetszetős fekete műanyag dobozba terveztük. A torzítót a doboz törekenysége miatt célszerű kézzel működtetni. Ehhez viszont egy olyan megbízható, könnyen kezelhető elektronikus kapcsoló kell, ami behozza azt az előnyt, amit egy lábkapcsoló nyújthat.

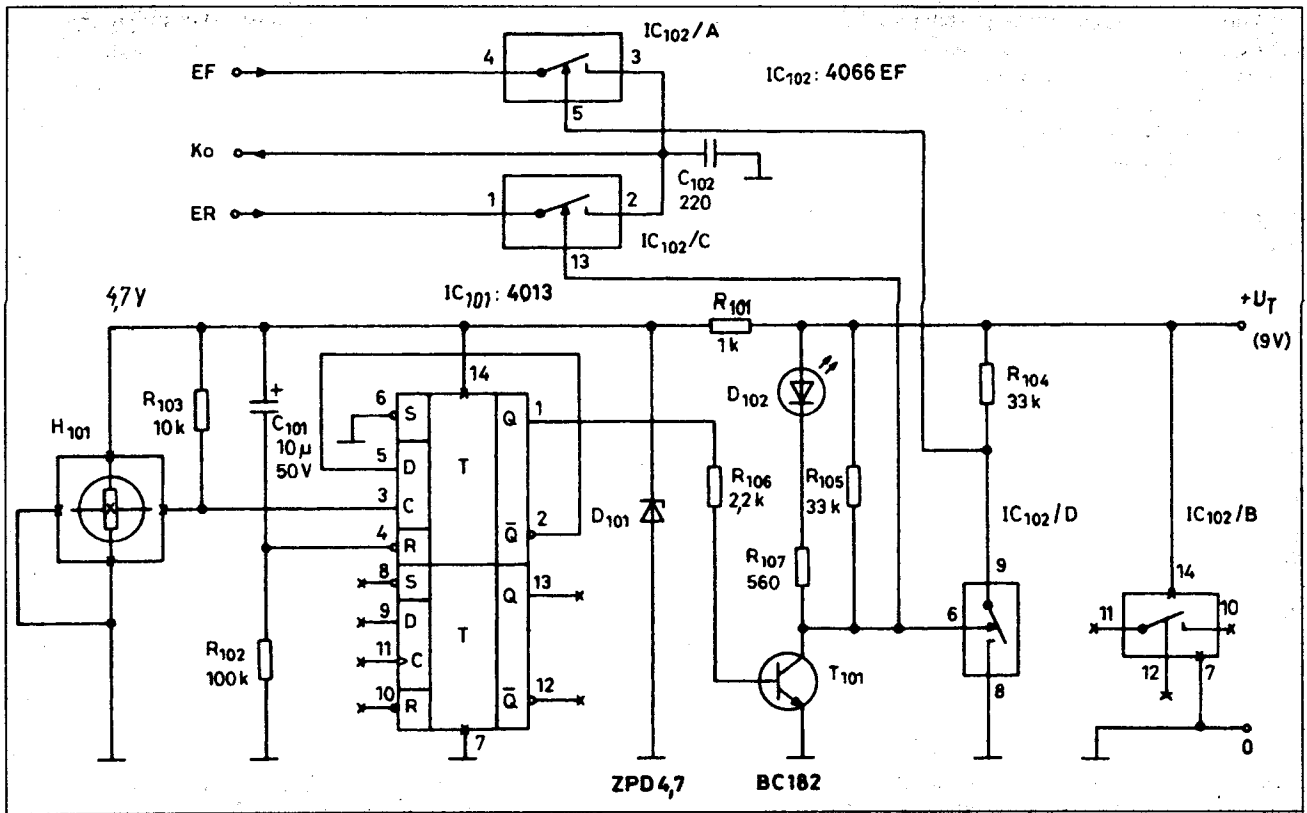
### 3.1. Elvi működés, megépítés

A kapcsoló áramkörének kapcsolási rajza a **8. ábrán** látható. A torzított és az eredeti jel kapcsolását az  $IC_{102}$  analóg kapcsoló  $A$  és  $C$  része végzi, amelyek közül az egyik vezet, a másik zár. Ezt az állapotot a  $T_{101}$  és az inverternek használt  $IC_{102D}$  biztosítja. Az analóg kapcsolók állapotát a  $H_{101}$  Hall-generátoros – tehát pergesmentes –, ráadásul lágyan működő, könnyen kezelhető nyomógomb váltja. A nyomógomb állapotát az  $IC_{101}$  D-tároló rögzíti. Ez tulajdonképpen két db. modulo 2-es osztó, amelyből most csak az egyiket hasznosítjuk. Ennek  $Q$  kimenete a  $H_{101}$  mágneses nyomógombjának minden megnyomására állapotot vált, így az analóg kapcsolók egyszer az  $EF$ , más-szor az  $ER$  bemenetet kapcsolják a  $Ko$  vonalra. A  $D_{102}$  akkor világít, ha az effekt  $EF$  jele kerül a kimenetre.

Az effektjeinkben egységesen mindig ezt az áramkört használjuk. A kapcsoló áramköréhez tervezett egyoldalas nyák topológiája a **9. ábrán** látható.



7. ábra



8. ábra

A 10. ábrán található beültetési rajz alapján ez is hasonló módszerrel szerelendő, mint az effekt. Eltérés csak a C<sub>101</sub>-nél és a D<sub>102</sub>-nél van. A kondenzátort fektetve kell beültetni, a LED-et pedig csak a dobozolás utolsó fázisában szabad beforrasztani!

Ha a szerelés készen van, akkor a csomagban levő távtartók segítségével rögzítsük úgy a két panelt, hogy az összekötő forrsemek egymás fölött legyenek, majd kb. 3 cm-es huzaldarabokkal kössük össze az egymás fölött levő forrponctokat! Ezután a doboz kialakítása következik. A szitázott előlapon lehetőleg pontosan, a körvonalmentén ki kell fúrni a LED és a potméter-tengelyek helyét. Ezután a nyomógomb kontúrja mentén vágjuk ki a kap-

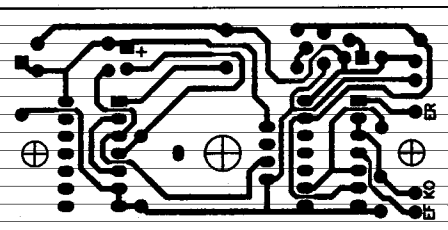
csoló helyét. A doboz két végén be kell jelölni a két Ø6,3 mm-es Jack-aljzat és az Ø3,5 mm-es tápaljzat középpontjának pozícióját és ki kell fúrni. Figyelem! A furatok pontos pozíciójára és méretére ügyelni kell, mert a csatlakozók menetes része ide rögzíti a szerelt áramkört! A műveletek végzése előtt és közben gyakran ellenőrizzük a pontosságot. A kész áramkört a pontosan előkészített dobozba kell behelyezni és a két Jack-aljzat, valamint a DC-csatlakozó csavarjával rögzíteni. Ellenőrizzük, hogy a Hall-kapcsoló nyomógombja kényelmesen mozog-e. Ennek megakadni nem szabad. Ha szorul, lazítsunk a két távtartó csavarján és próbáljunk jobb pozíciót találni! Szükség esetén ezek furatait meg lehet nagyobbitani. A kapcsoló körüli műanyagrészfáragása esztétikai okok miatt maradjon utoljára!

A LED-et igazítsuk a furatba, állítsuk be a magassági méretét és forrasszuk be a lábakat! A bedobozolt készülékbe behelyezhető a 9 V-os telep, ami alá célszerű egy vékony szivacsdarabot ragasztani, hogy ne mozogjon a dobozban. A telepes működtetés azonban csak szükségmegoldás, mert az áramkör 10 mA nagyságrendű áramfel-

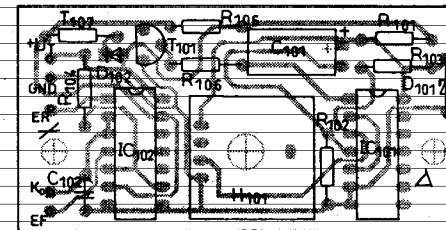
vétele miatt célszerű egy „tuningolt” hálózati dugasztápot használni. *Figyelem!* A torzító és az erősítő összekötéséhez monó Jack-dugasszal ellátott kábelt használjunk! Ha ilyen nincs, akkor a sztereó dugaszt monóként kell bekötni!

#### 4. HDST-3 torzító

Ez a torzító, hangzását tekintve nagyon hasonlít a KORG cég közismert DST-3 típusú torzítójára. Több hozzáértő zenész véleménye szerint szinte nem is lehet a kettő hangzása között a különbséget észrevenni. Mivel a zenei ízlés minden embernél más és más, mindenki saját maga győződhet meg a fenti állítás igazáról, ha megépíti ezt az



9. ábra

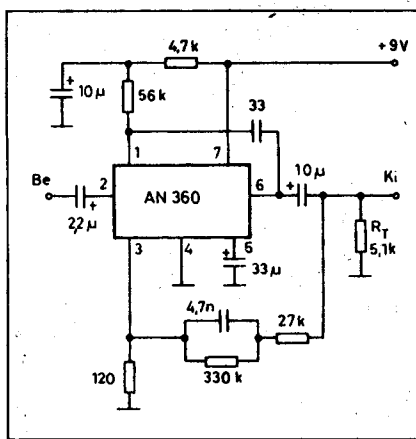


10. ábra

áramkört és összehasonlítja az eredeti-vel! Ez az próba mellesleg arra is jó, hogy meggyőződjünk arról, hogy az egyszerűbb effekteknél ugyanazt a hangzást egy saját készítésű eszközzel sokkal olcsóbban is el lehet érni.

#### 4.1. Elvi működés

A HDST-3 torzító áramkörének működése a 11. ábrán látható egyszerűsített kapcsolási rajzra vezethető vissza. Ez tulajdonképpen az AN360 eredeti, gyári applikációja, ami megkönnyíti az alkalmazott kapcsolásokban a működés pontos megértését és az áramkör bemérését. Ez az IC kisszériás termék, ami kifejezetten kiszajú, egytelepes táplálású áramkörök építésére lett kifejlesztve. Afféle „degenerált” műveleti erősítő, ahogy a szakzsargon mondja. A torzítóban való felhasználása a 12. ábra szerint néhány külső alkatrészsel kiegészítve ugyanazt az áramköri struktúrát mutatja, mint ami a 11. ábrán látható. A bemeneten levő IC<sub>2a</sub> műveleti erősítő jelszintkorrekciót végez. Az erősítése az  $A_u = 1 + (R_{18}/R_{19})$  összefüggés alapján az egyedi igényeknek megfelelően beállítható. Az IC<sub>2a</sub> kimenetéről a jel kétfelé ágazik. Az egyik út az R<sub>1</sub>, C<sub>1</sub> csatolóláncon keresztül vezet



11. ábra

az IC<sub>1</sub>, AN360 bemenetére, a másik pedig a bekeretezett kapcsolóval szimbolizált, önálló kapcsolóáramkörön át megy tovább a kerülő útra, az IC<sub>2b</sub> bemenetére. Erre azért van szükség, hogy a torzító az erősítőlánc útjába bármikor egyszerűen ki és beiktatható legyen.

Az IC<sub>1</sub> munkapontját az R<sub>3</sub> állítja be a 3. lábbon. Ide vezetjük a visszacsatolást a 6. lábáról, a C<sub>3</sub>, P<sub>1</sub> hálózattal. A P<sub>1</sub> az előlapra kivezetett tengelyes potenciométer. Ezzel fizikailag az áramkör erősítését, funkcióját tekintve a torzítást szabályozhatjuk.

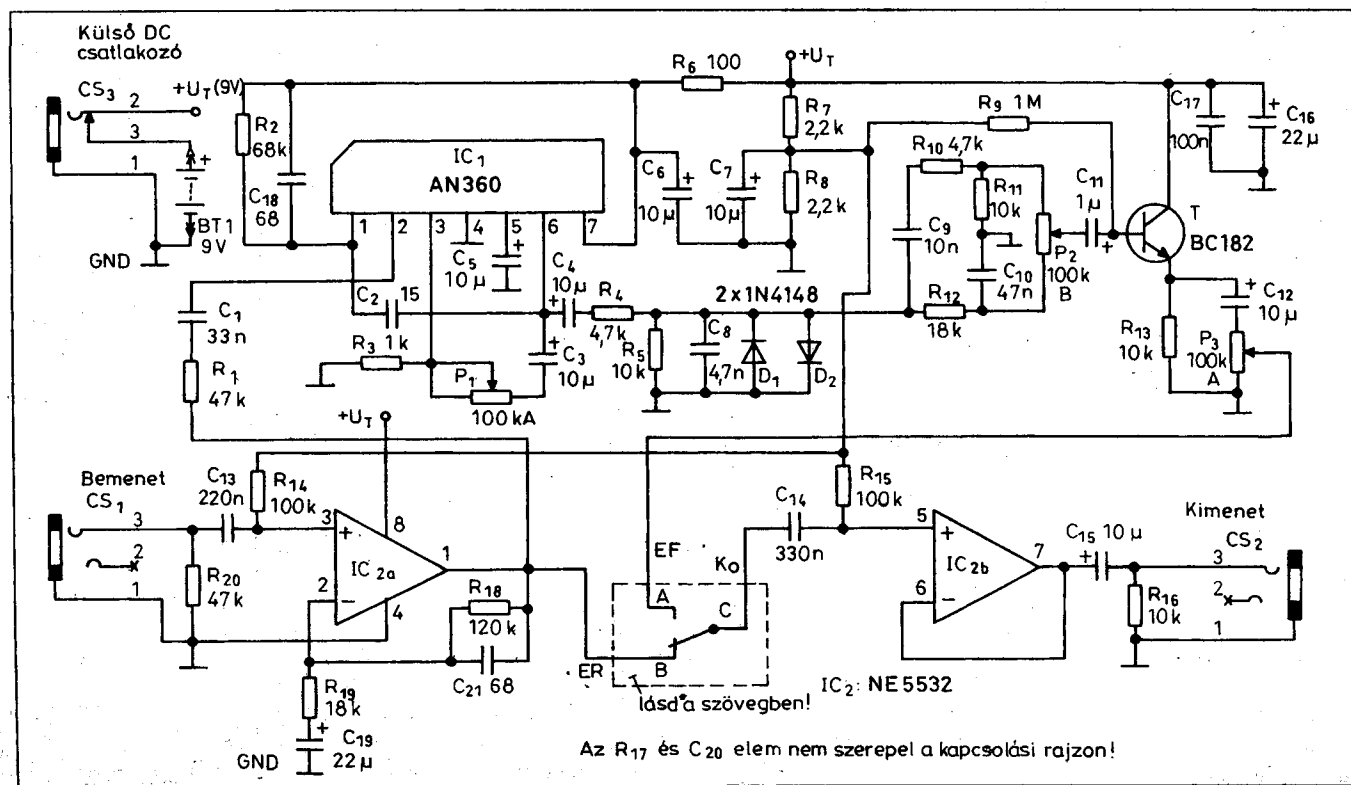
A jel torzítását a két antiparalel kapcsolt D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> dióda végzi. A torzított jelet a P<sub>2</sub> és a hozzákapcsolódó RC-komplexumból álló egyszerű hangszínszabályozón át vezetjük a T emitterkövetőre. A tranzisztor és az IC<sub>2</sub> két műveleti erősítőjének közös munkapontját az R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> feszültségosztó állítja be. Az osztó értékéből adódik, hogy ez a munkapont a tápfeszültség értékének a felénél van.

A torzított jelet a T-ről a C<sub>12</sub>, R<sub>13</sub>, P<sub>3</sub> hálózaton keresztül vezetjük a már említett átkapcsoló hálózat felé. A P<sub>3</sub> a kimenőjel szintjét szabályozza. Erre azért van szükség, hogy minden esetben be tudjuk állítani az eredeti és a torzított jel amplitúdójának nagyságát, így az átkapcsolgatások során nem lesz hangerőváltozás.

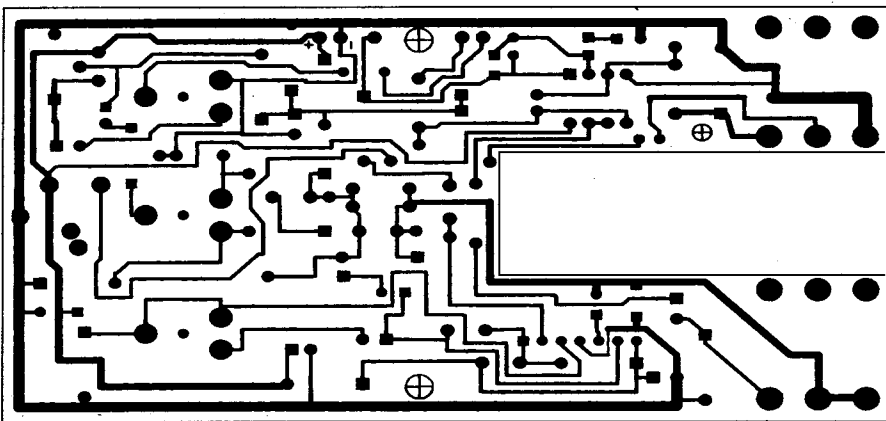
Itt meg kell említeni, hogy a potméterek állítása mindig amplitúdóváltozással jár, ezért egymást elhúzzák, így az optimális, legjobban tetsző beállítást, mint minden más effektnek, ki kell kísérletezni.

#### 4.2. Szerelés, élesztés

A torzító egyoldalas panelre készült nyomtatott áramköri terve a 13. ábrán látható. Ez alapján a nyák pl. Positív



12. ábra



13. ábra

20-as technológiával házilag is elkészíthető. Ha valakinek erre nincs módja, az URBÁN ELEKTRONIKA Kft. szaküzletében a panelt vagy az áramkör építéséhez szükséges komplett egységcsomagot is megvásárolhatja. Az egységcsomagban a panel profi módon, forrasztásgátló lakkal ellátva, a szükséges helyeken perforálva, azonnali beültetésre készen kapja meg a mérethelyes alkatrészekkel együtt. Ez a 14. ábrán látható beültetési rajz alapján szerelhető.

Először az öt átkötést forrasszuk be, majd az ellenállásokat, kondenzátorokat és a többi alkatrészt a magassági méretük függvényében az alacsonyakkal kezdve. Minden elemet ültessünk le a panel szintjére, hogy ne legyen rajta lógó, zárlatot okozó alkatrész. Ügyeljünk a pontos munkára, a szakszerű forrasztásokra, hogy a végtermék esztétikus, bemérésre, dobozolásra alkalmas legyen! A forrasztáshoz pisztolypákát ne használjunk, mert az túlhevül, elégeti az ónt és leszedi a forraszemeket! Ha mindezt betartjuk, valószínű, hogy az élesztéssel nem lesz probléma.

Ha mindennel készen vagyunk, akkor, a polaritásra ügyelve kössünk egy 9 V-os telepet a GND és a +U<sub>T</sub> pontokra és kapcsoljuk be az áramkört! A torzító ki-be kapcsolását a bemeneti, CS<sub>1</sub> sztereó Jack-aljzat oldja meg. Az ide bedugott monó Jack-dugasz rövidre zárja az 1-es, 2-as pontot, ezáltal a tápvezeték földjét rákapcsolja az áramkörre. Ebből következik, hogy a méréshez a jelzett pontokat egy rövid huzaldarabbal össze kell kötni. Ha a CS<sub>2</sub> jelű dugasztáp-aljzatot használjuk, akkor az átkötésre nincs szükség.

Kéziműszerrel ellenőrizzük az R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> osztó feszültségét! Itt a tápfeszültség felét kell mérni. Ez az osztó állítja be az IC<sub>2a</sub> és IC<sub>2b</sub> műveleti erősítő és a tranzistoros fokozat munkapontját. Ezek 1. és 7. lábán ugyanazt a DC-szintet kell mérni, mint az osztóponton.

Hanggenerátorral és oszcilloszkóppal célszerű az áramkört dinamikusan is tesztelni és a jelszinteket megvizsgálni. Megfelelő műszerek hiányában marad az „éles” próba. A gitár jelét valamilyen előerősítőn keresztül csatlakoztassuk a bemenetre, az effekt kimenetét pedig az erősítőre! Minimális hangerővel kezdve állítsuk be a megfelelő hangzást! Természetesen, ha mindezt az átkapcsoló panel nélkül csináljuk, az EF, Ko, ER pontok összekötését egy mechanikai kapcsolóval vagy egy huzaldarabkával meg kell oldani.

Az EF-Ko vonalon megy a torzított jel, az ER-Ko vonalon pedig az eredeti jel halad.

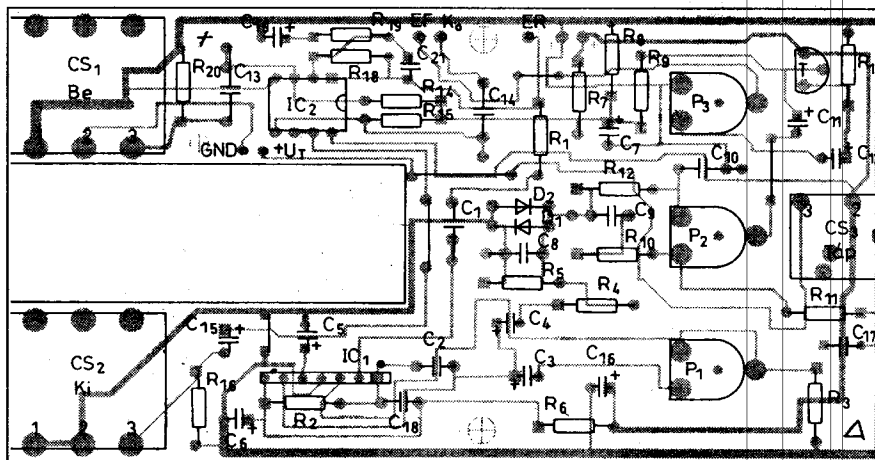
Ennél az áramkörnél is célszerűbb azonban, ha megépítjük az előzőleg ismertetett átkapcsoló áramkört és összehuzalozzuk a torzítóval. Az összekötendő pontokat azonosító jelzések a tápfeszültségével együtt mindkét panel fóliaoldalán megtalálhatók.

## 5. QUAD-405 100 W-os professzionális HIFI-erősítő

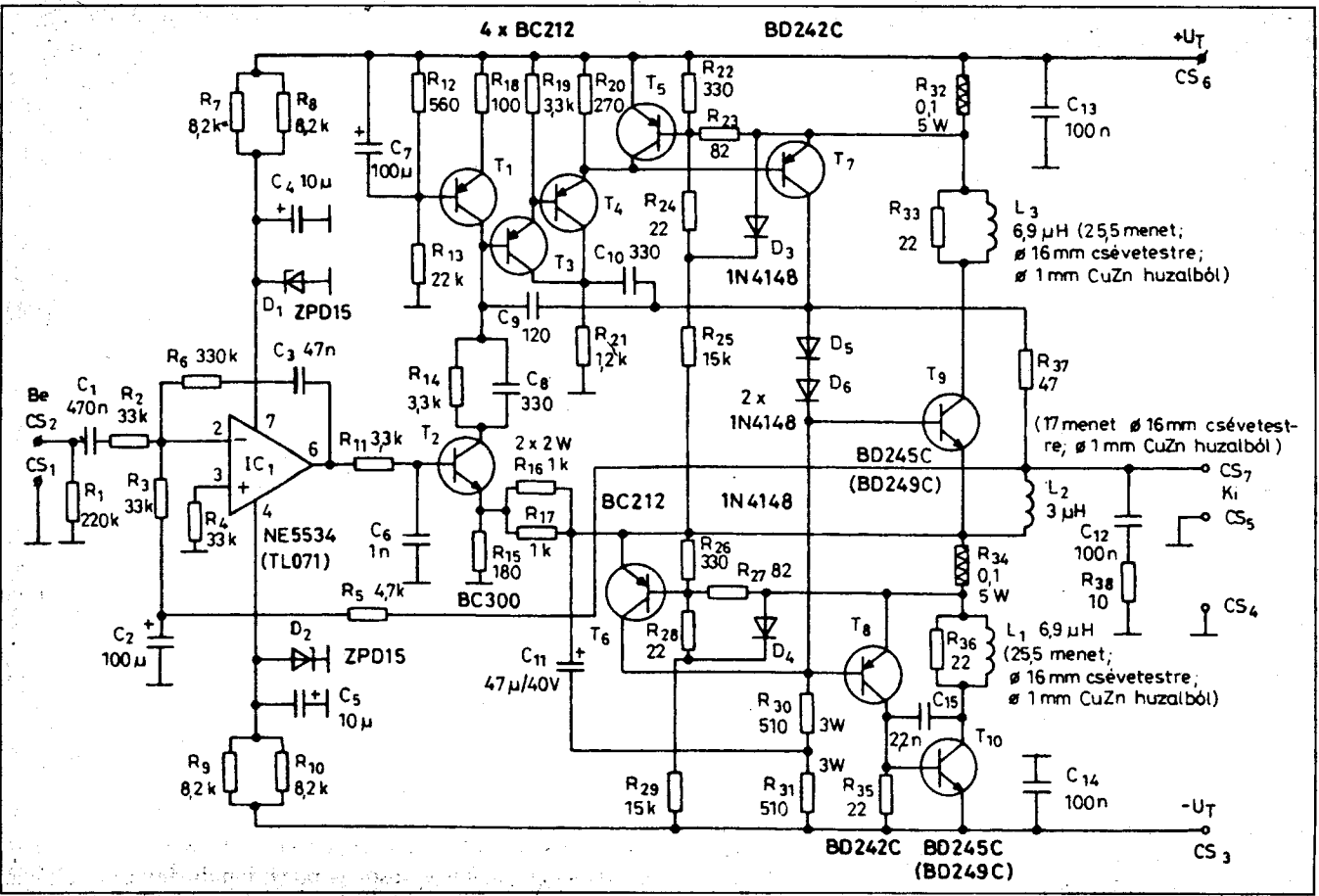
A Quad-405 az 1980-as évek csúcsmínőségű erősítőinek egyik legismertebb reprezentánsa. Még ma sem veszített semmit a népszerűségéből; szinte etalon az erősítők között. Ez indokolta, hogy az analóg erősítő-technológiában született újdonságokat felhasználásával újra foglalkozzunk vele. A kapcsolat tekintetében nem alkottunk újat, csupán apróbb módosításokat eszközölve tovább javítottuk az erősítő paramétereit.

### 5.1. Az áramkör működése

A 15. ábrán látható QUAD-405 kapcsolási rajzát tanulmányozva feltűnik, hogy az erősítőben több visszacsatoló-kör és fázisjavító tag gondoskodik az előírt frekvenciamenetről és erősítésről. A műveleti erősítő váltakozófeszültségű erősítését az R<sub>3</sub>/R<sub>6</sub> viszony adja meg. A negatív visszacsatolás a C<sub>3</sub> adott értéke mellett 1 Hz alatt gyakorlatilag hatástalan. Az erősítő kimenő-pontjáról az R<sub>3</sub>, R<sub>5</sub> útvonalon a 100%-os negatív visszacsatolás ellenőrzi a ki-



14. ábra



15. ábra

meneti DC-szint értékét. Miután az erősítő egyenfeszültségű szempontból egységnyi erősítésű, a kimenőponton megjelenő ofszet megegyezik a műveleti erősítő bemeneti ofszetihábjával.

Az A-osztályú erősítő feszültség-erősítését és nagyfrekvenciás viselkedését elsősorban a híd elemei határozzák meg. A C<sub>9</sub> kondenzátorral gyors integrátort alakítottak ki az A-osztályú erősítóből, de ez egyúttal a híd része is. A híd következő eleme az R<sub>37</sub>. A „dumper” fokozat kimenőáramának figyelmét az L<sub>2</sub> induktivitás, a híd 3. eleme végzi.

A híd 4. eleme az R<sub>16</sub>, R<sub>17</sub> párhuzamos eredője, amely egyúttal R<sub>15</sub> segítségével beállítja az A-osztályú erősítő feszültség-erősítését, elősegítve ezzel az igen jó linearitását működést.

Ugyanezen az úton jut a negatív kompenzációt végrehajtó feszültség az A-osztályú erősítőbe, a dumper fokozat működése közben az L<sub>2</sub>-n létrejövő járulékos feszültségesség következtében. Ez a hibajel végigfut az A-osztályú erősítőn és megjelenik a kimeneten is azonos amplitúdóval, de ellentétes

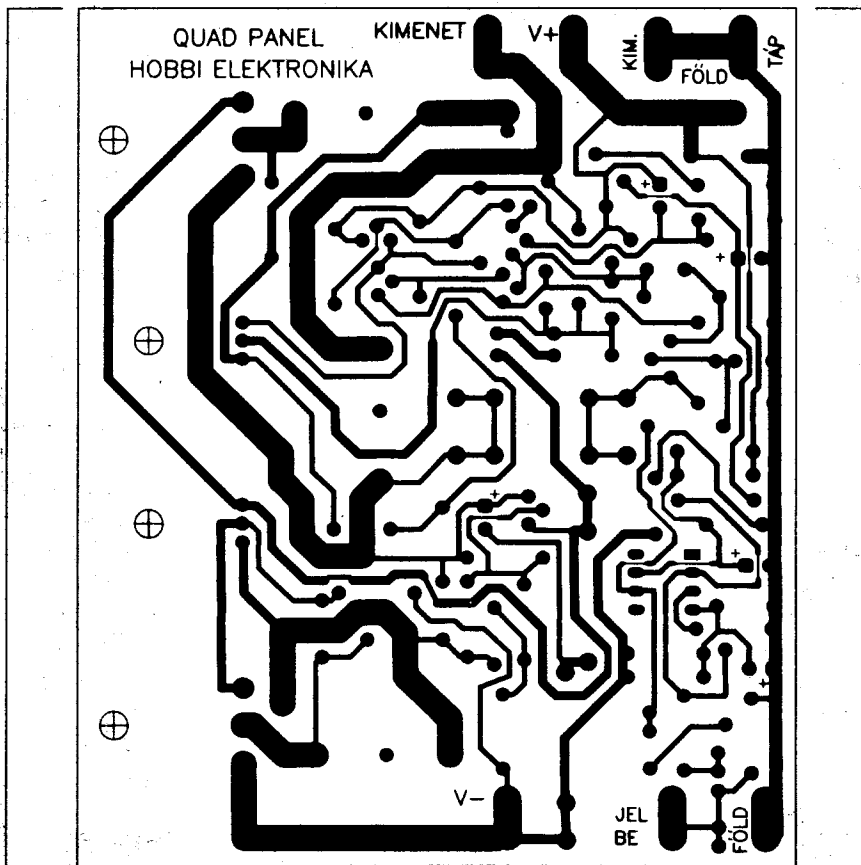
fázissal, mint az L<sub>2</sub>-n keletkező hibajel. A kimeneten a két feszültségkomponens kivonódik egymásból. Így mind az R<sub>37</sub>, mind az L<sub>2</sub> irányából érkező jel (áram, feszültség) erősen torzított, de pontosan egyformán és ellentéző előjellel; egymásnak tükörképei. Miután a két hibajel kivonódása a hangszórón jön létre, a híd kismértékű kiegyenlítettensége még kitűnő, torzítatlan kimenőjelet eredményez. A működést az A-osztályú erősítő hibája, a híd kiegyenlítettensége és a current dumping technikától teljesen független NE5534 műveleti erősítő torzítása befolyásolja. Az áramkör konstruktőrei szerint ez a megoldás kb. 26 dB torzításjavulást eredményezett, úgyszólván ingyen. A gyors integrátorra kiképzett A-osztályú erősítő túlságosan nagy sebességű vezérlését az R<sub>11</sub>, C<sub>6</sub> integráló tag határozza meg. Ez maximalja a teljes nagyjelű erősítő sávszélességét és meggátolja a túl gyors vezérlőimpulzusok okozta tranziens torzítást. Ez a tranziens intermodulációs torzítás elleni védekezés egyik legegyszerűbb módszere.

Az A-osztályú erősítő megfelelő nagyfrekvenciás fázismentéről a C<sub>9</sub>-en kívül a C<sub>8</sub>, R<sub>14</sub> komplexum, továbbá a C<sub>10</sub> gondoskodik. A dumper fokozat bekapcsolása közben létrejövő többletfázistolás hatását kompenzálják az L<sub>3</sub>, R<sub>33</sub> és L<sub>1</sub>, R<sub>36</sub> elemek.

### 5.2. Szerelés, élesztés

A QUAD-405 nyákterve egyoldalas panelre készült (16. ábra). A mérete és a rajzolata miatt ezt nem érdemes háziilag elkészíteni. A mérethelyes alkatrészek felhasználása érdekében célszerűbb az áramkör komplett egységcsomagját megvásárolni, hogy a szerelés megkezdésekor minden együtt legyen az asztalon. Az egységcsomag az **URBÁN ELEKTRONIKA Kft.-nél** megvásárolható. Az itt kapható panelen minden furathely megfelel az egységcsomagban található alkatrészeknek, így esztétikus, jól dobozolható, stabilan működő erősítőt építhetünk.

Ez ugyan szükséges, de nem elégséges feltétele a jó minőségű erősítő készítésének. A hozzáértésére és szak-



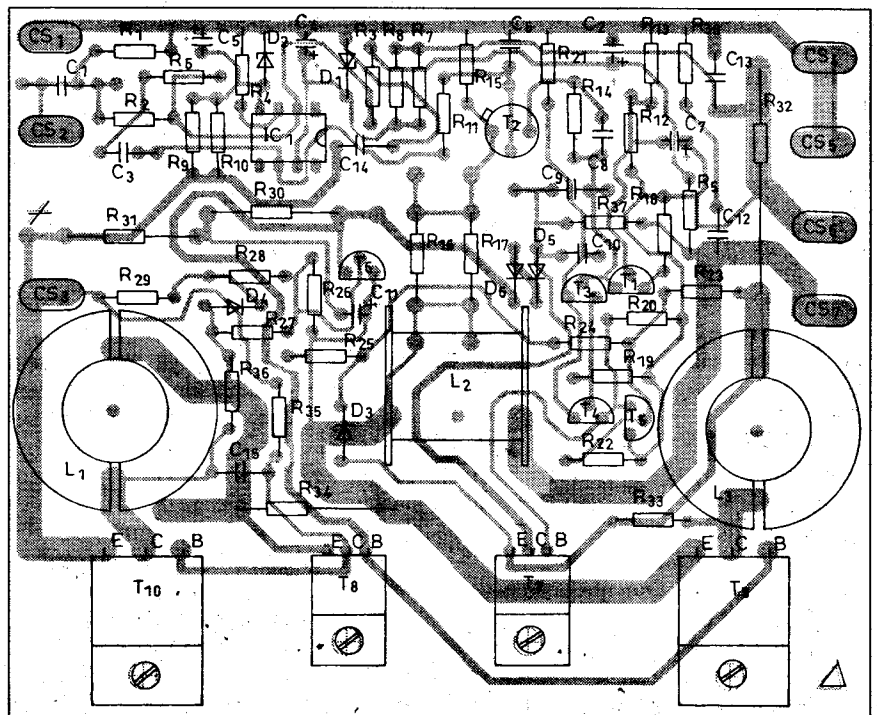
16. ábra

ható szigetelőgyűrűket és szigetelő alátéteket felhasználva csavarozzuk fel a panelt a tranzisztorokkal együtt a T-idomra. A tranzisztorok lábait csak ezután szabad beförasztani!

A kapcsolási rajzon feltüntetett adatok alapján készítsük el a három tekercset! Ehhez minden kellék rendelkezésre áll az egységcsomagban. A megadott induktivitásértéket csak az egységcsomaghoz mellékeltsévesített-re feltekercselt huzallal érhetjük el. Ne feledjük, az  $L_2$  értéke – lévén a híd egyik impedanciája – kritikus, ezért igyekezzünk pontosan elkészíteni! A meneteket szorosan egymás mellé tekercseljük! A szükséges menetszám egy sorban nem fér el, ezért ha az első sor megtelik, bátran, határozottan tekercsünk a második sort is az előírt menetszám eléréseig. A tekercs két végénél kb. 2–3 cm-es kivezetéseket hagyjunk! Ezeket a beültetési rajzon is jól látható helyeken, a cséve oldalán hajlítsuk le. Ezzel rögzítettük a is meneteket; más segédeszközre nincs szükség. Ha jól csináljuk, a felcsévelt huzal nem csúszik szét. A lehajlított lábak végét készítsük elő a forrasztáshoz! Pengével vagy éles késsel kaparjuk le a huzalról a zománcszigetelést olyan hosszán, ahogy a beültetés megkívánja. Ez fon-

szerű munkára továbbra is nagy szükség van. A panel beültetését a 17. ábra szerint az ellenállásokkal kezdjük és a tranzisztorokkal, majd a tekercsekkel fejezzük be. Az ellenállásokat ne a rajtuk levő színkód alapján azonosítsuk, mert az gyakran félrevezet: értéküket minden esetben ellenállásmérővel mérjük meg! Minden alkatrészt ültessünk le a panel szintjére, hogy ne legyen rajta lógó, zárlatot okozó alkatrész!

Kivételt ez alól a szabály alól a végtranzisztorok szerelése képez, mert a hőelvezetést végző T-idom a végtranzisztorok hűtőzászlója és a panel közé kerül. Ennek megfelelően a tranzisztorok lábait derékszögben le kell hajlítani és ezután kell a helyére betenni, de még nem kell beförasztani. Helyezzük az egységcsomagban található T-idomot a tranzisztor és a panel közé úgy, hogy az idom éle a zárlat elkerülése érdekében legalább 1 mm távolságban legyen a tranzisztorok lehajlított lábaitól. Jelöljük meg a rögzítő csavarok helyét! Ø3,5 mm átmérőjű fúróval fúrjuk ki és tüntessük el a sorját, nehogy az átszúrja a szigetelő alátétet! A csomagban talál-



17. ábra



# ELEKTRONIKUS MÉRŐMŰSZEREK ELEKTRONIKAI EGYSÉGCSOMAGOK

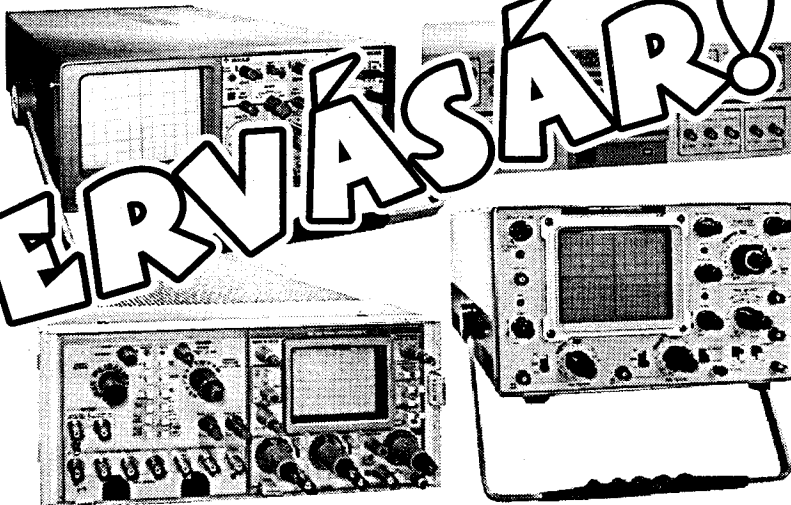
MŰSZERVÁSÁR! SZAKÜZLETE ADÁSVÉTEL



**URBÁN ELEKTRONIKA Kft.**

Budapest VII., Dózsa György út 16. (Dózsa-Jobbágy sarok)  
Tel./fax: 322-8892 Nyitva: H-P 10-17 óráig

Naprakész árlistánk az interneten:  
<http://urbanelektronika.elender.hu>



Készletünkben még további több száz műszer áll vásárlóink rendelkezésére. Kérje naprakész részletes tájékoztatónkat faxon vagy levélben.

ÉK-02

## ELEKTRONIKAI EGYSÉGCSOMAGOK - KIPRÓBÁLT KAPCSOLÁSOK A szerző által a Rádiótechnikában és a Hobby Elektronikában megjelentetett cikkek alapján.

### SZÁMÍTÁSTECHNIKA

		szerezett	egységcsomag
ÉK 2000	PC szkóp (DSO)	49 000 Ft	-
ÉK 2000	Táp a PC szkóphoz	4 500 Ft	-
ÉK '94	IBM IC teszt	17 500 Ft	12 500 Ft
ÉK '94	IBM EPROM égető printerportra	19 500 Ft	14 500 Ft
Új téma	EPROM égető belső kártyás	27 500 Ft	-
Új téma	PIC égető	5 500 Ft	-
RT '99/11	EPROM emulátor	9 900 Ft	6 500 Ft
Új téma	EPROM törő	7 500 Ft	4 500 Ft
ÉK '99	80C535 fejlesztőrendszer	22 500 Ft	17 500 Ft
ÉK '01	80C552 mikrokontrollor kártya	10 900 Ft	7 900 Ft
HE 2000/9	8 csatormás mérésadatgyűjtő	9 900 Ft	7 500 Ft
RT '99/1	IBM printerport duplázó	6 500 Ft	3 500 Ft
RT '99/10	Optocsatolt RS-232 adapter	-	3 000 Ft
ÉK '94	I/O kártya 48 vonal	9 500 Ft	7 500 Ft
Új téma	IIC buszos 16 I/O	3 900 Ft	3 500 Ft
ÉK '01	IIC buszos óra és eseményszámoló	3 500 Ft	3 000 Ft

### ZENE - HANGTECHNIKA

RT 2000/7	Visszhangosító	7 900/10 900 Ft
RT 2000/10	DOLBY-surrroundHIFI-előerősítővel	8 500 Ft
HE 2000/4	ERTR3 előerősítő monó/sztereó	800/1 500 Ft
HE '97/8	HIFI-sztereó előerősítő TDA1524	3 500 Ft
HE 2000/3	RIAA korrekter IC-vel	1 500 Ft
ÉK '02	Fuzz box dinamikus torzító	2 900 Ft
ÉK '02	HDST-3 hard torzító	2 900 Ft
Új téma	Diszko keverő csatormáknént	3 500 Ft
ÉK '92	14 W monó/sztereó erősítő	990/1990 Ft
Új téma	18 W monó erősítő kocsiba	1 800 Ft
Új téma	2x12 W, 1x24 W profi erősítő kocsiba	2 900 Ft
ÉK '92	2 x 40 W sztereó erősítő	3 500 Ft
ÉK '02	QUAD 405 HIFI-erősítő	4 500 Ft

Az egységcsomagok árai az ÁFA-t tartalmazzák. Az árváltoztatás jogát fenntartjuk.

ÉK '97	300 W VMOS HIFI-erősítő	17 600 Ft
ÉK '97	Védelem végfokokhoz	2 500 Ft

### FÉNYTECHNIKA

RT '98/11	8x8 Fénymátrix vezérlő panel	3 500 Ft
RT '98/11	Fénymátrix LED panel (10 mm)	3 500 Ft
ÉK '93	Futófény 8 bites TTL kimenet	2 500 Ft
HE '99/10	Futófény nx4 lámpás, 220V-ra	3 500 Ft
HE '94/11	Fényorgona, 3 csatormás	4 900 Ft
ÉK '92	Monó kivezérléjelző LED-es	1 900 Ft
RT '01/3	Intelligens sztereó kivezérlésmérő	7 500 Ft
HE '92/8	Knight rider futófény	2 500 Ft
Új téma	Diszko stroboszkóp	3 500 Ft
Új téma	Teljesítményszabályzó 220 V/4 A	1 900 Ft

### HOBBI ELEKTRONIKA

ÉK '95	Dallamgenerátor Z80-nal	2 500 Ft
ÉK '95	Dallamgenerátor UM66Txx	.990 Ft
ÉK '95	Hangutánzó: kocsi, rap, vízcsofogás	1 900 Ft
HE '94/1	Hőfokszabályzó	3 500 Ft
HE '95/11	Analog szövegátörő	4 500 Ft
HE '97/6	Időzítő 1...109 percig	2 900 Ft
Új téma	Időzítő 555 IC-vel, 0,1...10 percig	1 500 Ft

### MŰSZEREK

ÉK '96	Képmintagenerátor	2 900 Ft
ÉK '97	Függvénygenerátor	7 500 Ft
ÉK '97	Logikai analízator oszcilloszkóphoz	9 500 Ft
RT '01/1	Frekvenciámérő, TTL bemenet, 25 MHz	5 500 Ft
Új téma	Induktivitásmérő adapter kéziműszerhez	4 500 Ft

Csomagküldő szolgálat. Rendelés: levélben, telefonon vagy faxon. Tel./fax: 322-8892 Levélcím: 1656 Bp., Pf. 50.

tos mozzanat, mert a tekercsek önhordók. A csévet és rajta a tekercset a jól előkészített lábak tartják meg a panelelen, ezért ügyeljünk a pozícionálásukra és a forrasztásukra!

Ha ez kész van, figyelmesen nézzük át az egész áramkört, hogy nem vétettünk-e valami hibát! Ohmmérővel ellenőrizzük a szigetelést a tranzisztorok és a T-idom között. Ha mindent rendben találunk, készüljünk fel az első bekapcsolásra. Ezt nem szabad elkapkodni, mert egy nagyteljesítményű erősítőnél nem tudjuk egyértelműen megmondani, hogy hogyan viselkedik, amikor a munkaponti beállítása még nem ismert! Kellő óvatossággal elkerülhető a „füstgenerátor-effektus” és az egyéb olyan meglepetések, amelyek a zsebünkre is káros hatással vannak.

Ennek érdekében kössünk egy-egy árammérőt a pozitív és a negatív tápágha! Valamilyen módszerrel limitáljuk a tápegység áramát, hogy zárlat esetén ne legyen nagyobb baj! Erre a célra legjobb egy toroid transzformátor, amivel lassan lehet növelni a tápegység pufferveszültségét. Hogyha valaki csak egyszerűen épít erősítőt, biztosan nem fog ilyen drága transzformátort beszerezni, ezért más megoldást kell keresnünk, olyat, ami mindenki számára elérhető és a költségei minimálisak.

Nézzünk szét az alkatrész kínálatban, hogy a toroidon kívül van-e olyan alkatrész, amit az erősítő élesztésénél eredményesen alkalmazhatnánk! Gondoljunk meg pontosan, hogy miről van szó. Jó közelítéssel két eset lehetséges. Az egyik, amikor a végfok jól működik, a másik, amikor valami hiba van és füstöl, ha hagyjuk. Az első esetben az áramfelvétele normális, 100 mA körüli. A második esetben valami anomália miatt az áramfelvétel megszalad és azt már csak a tápegység belsőellenállása korlátozza.

Ennek tükrében a védelmet egy olyan karakterisztikájú alkatrész látná el, aminek az ellenállása kis áramoknál elhanyagolható, nagy áramoknál pedig ugrásszerűen megnő. Ilyen karakterisztikával rendelkeznek a közönséges izzólámpa. Ennek tudatában kössünk a pozitív és negatív tápágha egy-egy izzót, melyek névleges feszültsége valamivel kisebb vagy megegyezik a tápfeszültség értékével. A soros izzó alkalmazása bizonyos szempontból praktikusabb, mint a toroidtranszformátor, mert a bekapcsolás után azonnal jelzi az erősítő statikus állapotát.

Az izzó védelmi képessége azon a tulajdonságán alapul, hogy a hideg-, ill. a melegellenállása között több mint egy nagyságrendi különbség van.

Ha az erősítő jól működik, akkor a nyugalmi áramfelvétele 100 mA körül van. Az izzó a relatíve kis hidegellenállása miatt ilyen áramfelvételnél gyakorlatilag rövidzárként viselkedik, mintha ott sem lenne. Azzal, hogy nem világít, azt jelzi, hogy minden rendben van.

Ellenben ha az izzó világít, az nagy áramfelvételt jelent, azt jelezi, hogy a rendszerben valami baj van. Szerencsére nem csináltunk nagy kárt és kicsi a valószínűsége annak, hogy tönkrement valamelyik alkatrész. A nagy áramfelvételt a tapasztalat szerint alkatrészhiba vagy nagyfrekvenciás gerjedés okozza. Az izzó segítségével többnyire a hiba behatárolása is leegyszerűsödik, mert az áramkör ilyen állapotban hosszabb ideig is bekapcsolva maradhat. Ezalatt felmelegedik a hibás alkatrész, amit tapogatással is megkereshetünk. Ha ez nem segít, műszeres mérés szükséges. Ez a módszer bármilyen erősítőnél eredményesen alkalmazható.

E rövid kitérő után folytassuk a lényegi munkát! Kapcsoljunk tápfeszültséget a megfelelő kapcsolókra. A tápfeszültség értéke nem kritikus:  $\pm 35 \dots 45$  V között lehet. Először egy pillantás az izzókra, ha nem világít egyik sem, akkor kéziműszerrel ellenőrizzük az áramfelvételt a tápfeszültség mindkét ágában, majd a telepközép értékét a hangszórókimeneten! Itt a földhöz képest nullának kell lennie. A 100 mA alatti áramfelvétel és a telepközép megléte azt mutatja, hogy az egyenáramú munkapont rendben van, a szerelést jól végeztük. Nagy meglepetés már nem érhet, jöhet a dinamikus vizsgálat!

Ha valamelyik izzó világít, akkor azonnal kapcsoljuk ki a tápot és fogjunk hozzá a szisztematikus hibakereséshez! Ehhez sajnos nem tudunk pontos receptet adni, mert az erősítő – lévén DC-csatolt – bármilyen hibától „kiülhet” valamelyik tápra. Vizsgáljuk át újra az erősítőt, kiemelt figyelmet szentelve a panel- és tranzisztorhibáknak!

Hanggenerátorral és oszcilloszkóppal, terhelés nélkül ellenőrizzük az átvitelt. Ha gerjedést tapasztalunk, akkor először a tápegységnél keressük az okát!

Egy ilyen erősítőt célszerű kiegészíteni megfelelő védőáramkörrel – koppanásátlóval –, ami elsősorban a hangszórókat óvja a ki- és bekapcsolás során fellépő tranzienstől és az erősítő esetleges meghibásodása következtében a kimeneten megjelenő DC-szinttől. *Egy jó minőségű védőáramkör egységcsomagja az üzletünkben megvásárolható.*

A végfok elé nyilván valamilyen előerősítőt, hangszínszabályozót kell kapcsolni, hogy bármilyen jelszintet fogadhatunk és a hangszínén módosíthatunk. *Az üzletünkben erre a feladatára is több megoldási kínálatunk.*

## 6. Printerportra csatlakozó EPROM-égető

Az EPROM-égető az egyik legfontosabb eszköz a mikroprocesszoros, mikrovezérlős környezetben. Hiányában nem tudjuk a kifejlesztett programot az alkalmazás számára letárolni, vagy egy működő berendezés programját reprodukálni. Használata nélkülözhetetlen a pénztárgépek, játékgépek feketedobozainak telepítésénél, cseréjénél. Jó szolgálatot tesz az ipari berendezések tárolt programú vezérléseinek módosításánál, átírásánál és minden egyéb feladatnál, ahol EPROM-mal találkozhatunk.

A gyakorlatban sokféle EPROM létezik. A méretük és a gyártójuk alapján különböztetjük meg ezeket egymástól. Ugyanazt a típust azonban számos másodgyártó más-más technológiával készítette. A különböző gyártmányok a felhasználó szemszögéből nézve elsősorban az égetési algoritmusban különböznek egymástól. A sokféle EPROM írása ezért olyan égetőt kíván, ami szinte mindenféle algoritmus szerint képes égetni és ezek az algoritmusok szükség esetén szoftver útján változtathatók. Emellett hatékony védelemmel rendelkezik, amely mind az EPROM-ot, mind az égetőt megvédi a károsodástól. Biztosítja azt is, hogy az EPROM programozó készülékbe helyezése és kivétele feszültségmentes állapotban történjen.

Az áramkör működésének ismertetése előtt röviden, a teljesség igénye nélkül nézzük meg néhány ismert EPROM-típus égetési algoritmusát, hogy képet kapjunk arról, hogy mit csinál az égető. Az EPROM programozáskor először a tápfeszültséget kell rákapcsolni, amely típustól függően lehet 5 V vagy 6 V, a gyártó előírása szerint.

Ezután kapcsoljuk rá a címet, adatot és az  $U_{pp}$ -t, ami szintén típus- és gyártófüggő, értéke 12,5 V, 21 V vagy 25 V lehet. Végül rákapcsoljuk a programozó impulzust, aminek hatására megtörténik az adat beégetése. A programozó impulzus egy meghatározott formájú és időzítésű impulzus, ami szintén gyártótól függő katalógusadat.

A programozás ezzel kész. Következik az összehasonlítás, amikor ellenőrizzük, hogy az eredeti és az égetett adat megegyezik-e. Ezzel lezárul egy bájttal beégetése, aminek időtartama a programozási algoritmustól függően 0,1  $\mu$ s...50 ms lehet. Az ismertebb EPROM-típusok lábkiosztása a **18. ábrán** látható. Égetési algoritmusukat néhány szövegben az alábbiakban foglaljuk össze.

**2716:** az égetőfeszültséget rákapcsoljuk és az  $\overline{OE}$  bemenetet magasra húzzuk, majd az adat- és címvonalat aktiváljuk. Az égetés a  $\overline{CE}$  50 ms-ig tartó H-ra állítása alatt valósul meg.

**2732:** Ennél a típusnál az égetőfeszültség és az  $\overline{OE}$  bemenet egyazon lábára került. Az  $\overline{OE}$ -re csak olvasáskor van szükség. Ennek megfelelően a 20. lábra az égetőfeszültséget kapcsoljuk, majd ezt követi az adatok és a címek beállítása. Az égetés a  $\overline{CE}$  50 ms-ig tartó L-re húzásával történik.

**2764:** Négyvel több lába van, mint az előző típusoknak. Az égetőfeszültség rákapcsolása,  $\overline{OE}$  magasra állítása után az adat- és címvonalakat aktivizáljuk. A  $\overline{CE}$ -t L-re húzzuk, majd a  $\overline{PGM}$  50 ms-ig tartó alacsonyra állításával égetünk. Többféle égetőfeszültséggel gyártják.

**27128:** Égetése megegyezik a 2764-gyel. Többféle égetőfeszültséggel gyártják, leggyakoribb a 12,5 V-os változat.

**27256:** Az égetése alapvetően más, mint az előzőké. A tápfeszültséget az égetés alatt 6 V-ra kell növelni, majd az égetőfeszültséget is rákapcsoljuk. Ezután aktivizáljuk a cím- és adatvonalakat. Az égetés 1 ms-os lépésekben történik a  $\overline{CE}$  L-re húzásával. Az égetésnél minden címen ellenőrizzük a beírt bájtot! Sikeres visszaolvasás után még háromszor annyi ideig ráégetünk, mint amennyi az első sikeres égetéshez kellett.

**27512:** Az égetése ugyanaz, mint a 27256-é.

### 6.1. Az áramkör működése

A soros adatforgalom miatt az égető hardvere egy kicsit bonyolult, ezért a

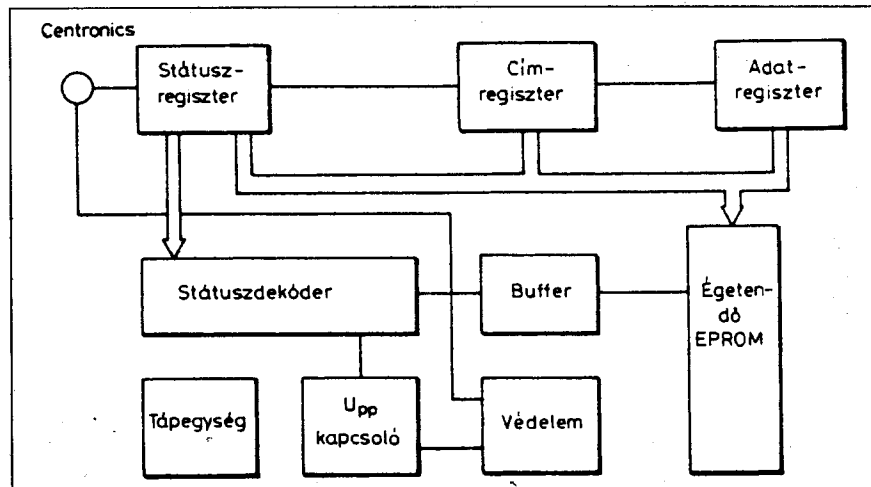
27256	27128	2764	2732	2716		2716	2732	2764	27128	27256
					1			+5V	+5V	+5V
V <sub>pp</sub>	V <sub>pp</sub>	V <sub>pp</sub>			2			$\overline{PGM}$	$\overline{PGM}$	A <sub>14</sub>
A <sub>12</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>12</sub>			3	1	+5V	+5V	NC	A <sub>13</sub>
A <sub>7</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>7</sub>	4	2	A <sub>8</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>8</sub>
A <sub>6</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>6</sub>	5	3	A <sub>9</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>9</sub>
A <sub>5</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>5</sub>	6	4	V <sub>pp</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>11</sub>
A <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	7	5	$\overline{OE}$	$\overline{OE}/V_{pp}$	$\overline{OE}$	$\overline{OE}$
A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	8	6	A <sub>10</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>10</sub>
A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	9	7	$\overline{CE}$	$\overline{CE}$	$\overline{CE}$	$\overline{CE}$
A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	10	8	Q <sub>7</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>7</sub>
A <sub>0</sub>	A <sub>0</sub>	A <sub>0</sub>	A <sub>0</sub>	A <sub>0</sub>	11	9	Q <sub>6</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>6</sub>
Q <sub>0</sub>	Q <sub>0</sub>	Q <sub>0</sub>	Q <sub>0</sub>	Q <sub>0</sub>	12	10	Q <sub>5</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>5</sub>
Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>	13	11	Q <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub>
Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub>	14	12	Q <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub>
$\perp$	$\perp$	$\perp$	$\perp$	$\perp$						

18. ábra

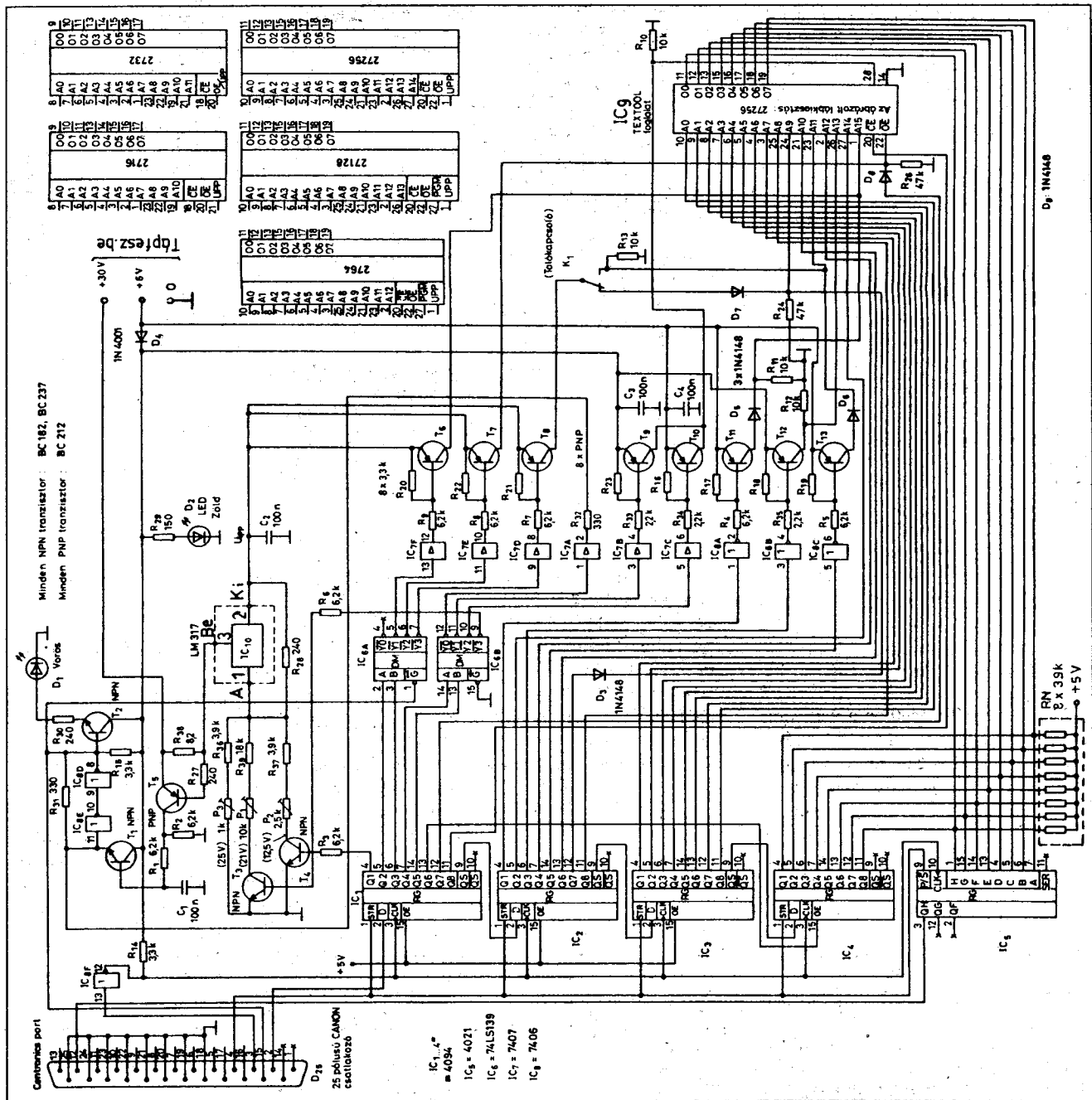
könnyebb érthetőség érdekében először vizsgáljuk meg a **19. ábrán** látható tömbvázlatot! A hardver 24 vagy 28 lábú EPROM-okat kezel. Mivel minden lábra kell kapcsolni valamilyen jelet, ehhez 4 bájtnyi adat szükséges. Ez az adatmennyiség sorban feltölti az adat-, cím- és státuszregisztereket. Az adat- és címregiszter szerepe egyértelmű.

A státuszregiszter tartalma biztosítja azt, hogy a különböző algoritmus szerinti égetendő EPROM-ok mindig a megfelelő jelet kapják. Egyszerűen állítja be az  $U_{pp}$ -t és kapcsolja a különböző EPROM-oknál más-más funkciót betöltő lábakra a vezérlőjeleket. A 18. ábrán közölt táblázatból kikereshető, hogy a 4 bájttal egyes bitjei a kiválasztott EPROM melyik lábára kerülnek.

Az égető kapcsolási rajzát a **20. ábra** mutatja. Az adatbitek a CENTRONICS csatlakozó 2-es pontjáról ( $D_0$  címvonal) az IC<sub>1...4</sub> nyolcbites, párhuzamos kimenetű léptetőregiszterekből álló lánc bemenetére kerülnek. A 4094 típusú léptetőregiszterek egy 8 bites átmeneti tárolót is tartalmaznak, melyek kimenetei háromállapotúak és pufferelek. Az aktuális adatbit az órajel fel-futó élére íródik be a léptetőregiszterbe és siftelődik. Az órajel a CENTRONICS csatlakozó 3-as pontjáról érkezik és az IC<sub>8F</sub> inverterrel pufferral vezetjük a 4094-ek CLK bemenetére. A léptetőregiszterek kimeneti állapota az STR jel H szintjénél íródik be a tárolóba. A program a CLK jellel szinkronizálva tölti fel a regiszterláncot. Az adatátvitel végén az EPROM-ba írandó



19. ábra



20. ábra

adatbájt az IC<sub>4</sub>-be kerül, az IC<sub>3</sub>, az IC<sub>2</sub>, valamint az IC<sub>1</sub> két bitje pedig a címet tartalmazza. A fennmaradó hat bit az U<sub>pp</sub>-t és a tápfeszültséget kapcsolja a gyorscsatlakozó megfelelő kivezetésére, az IC<sub>6</sub> „2-ről 4-re” demultiplexer és az azt követő áramkörti elemek segítségével.

Az áramkörnek alapvetően kétféle működési módja van: egyrészt fájlból vagy billentyűzetről be lehet írni az adatot az EPROM-ba, másrészt ki lehet

olvasni azt. Az égetési folyamatot e két üzemmód váltakozása jellemzi. A léptetőregiszterek feltöltése alatt az STR jel szintjét a program L-en tartja, így az éppen betöltés alatt álló adatok nem kerülnek a kimenetre. Ezt feltétlen biztosítani kell, hiszen ha a kimeneteken a siffelés alatt minden változás megjelenne, akkor az U<sub>pp</sub> és a tápfeszültség értéke véletlenszerűen változna, ami az EPROM tönkremeneteléhez vezetethet. A STROBE nemcsak a regiszterlán-

cot, hanem az IC<sub>5</sub> párhuzamos-soros átalakítót is vezérli. Ez a tok teszi lehetővé az EPROM megcímezett rekeszének beolvasását a számítógépbe. Mivel az STR jel ezt az IC-t ellentétesen vezérli, a 4021 bemenetei összeköthetők az IC<sub>4</sub> kimeneteivel. A korrekt logikai szintek biztosítása érdekében az IC<sub>4</sub> és IC<sub>5</sub> közötti vonalait felhúzóellenállás-sorral, az RN-nel kell ellátni.

Kiolvásáskor az IC<sub>4</sub> kimeneteit az OE aktiválásával nagyimpedanciás ál-

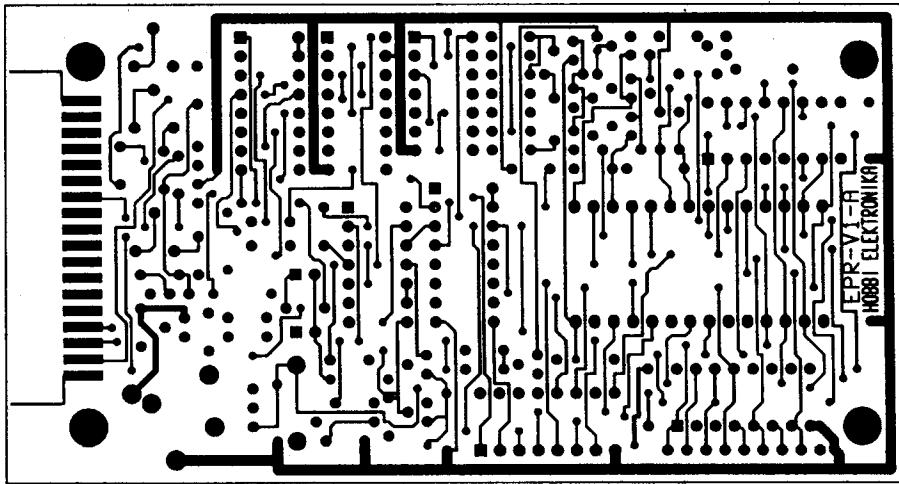
lapotba kell vezérelni. Ezt a feladatot az IC<sub>1</sub> Q<sub>6</sub> kimenete látja el. A kiolvasott adat a nyomtatóport 12-es bemeneti pontján keresztül jut a számítógépbe.

Miután tisztáztuk a cím beállításának és a kétirányú adatátvitelnek a módját, nézzük meg, hogyan történik az EPROM tápfeszültséggel való ellátása valamint az égetőfeszültség generálása! A feladat lényegében nem más, mint különböző értékű feszültségeknek a gyorscsatlakozó foglalat különböző pontjára juttatása programozható módon. A T<sub>6...8</sub> tranzisztor a +12,5 V, +21 V, +25 V névleges értékű égetőfeszültséget kapcsolják. Ezek közül egyidejűleg mindig csak az egyik aktív. Erről az IC<sub>6</sub> gondoskodik. A tranzisztorok meghajtása az IC<sub>7</sub> nyitott kollektoros neminvertáló bufferein keresztül történik. A multiplexer ide tartozó egységének  $\bar{G}$  engedélyező bemenetén keresztül az áramkör letiltható. Erre áramköri hiba esetén kerülhet sor. A  $\bar{G}$  vonalat a T<sub>1</sub>, T<sub>5</sub>, IC<sub>8E</sub>, IC<sub>8D</sub> és a hozzájuk tartozó passzív elemekből felépített rövidárvédelmi áramkör emeli logikai H-ra, ha az U<sub>pp</sub> vonal túlterhelődik. A túlterhelést a T<sub>2</sub>-vel meghajtott D<sub>1</sub> LED jelzi.

Mivel normális esetben a védelem inaktív, a léptetőregiszterek feltöltése alatt az IC<sub>6A</sub>  $\bar{Y}0$  kimenete L szintű, így azt vezérlésre nem használjuk.

Az IC<sub>6B</sub> az EPROM tápfeszültségét kapcsolja az előzőekhez hasonló módon, puffereken át vezérelt T<sub>9</sub>, T<sub>10</sub> segítségével. A T<sub>9</sub> az EPROM behelyezésénél illetve eltávolítása során megkövetelt feszültségmentes állapotot biztosítja. A T<sub>10</sub> feladata a 27256 és 27512 esetében a +6 V-ra növelt tápfeszültség kapcsolása. A T<sub>11...13</sub> pufferként funkcionál, ugyanis azok az EPROM-kivezetések, amelyeket a különböző típusoknál kapcsolgatni kell, TTL-kimenetről közvetlenül nem hajthatók meg.

Az égetőfeszültséget az IC<sub>10</sub> programozható áteresztő stabilizátor biztosítja. A közel 30 V-os egyenfeszültség a hálózati dugasztápról érkezik az áramkör bemenetére az R<sub>30</sub> figyelő-ellenálláson keresztül. Amennyiben a rajta átfolyó áram meghaladja az 50 mA-t, T<sub>5</sub> nyit és az R<sub>5</sub>, C<sub>10</sub> integráló tagon keresztül nyitja T<sub>1</sub>-et, amely bebillenti a hibajelző fokozatot. Ekkor világít a piros LED és ezzel egyidejűleg a hibajelet kap a CENTRONICS port Error bemenete. Ez a komplexum a már ismertetett tápfeszültség-kapcsol-



21. ábra

ló áramkörrel együtt hivatott megvédeni az EPROM-ot a fordított behelyezéskor, vagy a hibásan beállított U<sub>pp</sub> esetén fellépő anomáliák ellen. Természetesen csodát várni ettől a védelemtől nem szabad! Az Ön gondos, szakszerű munkájára továbbra is szükség van!

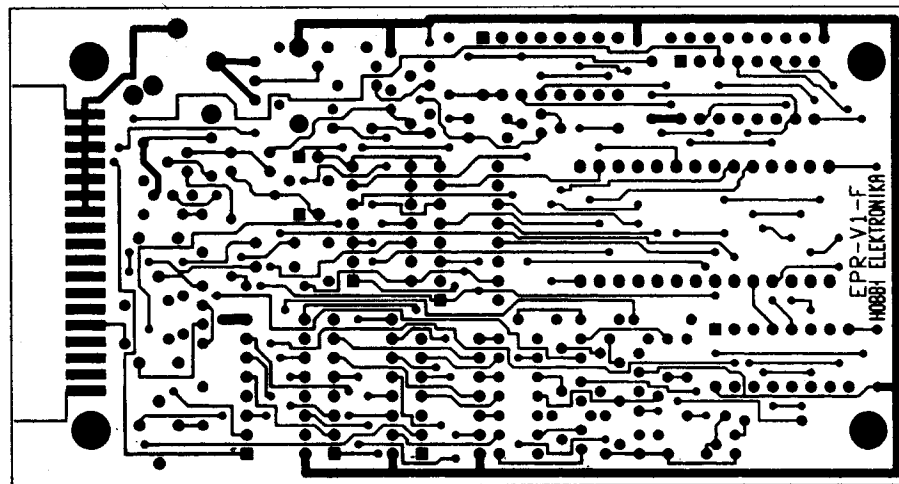
A stabilizátor IC kimenőfeszültségét a fix értékű R<sub>28</sub>-ból és a T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> tranzisztor vezérlésével átkapcsolható R<sub>36</sub>, R<sub>37</sub>, R<sub>39</sub>, P<sub>1...3</sub> elemekből felépített visszacsatoló hálózat határozza meg. Ha mindkét tranzisztor le van zárva, akkor az égetőfeszültség 25 V-ra a P<sub>3</sub>-mal beállítható. Ha a T<sub>3</sub>-at telítésbe vezérli az IC<sub>6B</sub>  $\bar{Y}3$  kimenete, akkor a P<sub>1</sub>, R<sub>39</sub> párhuzamosan kapcsolódik a P<sub>3</sub>, R<sub>36</sub>-tal és a stabilizátor kimenetén +21 V jelenik meg. Amennyiben T<sub>4</sub> nyit, a P<sub>2</sub>, R<sub>37</sub> kapcsolódik a fix tagokkal párhuzamosan, a kimenet szintje pedig

+12,5 V-ra áll be. A T<sub>4</sub>-et az IC<sub>1</sub> Q<sub>1</sub> kimenete vezérli.

A hálózati tápegység a +30 V-on kívül +6 V-os stabilizált tápfeszültséget is szolgáltat. Mivel a TTL-szintekkel dolgozó rendszer tápellátásához +5 V szükséges, a stabilizált tápfeszültség és az IC-k táphálózata közé beiktattuk a D<sub>4</sub> diódát, melyen 0,7 V esik.

## 6.2. Szerelés, élesztés

A kapcsolás bonyolultságából sejthető, hogy azt kétoldalas, furatgalvanizált nyákon kell készíteni. A nyák két oldalának rajzolata a 21. és a 22. ábrán látható. Az alkatrészek beültetését a 23. ábra szerint végezzük el, a panel alapos ellenőrzése után! A technológiai műveletek megkezdése előtt a panelt erős fényrel átvilágítva tüzetesen el-



22. ábra

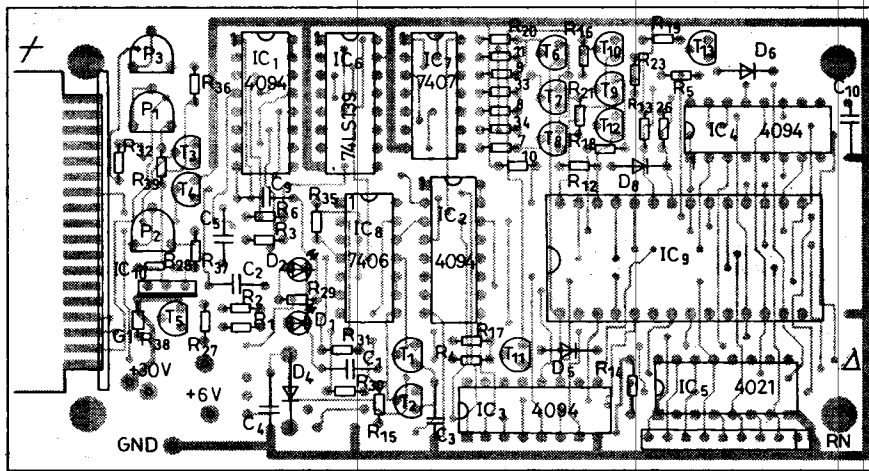
lenőrizzük, hogy nincs e rajta gyártási hibából származó zárlat vagy szakadás!

Következő műveletben helyezzük a TEXTOOL-foglalatot a panelre. A lábait igazgatva, ha szükséges, egy picit megreszelve ültessük a helyére. Erre azért van szükség, mert a furatok átmérője a galvanizálás során csökkent, ezért a TEXTOOL lábai szorosan illeszkednek azokba. Ha ez megtörtént, akkor a gyorscsatlakozót óvatosan emeljük ki, majd forrasszuk be a többi alkatrészt R, C, D, T, IC-foglalat sorrendben. Az alkatrészeket a lehető leg-rövidebb kivezetésekkel forrasszuk, hogy a két LED kivételével egyik sem emelkedjen a TEXTOOL-foglalat szintje fölé! Ugyanis az előlapon vágott nyíláson és furatokon csak a gyorscsatlakozó és a két LED bújik ki a dobozból. Fontos, hogy a gyorscsatlakozó működtető karja a doboz végén lehajtható legyen, ezért azt ott be kell jelölni, majd „ki kell sliccelni”. Az IC-eket érdemes foglalatba tenni, hogy meghibásadás esetén bármelyik könnyen cserélhető legyen.

Az égető és a számítógép közötti összeköttetés közönséges printerkábelen keresztül történik. Ennek csatlakozója a nyákba beültethető, így az egész égető kisméretű, kompakt egységet alkot. A kész áramkört HE-1 jelű lapos, feliratozott műanyag dobozba kell beépíteni.

A gondos, esztétikus szerelés után hozzáfoghatunk az élesztéshez, beállításhoz. Ehhez a szoftver TESZT fájlja elengedhetetlen. Közlésére a terjedelme miatt itt nincs mód, azt az egységcsomaghoz mellékelt flopilemez tartalmazza. Kezelése különösebb magyarázatra nem szorul, mert egyértelmű, áttekinthető menüvel és helppel rendelkezik. Az élesztéshez a TESZT fájl kell beolvasni. Ez egy nagyon jó diagnosztikai program, melynek funkcióit műszeres méréssel helyettesíteni – tekintettel az áramkör soros jellegére – szinte lehetetlen. A TESZT programot futtatva viszont elegendő az ellenőrzéshez egy közönséges mutatós kéziműszer, amivel az adat- és címbuszot, valamint az égetőfeszültségeket ellenőrizhetjük. Ez utóbbiak értékét a hozzájuk tartozó trimmerekkal állítsuk be! Hiba estén elsősorban technológiai hibákat keressünk!

Az egységcsomagban levő flopilemez a programot kétféle verzióban tartalmazza. Mindkettő használható ízlés



23. ábra

szerint, kinek melyik tetszik jobban. Egyetlen különbség az, hogy 27512-öt csak az újabb változat éget. **Fontos!** Előfordulhat a meglévő szoftverrel, hogy gyorsabb, pentiumos gépeknél a sebesség miatt adatvesztés történik. Ilyenkor a gépet le kell lassítani. Erre legtöbb alaplap lehetőséget biztosít. A tapasztalat azt mutatja, hogy a legújabb alaplapi printerportokkal lép fel leg-többször kommunikációs hiba, ami ellen igazából nem tudunk védekezni. A sokféle alaplapot ebből a szempontból nem lehet egy kalap alá vonni a hiba megoldása érdekében. Ilyen esetben célszerű egy önálló printerkártyát (pl. egy Hercules-kártyát) behelyezni a gépbe. Ha ez sem segít, elő kell venni a kidobásra szánt régi verziójú PC-t, hogy újrahajthassuk.

### 6.3. Tápegység az EPROM-égetőhöz

Az égető tápfeszültségét és  $U_{pp}$  feszültségét egy speciális, erre a célra kialakított hálózati dugasztáp biztosítja. Ennek a doboza egyben a villásdugót is magában foglalja. Ez háromeres kábellel, egy Ø3,5 mm-es sztereó Jack-dugasszal kapcsolódik az égetőhöz, melynek aljzata az égető paneljébe beültethető. A bekötésére oda kell figyelni, mert amikor a dugaszt csatlakoztatjuk a hüvelyhez, a három kivezetés közül kettő zárlatba kerülhet. Ezért a leg-belső pontra kerül a 6 V, a külsőre pedig az  $U_{pp}$ . A testpont helyzete ezután egyértelmű.

A fentiek miatt be kell tartani a készülékek csatlakoztatásának sorrendjét is. Először a számítógépet csat-

lakoztassuk az égetőhöz a printerkábelen keresztül, majd ezután a tápegység Jack-dugaszát. A táp villásdugóját csak ezután szabad bedugni a hálózatba! A mintakészüléknel tesztelés céljából szándékosan megfordítottuk a tápcsatlakozás sorrendjét és sokszor egymás után kihúztuk-bedugtuk a Jack-dugaszt. Az említett zárlat néha a szikrázás miatt szabad szemmel is észlelhető volt, ennek ellenére nem történt hiba. Természetesen ez nem mentesíti Önt a szigorúan kötelező csatlakozási sorrend betartása alól, mert az esetlegesen előforduló hiba az Ön készülékében keletkezik.

A csatlakozási sorrend nem lesz ilyen kritikus, ha a *Rádiótechnika 1999. januári számában* ismertetett *Printerport duplázó* áramkört használjuk. Ez lehetővé teszi, hogy bármilyen bővítőt vagy printert lehúzzunk vagy felcsatlakoztassunk a számítógépre kikapcsolás és károsodás nélkül. Nem kell a PC mögé bebújni, ha valamit a printerporon cserélni akarunk. Ez az ötletes áramkör a printerportot megduplázva helyezi elének az asztalra. A kettő közül egy kapcsolóval bármelyiket aktív vagy inaktív állapotba helyezhető. Így időt is takarítunk meg, mert ezt használva bármit cserélünk, nem kell kikapcsolni a számítógépet, majd újratölteni a programokat. A *Printerport duplázó* árajánlata az *URBÁN ELEKTRONIKA Kft. egész oldalas hirdetésben* megtalálható.



# Hangsugárzók tervezése PC-vel

Sipos Gyula okl. IC-szakmérnök, gsipos@elender.hu

## Bevezetés

Az elmúlt időszakban jelentősen javult a szakboltokban a hangsugárzók kínálata. Ugyan már lassan csökkenőben van az elfekvő készletek felderítéséből nyert, meglehetősen vegyes eredetű, korú, minőségű árutömeg, de hazai szakcégek újabb termékei is megjelentek és kaphatók a korábbi (pl. Videoton) hangsugárzók eredeti típusai is. Ugyanekkor sajnálatos, hogy a vásárlóközönség véleménye – finoman szólva – eléggé megoszló, akár a régebbi, akár pedig az újabb hazai típusok vonatkozásában.

Hovatovább az európai hangsugárzóválaszték is lassanként beszívárog szaküzleteinkbe. Igaz, hogy a terítéken főképp autóhangosítási célokra szánt, nem feltétlenül csúcsmínőségű típusokat találunk és összességében mindez még meg sem közelíti a remélt vagy a tényleges kínálatot. Némi utánajárással, telefonálgatással azonban kideríthető, hogy helyel-közzel már egy-egy különleges példány is megvásárolható.

Sajátos problémákkal is találkozhatunk. Nagyon gyakori, hogy egy hangsugárzó megtetszik valakinek csupán a küllem alapján, vagy akár valamely berendezés részeként meghallgatva. A típusba beleszerelmesedett rajongó azután minden követ megmozgat, hogy a megkívánt tárgyat beszerezze, netán erején felül is költekezve, s ezek után a végeredményt aránytalanul nagy elvárások előzik meg. Majd pedig hosszú

napok, hetek munkájával elkészül – a hangsugárzóhoz találomra, megérzés alapján kiválasztott dobozzal – a hangsugárzó, s ezt követik a meghallgatási próbák. A munkálatok során lelkes barátunk – anyagi és egyéb okokból – számos kompromisszumra kényszerül, az eredetileg talán professzionális kivitelhez képest ötletszerűen, többnyire kisebb, más típusú dobozt épít, más anyagokat használ fel és szinte semmilyen ellenőrzési, mérési lehetőség nem áll a rendelkezésére.

Gyakori, hogy a beszerzés előtt még az sem világos, hogy milyen célra is szánják, vásárolják a hangsugárzót, az elsődleges szempont kizárólag a tárgy megkívánása volt, netán egy kedvező alkalmi vétel lehetősége, míg a felhasználás módja, célja menet közben, a konstrukció kialakítása során alakul ki. Ez – az egyébként túlságosan is gyakori, jellemző – eljárás természetesen minden józan megfontolást nélkülöz és viszonylag ritkán kecsegtet kedvező eredménnyel.

Szintén nagyon gyakori, hogy ugyan meghatározott célra kívánunk hangsugárzót építeni és szemre, érzésre – és főleg a pénztárcánkhoz méretezve – ki is választottunk egy alkalmasnak tűnő hangsugárzópéldányt, -készletet, gyári kitet, a típusokról azonban szinte semmit sem tudunk, vagy ha rendelkezünk is néhány fontos paraméterrel, ezek alapján még nem lehetséges a konstrukció megbízható kialakítása. A „végy egy bögre lisztet, egy késhegynyi sót és két tojást” alapon tervezett

hangsugárzóról kiderülhet, hogy elfogadható lesz néhány tulajdonságában. Ez tényleg lehetséges; soha nem zárható ki a pozitív végeredmény lehetősége. Mindamellet nagyon sok, túl sok szerencsés véletlennek kell ahhoz összejárnia ahhoz, hogy a „mű” ne legyen alapvetően, durván elhibázott és hangzásával valamennyire is meg legyünk elégedve. Mi több, az egész konstrukció egy nagy zsákbamaczka is lehet: napokig dolgozunk anélkül, hogy szinte bármely előzetes elképzelésünk is lenne arról, mire számítsunk, milyen végeredményt kapunk, kaphatunk. Természetesen a munkát a lehető legalkalmasabb, legjobb konstrukció reményében indítjuk, nem ritkán hatalmas fejtörések után, csak hogy a tetemes munka árán remélt kiváló hangzásnak, mint célkitűzésnek és a szigorú tényeknek, a ténylegesen megépített hangsugárzónak vajmi kevés köze van egymáshoz.

Számos házi konstrukciójú hangsugárzó bemutatása, meghallgatása során kiderült, hogy a megépítést úgyszólván semmiféle műszaki tervezés nem előzte meg, és sajnos a hallható (vagy éppen nem hallható...) eredmény pedig ennek hiányát igazolta is. Igaz, hogy az elkészült példányok túlnyomó részt – optikailag – gyönyörű konstrukciók voltak, tetemes anyagi befektetés mellett megépítve, nem ritkán még a hangsugárzókészlet is az átlagosnál jobb volt, mindössze egy problémát lehetett érzékelni: a hangsugárzó hangzása volt az, amivel nagyon nem lehattunk elégedet-

**ÖN IS MEGVEHETI AZ EREDETIT ÉS NEM KÉNYSZERÜL OLCSÓ UTÁNZATOK VÁSÁRLÁSÁRA!**

**→ EREDETI! ←**

# VIDEOTON HANGSZÓRÓK

Teljes választékban, a legkedvezőbb áron, folyamatosan kaphatók!

**HANGSZÓRÓ 2000 Kft. Székesfehérvár, Zámoly köz 3.**

**Tel.: 06-22-329-954, fax: 06-22-337-072**

HANGSZÓRÓKERETEK • DÍSZRÁCSOK • REZGÉSCSILLAPÍTÓ HANGDOBOZBA • TÖMÍTŐANYAGOK HANGSZÓRÓ ALÁ • REFLEXCSÖVEK • MÁGNESEK • HANGSZÓRÓ-ALKATRÉSZEK • MEMBRÁN • PILLE • LENGŐCSÉVE • PORVÉDŐ • KIVETŐSZÁL • HANGSZÓRÓSZÉL (HAB, GUMI, TEXTIL, PAPIR) • HANGFALSÉLYEM • HANGVÁLTÓK • CSATLAKOZÓK • ELŐLAPTARTÓ • SUB-LÁDÁHOZ VÁLTÓK • TEKERCSEK

**POSTÁN UTÁNVÉTEL IS SZÁLLÍTUNK!**

tek. Nem az volt a probléma, hogy egy drágább hangszórókéssel jobban szól volna a „kütyü”, hanem a rendszer *önmagához képest* nem jól teljesített. Tudomásul kell vennünk, hogy amennyiben anyagi lehetőségeink egy adott minőségi és árszintre korlátozzák hangszóró-beszerzéseinket, ez az elérhető végeredményben is egyfajta módon tükröződni fog. Viszont ehhez semmi köze nincs annak, hogy az adott készletet egy teljesen alkalmatlan, egy nem jól illeszkedő, találmányra vagy sehogyan sem méretezett dobozba építettük, netán esetlegesen, megérzés szerint kialakított rendszerbe telepítettük, és az egész úgy, ahogy van, nem jó, a hangszórók önmagukhoz képest szólnak rosszul, és ez az, ami már nem pénzkérdés!

Amennyiben egy hálózati transzformátort készülünk tekercselni vagy tekercseltetni, vagy akár valamely egyszerű elektronikus áramkört építünk meg, természetesnek vesszük, hogy az alapvető tévedések elkerülése érdekében ahhoz néhány egyszerű számítást pl. a menetszámra, terhelhetőségre, ellenállásértékre, frekvenciára stb. kötelezően el kell végeznünk. Különös, hogy egy meglehetősen költséges hangszóró-konstrukció esetében ezt az esetek túlnyomó részében teljesen elhanyagoljuk és kizárólag a megérzéseinkre, pillanatnyi ötleteinkre hagyatkozunk. Noha egy elektronikus áramkörti tévedés (alkalmatlanság, működésképtelenség vagy a tűzijátékkal egybekötött zárlat...) ára többnyire nem haladja meg a néhány száz vagy esetleg a néhány ezer forintot, míg egy jó, de az adott célra teljesen alkalmatlan hangszóró-készlet beszerzési ára és egy alkalmatlan doboz elkészítése, elkészítése és így a tévedés mértéke költségesen könnyen akár ennek a százszorosa is lehet!

Alábbi írásunk közlésével azt a célt tűztük ki, hogy olvasóink a hangsugárzó építését ne kényszerüljenek öletszerűen végezni, hanem az ismertett különbözőféle segédletek útján, valamely előzetes tervezőmunka segítségével elkerülhessék a legalapvetőbb tévedéseket. A hangsugárzó építése során az elektroakusztikai tervezés a jó eredmény nélkülözhetetlen előfeltételét képezi, de nem szabad abba a tévedésbe esnünk, hogy minden olyan hangsugárzó, amelynek megépítését matematikai vagy számítástechnikai tervezés előzött meg, egyszersmind *automatikusan*

*kiváló minőségű* is lesz. Mindössze abban reménykedhetünk, hogy a konstrukció *nem lesz alapvetően hibás*.

A gyakorlati tervezés során szinte minden esetben a legfontosabb s legnehezebb feladat a mélysugárzó kialakítása, ugyanis a manapság tömegesen használt mélysugárzók kizárólag valamely sugárzásjavító kiegészítéssel (hangfal, doboz, tölcser) dolgoznak kielégítően. A közép- és/vagy magashangú egység általában olyan frekvenciatartományban üzemel, ahol maga a hangszóró a fizika törvényei, a használatos hullámhossz-tartomány folytán egyáltalán nem (vagy ritkán) igényel sugárzásjavító eszközt, valamely fajta speciális hangdobozt (hangfalat, tölcser).

Évtizedek óta a legnagyobb problémát a mélysugárzó tervezése, a sugárzásjavító eszköz kiválasztása és kivitelezése okozza. A tervezőprogramok is erre a területre koncentrálnak, így ne csodálkozzunk azon, ha a ezek (eltekintve a váltószűrő-tervező opcióktól) általában 10–20 Hz-től általában 100–200 Hz-ig, zömmel azonban 1 kHz-ig tartalmaznak diagramokat vagy számítási lehetőségeket. Vagyis a továbbiakban bemutatandó programok úgyszólván kizárólag normál mélysugárzók és szub-basszus egységek tervezésére alkalmasak, adatbázisaik pedig elsősorban mélysugárzó céljára alkalmas típusok adatait tartalmazzák, ezekből azonban esetenként akár 1–2 ezer félet is!

A tervezés – végezzük azt akár papír-ceruza módszerrel, akár PC-re írt program útján – csak az első tájékoztatósi pontot képezheti számunkra. A legtöbb esetben kiindulásképpen néhány alapvető geometriai adatunk és néhány villamos paraméterünk van (átmérő, mélység, impedancia, terhelhetőség, frekvenciatartomány) és jó esetben a Thiele-Schmall paraméterek állnak rendelkezésünkre. Nagyon szerencsésnek érezhetjük magunkat akkor, ha frekvencia- és iránykarakterisztikát is találunk az adott típushoz, noha ezekkel – számítási szempontból – jószerivel mit sem tudunk kezdeni a megismerésén kívül. Egészen különleges szerencse kell ahhoz, hogy katalógusokban böngészve valamiféle torzítási jelleggörbét is találjunk a kiválasztott típushoz, mert a cégek a ritkán közölnek ilyesféle adatokat. Különösen fontos lehetne számunkra a mélysugárzó maximális villamos terhelhetősége, kivézelhetősége (lökete) a frekvencia függvényében, amely adatok a legfon-

tosabbak közé tartoznának, ha rendelkezésre állnának. A probléma pedig valóság, az érdeklődés igen nagy, így nem teljesen véletlen, hogy néhány lelkes külföldi hangász barátunk egy-egy sikeres hangszórómérése részletes eredményeit időlegesen közkinccsé teszi az interneten.

A továbbiakban ismertetendő számítási eljárásokat, programokat kezeljük értékükön! Ne hanyagoljuk el a tervezés, a konstrukció kialakítása során a nem igazán bonyolult matematikai számításokat, hisz a legfontosabb eredményekhez akár egy közönséges, négy alapműveletes kalkulátorral is percek alatt hozzájuthatunk. A PC-s programok pedig jórészt igen látványosak, a kapott számszerű vagy grafikus eredmények, jelleggörbék még a DOS alapú programokban is meglepően jók és szemléletesek. Ugyanekkor ne becsljük túl ezeket, ne essünk abba a hibába, hogy a gépi segítséget túlértékelve, elhanyagoljuk a szemléleti tervezési lépéseket, a józan ész által diktált megoldásokat, valamint az irodalomból ismert, bevált ötleteket, gyakorlati tanácsokat. Törekedjünk az optimális egyensúly kialakítására, a mértékletességre, így kerülünk a legközelebb a reménybeli sikerhez. Legyünk a tudatában annak, hogy a lehető legszélesebb adatbázis birtokában is, a korrekt számítások elvégzése és valamennyi jótanács megfogadása után sem lehetünk százszázalékosan biztosak valamiféle garantált kiváló végeredményben. Ellenkező esetben viszont, a „hasraütés”, az „ahogy sikerül” típusú tervezés után szinte a csodával határos, ha végül is egy ilyen hangsugárzó minőségével elégedettek lehetünk. A programokban – grafikus vagy számszerű formában, mérések nélkül is – megismerhetők, szimulált eredmények pedig arról is meggyőzhetnek bennünket, hogy egy kis méretű hangszóróval, aprócska dobozzal nem várhatunk koncerthangzást, de ha ügyesek vagyunk, valamiféle elfogadható eredményt azért elérhetünk.

Végül is a szerző véleménye szerint valamennyi segédeszköz, program használata egy dologban segít minket: abban, hogy a hangsugárzó *ne legyen alapvetően rossz*. Arra viszont, hogy *egyértelműen jó legyen* egy körültekintően megtervezett és gondosan megépített szerkezet, *senkinek semmilyen garanciát nem ad egyetlen ismert eljárás sem*. Voltaképp erről szól a hang-



szóróépítés és a HIFI, ezért van valamennyi kísérletnek létjogosultsága.

Az egyik programhoz a szerző által mellékelte ironikus megjegyzésben olyasfélélt olvashatunk, hogy akár ezer évet is eltölthetünk – úgyszólván feleslegesen – számítási, tervezési eljárásokkal, megépítéssel, az ideális hangszugárzót kutatva, mert egyszer csak jön valaki egy újabb, egyszerű ötlettel, amitől az ő hangszugárzója tényleg jobban szól, mint az általunk ezer évig bütykölt típus.

A papír-ceruza (-kalkulátor) szintű tervezési módszer kissé lassú és egyáltalán nem szemléletes. Ha programozható kalkulátorunk van, akkor az egyszerűbb összefüggéseket bevihetjük a gépbe és így a rendre megismételt számítások, próbálkozások gyorsabbak lesznek. Sajnos, a diszkrét számértékek nem mindig igazítanak útbá a frekvenciatengely mentén, illetve egy-egy frekvenciadiagram ismételt kiszámítása túl sok manuális munkát igényelne. Már sokkal tanulságosabb egy tervezőprogram használata, akár DOS szinten is, ahol pillanatok alatt hozzáférhetünk a számított frekvenciamenetet tartalmazó táblázathoz vagy vázlatos görbéhez.

A jobb méretezőprogramokban található kisebb-nagyobb adatbázisok (néhány DOS és Windows alapú programban elképesztően sok hangszóró adatai is megtalálhatók!) vagy az általunk ezekbe bevitt alapvető hangszóróparaméterek egyrészt lehetőséget nyújtanak ahhoz, hogy még a vásárlás előtt valamelyes előzetes elképzelésünk legyen az adott eszközzel elérhető hozzávetőleges eredménnyre és várakozásaink ne legyenek túlzóak. Ugyanakkor az is jól érzékelhető a programok használata során, hogy milyen könnyű is egy kisebb méretezési hibát elkövetni – a tervezés helyetti ötletszerű megépítés során. – ahhoz, hogy az egész rendszer teljesen csapnivaló vagy például behangolhatatlan, valamely frekvencián garantáltan és durván rezonáns legyen.

Ne feledjük, hogy a papír-ceruza módszerű, vagy különösen a PC-s programok útján végzett számítások segítségével a tervezési munkáknak csak egy részén jutottunk túl, míg a konstrukció zömének kialakítása változatlanul ránk hárul. A könnyebbség abban rejlik, hogy már a papírmunka útján is képet alkothatunk a doboz célszerű méreteiről, míg a programok segít-

ségével hozzávetőlegesen a hangszóró fizikai alkalmasságáról és az akusztikailag elérhető eredményről is, pl. frekvenciakarakteristikákról, fázis- és impedanciamenetekről stb. Egyes programokban még a legnagyobb villamos kivezérelhetőség adatait is megtaláljuk, amely adatok akár meghökkentőek és kiábrándítóak is lehetnek számunkra, kisméretűen ugyanis a nagyteljesítményű típusok kifejezetten gyengélkednek, esetenként csupán a névleges teljesítményük töredékével terhelhetőek. Noha a jelenség csak a kellően nem tájékozott embert lepi meg, mégis célszerű a konkrét adatokat ismerni, mert az egyes típusok között lényeges különbségek vannak: az egyik gyatrábban viselkedik, mint a másik...

Miután a beépített vagy az általunk bevitt hangszóróadatok névleges vagy idealizált (átlagos) értékek, számos egyszerűsítéssel, a kapott tájékoztató eredményeket is ennek tükrében kell elfogadnunk. Egy biztos: az adatok variálásával nagyon gyorsan, a képernyőn megszemlélve szinte másodpercek alatt belátható, hogy milyen könnyen követhetünk el nagyon durva hibákat a megépítés során, viszont egy látszólag jelentéktelennek tűnő módosítással milyen könnyen kerülünk az áhított cél közelébe. Az is kiderülhet, hogy az általunk előzetesen kiválasztott konstrukció valamely okból teljeséggel alkalmatlan, kivitelezhetetlen, így elképzeléseinket a vizsgálatok tükrében felül kell bírálnunk és pl. más hangszórótípust, egyszerűbb vagy döntően más felépítésű, méretű dobozt kell választanunk.

Vegyük azt is figyelembe, hogy a programokat a hangtechnika szerelmesei, elfogult HIFI-rajongók írták. Ebből az is következik, hogy amit pl. az egyik programozó hangsúlyosan fontosnak talált, a másik vagy nem tartotta igazán fontosnak, vagy egyszerűen – ahogy volt – elhanyagolta. Amíg az egyik tervezőprogramban a számítások során a dobozba épített csillapítóanyag tömegével, elemi szálainak vastagságával is külön foglalkoznunk kell(ene), addig egy másik program egyáltalán ki sem tér a csillapítóanyag létezésére, viszont lényegesnek tart egy másik olyan – szintén fontos vagy annak tűnő – minőségbefolyásoló jellemzőt, amit viszont az előbbi program lazán elhanyagol. Ez is arra utal, hogy a hangtechnika meglehetősen szubjektív tudomány, és így történhet meg az,

hogy egymásnak ellentmondó ötleteket, megoldásokat szabadalmaztatni, felhasználásuk révén pedig méregdrága termékeket gyártani és árusítani lehet. Aztán a kedves felhasználó minősíthet, vitatkozhat, vég nélkül – a pénzéért.

Mindezekon felül vegyük figyelembe azt is, hogy akár a papír-ceruza módszert, akár a PC-s tervezési módszert választjuk, eredményképpen csak valamely idealizált hangszóró által nyújtott eredményt kaphatunk. A programokba beépített vagy általunk bevitt adatok csak a legfontosabb jellemzőket tartalmazzák, de semmit nem mondanak a hangszórók általános minőségéről, tényleges frekvenciamenetéről, torzításáról. Nem túl nehéz a villamos adatok összevetésével néhány teljesen hasonló, netán közel azonos hangszórót találni, de különböző gyártóktól. A villamos adatok egyezősége azonban egyáltalán nem jelenti azt, hogy ezek a hangszórók a valóságban is, meghallgatva is ilyen mértékben (vagy egyáltalán!) hasonlíthatnak egymásra. Így tehát tekintsük a kapott eredményeket a megépítés során csupán első, de fontos fogódzónak.

## Előzetes megfontolások

A tervezéshez mindennek előtt tudnunk kell, hogy milyen célra építjük meg a hangszugárzót, továbbá hol fogjuk azt használni és milyen típusú zenét kívánunk a segítségével hallgatni. A papír-ceruza módszerrel végzett tervezés során is többé-kevésbé lehetőség van ezen körülmények figyelembe vételére, de a PC-s programok esetén úgyszólván kötelező megadnunk a szóban forgó adatokat. A különféle programok különféle belső algoritmusokkal végzik a számításokat és állítanak elő számszerű és/vagy grafikus eredményeket, de a számítások során a megadott és a hangszórókra egyedileg jellemző számértékek mellett különféle belső csoportosításokat, konstansokat és közlítéseket is használnak. Ezen számszerűsíthető paramétereket azonban – gyakorlati megfontolásokat figyelembe véve – az elvi képletbe történő behelyettesítés során valamely szűkebb értéktartományból lehet kiválasztani. A tervezés kezdetén ezen az aktuális értékek megadása közvetett módon, azáltal jön létre, hogy kijelöljük pl. a felhasználás módját, célját stb. Ezáltal viszont pl. a megengedett frek-

venciemenet-hullámosság mértékét, más helyen a hangszóró vagy a kész rendszer jóságát, csillapítását állítjuk be, változtatjuk meg csekély mértékben és a számításokat a továbbiakban ennek megfelelően korrigált algoritmus szerint végzi a program.

Adott esetben ki is próbálható a programban, hogy a felhasználási célokat váltogatva, az milyen hatást gyakorol a végeredményre, sőt, ez nagyon tanulságos is lehet számunkra. Szemléleti úton is belátható, hogy egyik tulajdonság egy adott felhasználásban megelőzheti egy másik tulajdonság fontosságát. A legtöbb program széles alkalmazási környezetre engedi meg a tervezés lefuttatását, például az autó-HIFI-től (kabrio, illetve szedán karosszériára, netán konkrét autótípusra lebontva, pl. Opel Kadett, Mazda 323 stb.) a lakószobáig, a rocktól a szimfonikus zenéig számos fokozatban. Némely megadandó paraméter az első pillanatban biztosan mosolyt fakaszthat, de ha arra gondolunk, hogy egy adott autótípusban csak egy meghatározott méretű, alakú doboz helyezhető el, továbbá az adott karosszéria méretei és a lesugározható legmélyebb hangok között elemi összefüggés van – máris van valamelyes értelme a típusválasztásnak.

Ugyanekkor az is látható, hogy az igénytelenebb vagy eleve zajosabb környezetben a nagyobb megkívánt hangerő érdekében – kisebb dobozméretek mellett – kisebb csillapítást, rezonánsabb viselkedést engedhet meg egy program, míg fokozott minőségi igények esetén kisebb átlagos hatásfokot, szélesebb és lineárisabb frekvenciamenetet és egyúttal valamivel nagyobb dobozméreteket kaphatunk eredményül. Már a kézi számítások esetén is kiderülhet, hogy a felvett paraméterek mellett nincs reálisan megépíthető hangszóró, mert valamelyik kapott adat nem illeszkedik az elképzelésünkhöz, vagy láthatóan hibás, fiktív értéket (pl. valamely méretre negatív számot) kapunk eredményül, a hangszóró nem fér bele a dobozba, a reflexcső hosszabb, mint a doboz oldaltávolsága stb.

### Thiele-Schmall paraméterek

A tervezés során nem nélkülözhetjük a Thiele-Schmall paraméterek és egyéb fontos hangszóró-jellemzők (1. táblázat) meglehetősen egységes jelölésé-

1. táblázat

Thiele-Schmall paraméterek és egyéb hangszórójellemzők	
$F_s$ [Hz]	a hangszóró nyíltéri rezonanciafrekvenciája (free air resonance of the speaker)
$F_3$ [Hz]	a hangszóró nyíltéri alsó határfrekvenciája
$F_b$ [Hz]	a beépített hangszóró rezonanciafrekvenciája
$V_b$ [m <sup>3</sup> ]	a hangdoboz nettó térfogata (1 cu ft = 28,31 liter)
$V_{as}$ [m <sup>3</sup> ]	a membrán (-szél, -felfüggesztés, suspension) akusztikai rugóállandójának megfelelő levegőtér fogat (volume of air equivalent to the speakers acoustic compliance; equivalent volume)
$V_{ab}$ [m <sup>3</sup> ]	a hangdoboz térfogatának megfelelő akusztikus rugóállandó
$Q_{ms}$	a hangszóró mechanikai jósági tényezője (mechanical Q-value)
$Q_{es}$	a hangszóró villamos jósági tényezője (electrical Q-value)
$Q_{ts}$	a hangszóró teljes jósági tényezője be nem épített állapotban, a nyíltéri rezonanciafrekvencián, és noha a $Q_{es}$ és $Q_{ms}$ értékből számítható is, célszerűen a gyártó által javasolt értékhez közel álló adattal kell figyelembe vennünk! (total Q-value)
$Q_{tc}$	a hangszóró teljes jósági tényezője, zérus meghajtóimpedanciát feltételezve
$C_{ms}$ [m/N]	a membránszél mechanikai hajlékonysága (the mechanical compliance of the suspension)
$C_{as}$ [m <sup>5</sup> /N]	a membránszél akusztikai hajlékonysága (the acoustical compliance of the suspension)
$A, S_d$ [cm <sup>2</sup> ]	a membrán hasznos felülete (cone area)
$X_{max}$ [m]	villamos vezérlés hatására elérhető maximális lineáris membránkitérés csúcstól csúcsig (nem azonos pl. a kézzel mozgatott membrán lehetséges kitérésével!) (maximum linear excursion, peak to peak value)
SPL [dB]	hangnyomásszint 1 W bemeneti teljesítménynél, 1 m tengelyirányú távolságban mérve
$P_d$ [W]	maximális átlagos terhelhetőség (nem azonos a csúcsterhelhetőséggel)
$P_{max}$ [W]	maximális, hőmérsékletkorlátozott terhelhetőség (the maximum, thermal limited input power)
$R_e$ [Ω]	a lengőcséve egyenáramú ellenállása (voice coil resistance)
$L_e$ [mH]	a lengőtekerccs induktivitása (voice coil inductance)
Diam, dia [m]	effektív membránátmérő; a gyakorlatban a közvetkező értékkel számoljunk: a membrán átmérője + a membránszél fele
Port	reflexnyílás, hangolónyílás (reflexcső, hangolócső)
$P_d$ [m]	a reflexcső átmérője
$P_l$ [m]	a reflexcső hossza
$A_t$ [m <sup>2</sup> ]	a reflexnyílás felülete
Port air speed [m/s]	légsebesség a hangolócsőben
M	Mach-szám; valamely közegben (pl. a levegőben) az áramlási sebesség és a hangsebesség (334 m/s) hányadosa; ha a kettő megegyezik, akkor M = 1
$M_{md}$ [g]	a mozgó tömeg a mozgatott levegő tömege nélkül (moving mass excluding surrounding air)
$M_{ms}$ [g]	a mozgó tömeg a mozgatott levegő tömegével együtt (moving mass including surrounding air)
$R_{ms}$ [Ns/m]	a felfüggesztés veszteségi ellenállása (the loss resistance of suspension)

nek ismeretét, a jelölésekhez tartozó fizikai tartalmat és – nem utolsó sorban – ezen adatokat magukat. Miután a legtöbb program vagy már eredetileg is angol nyelvű, vagy valamely – kevesek által beszélt (pl. svéd, finn, holland stb.) – eredeti verzió mellett van angol nyelvi mutációja is, a paramétereiket az angolszász jelölésekkel aduk meg. Ezen paraméterek egységes elterjedtségére jellemző, hogy a kissé öntörvénnyű német katalógusok (és programok) zömében is ezeket a jelöléseket találjuk.

Ne lepődjünk meg, ha a hazai szakirodalomhoz képest eltérésekkel, szabálytalannak tűnőkkel is találkozunk a programokban. Gyakori, hogy az indexben levő kisbetűk helyett azok nagybetűs változatát találjuk, vagy pl. az eredetileg indexben levő karakterek technikai okokból nincsenek indexben, továbbá az is előfordul, hogy a második vagy harmadik stb. hatvány jelölése szokatlan:  $\wedge 2$  illetve  $\wedge 3$ . Hatványkitevő jelöléseknél az sem ritka, hogy valamely szám mögött az E-02 vagy e-03 stb. típusú jelöléssel is találkozunk, ez sajátos módon az 0,01 illetve az 0,001 stb. értéket jelenti (és még véletlenül sem az  $e = 2,718$  számról, vagyis a természetes logaritmus alapjáról van szó). Ügyeljünk arra, hogy az érték-megadásoknál négyzet-, köbhüvelyk és négyzet-, köbláb adatok (pl. cu in, cu ft) is szerepelhetnek, az értékeket szükség esetén számoljuk át! 1 inch = 2,54 cm, 1 foot = 12 inch = 0,3048 m. Az idegen jelölésekkel találkozáva próbáljuk meg a szokatlan betűkombinációt – ha másképp nem megy – a számérték alapján azonosítani, megfejteni. Igen sok programot átfésülve, összegyűjtöttük a leggyakrabban előforduló jelöléseket, és ha szükségesnek mutatkozott, egyedileg felderítettük egy-egy ritkábban előforduló kifejezés, betűkombináció jelentését.

A számítások során a legtöbb programban létrehozhatunk saját hangszóró-adatbázist, vagy a helyi adatbázist bővíthetjük saját típusainkkal.

Amennyiben segédeszközeink legfeljebb a négy alapművelet elvégzésére alkalmas zsebalkulátor használatára korlátozódnak, számításainkat a tervezés folyamata, az ideális megoldás keresése során minden bizonnyal igen sokszor meg kell ismételniük.

Az számításokkal ellenőrizhetően tervezhető dobozfelések választéka nem túl bőséges. A gond abból adódik,

hogy a sugárzásjavító szerkezetek egy része önmagában túl nagy építési méreteket eredményezne, így a napi gyakorlatban a konstrukció lényeges átalakítására kényszerülünk. Amíg egy zárt vagy egy bassfrelex doboz tervezése viszonylag jól kézben tartható, addig a nagy hosszméretek miatt a TL-doboz vagy valamennyi tölcserít típus esetén azt összehajtogatni kényszerülünk. Itt több probléma is fellép. Egyrészt az összehajtogatott forma semmiképpen sem uniformizálható, így közvetlen tervezésére, javasolt sablon megadására nincs mód, a konkrét dobozt a rész-megoldásokkal együtt egyedileg nekünk kell kitalálnunk. Másrészt éppen az egyedi megoldások miatt a végső eredmény sem jósolható meg, hiszen az összehajtogatás során az eredetileg tervezett, figyelembe vett működésmód egészen biztosan megváltozik, de ennek mértéke és hatása a végeredményre ismeretlen tényező.

A következőkben a leggyakrabban használt doboz-alaptípusok: a zárt doboz, a reflexdoboz, a TL-doboz, a kompound doboz és a tölcserfélék lehetséges tervezési szempontjait és számítási módozatait, lehetőségeit ismertetjük.

## Zárt doboz

Angol nyelvű elnevezései: Closed Box, Sealed Box.

A szabadon álló hangszóró membránja elülső ill. hátsó oldala által keltett hangrezgések – hullámhosszfüggően, elsősorban a mélyebb hangok tartományában – sugárzásjavító segédeszköz nélkül a hangszóró pereme mentén rövidrezáródnak, így az eszköz önmagában kisfrekvenciás átvitelre alkalmatlan. Amennyiben a hangszóró elülső ill. hátsó sugárzási térfelét egy fallal szétválasztjuk, az akusztikus rövidzár nem jön létre, a hangszóró mélyhangok sugárzására is alkalmas lesz. Ennek a gyakorlatban ismételt legegyszerűbb megoldása a hangfal, amely egy kellően nagy méretű felület lehet, pl. fal vagy deszkalap. Elfogadható hangminőséget, mélyátvitelt komoly méretű, sok négyzetméteres felülettel kaphatunk, így használata nem terjedt el.

Amennyiben a hangszórót egy zárt doboz oldalfalába építjük be, több szempontból is kielégítő megoldást kapunk, azonban egyszerre lépnek fel kedvező és a kedvezőtlen hatások. Kedvező, hogy – meghatározott feltételek mellett – viszonylag kis méretű,

esetleg már néhány literes dobozzal is elfogadható mélyhang-átvitelt érhetünk el. Kedvezőtlen, hogy a hangszóró konstrukciója és a doboz méretei között szoros összefüggés lehet, így nem bánhatunk szabadon a doboz méreteivel és a doboz akusztikai tulajdonságaival sem. Szintén kedvezőtlen, hogy a doboz belsejében rezonanciajelenségek keletkezhetnek, állóhullámok alakulhatnak ki, eltorzítva a frekvencia- és fázismentet, valamint az impulzusátvitelt. Alkalmos méretezési eljárással elérhető, hogy dobozba zárt levegő akusztikailag kedvezően befolyásolja az adott hangszóró jellemzőit, amelyet tovább lehet javítani valamely, az akusztikában bevált rezgéscsillapító anyag (pl. vatta, akusztikai műanyaghab, kőzetgyapot) beépítésével.

A gyakorlatban egy taláalomra kiválasztott hangszórót egy taláalomra kiválasztott méretű zárt dobozba építve, bizonytalan, nagyon változatos eredményt kaphatunk. Gyakori ugyanis, hogy a hangszórógyárak egy-egy alaptípus kidolgozásánál végtermékként nem csupán egyetlen, hanem egy kisebb sorozat hangszórót kínálnak. Amellett, hogy általában eltérés van a felkínált hangszórók lengőcsévéjének impedanciája között (pl. 4, 6, 8, 12, 16  $\Omega$ ), különbség lehet az alkalmazott mágnes erősségében, a membránperem és a lengőfelfüggesztés engedékenységében, a kónusz anyagában és még néhány egyéb, számunkra lényeges tényezőben. A különféle változatok az elektroakusztikai paraméterekben nagyon jól érzékelhetők, noha esetleg a hangszórók között szemre nincs is szóba jöhető különbség.

Amennyiben rendelkezésünkre állnak a katalógusadatok, azokból rögtön tájékozódhatunk a felhasználhatóságot illetően. Számunkra az első legfontosabb jellemző az, hogy tartalmaz-e a katalóguslap ajánlást a hangszóró beépíthetőségére. Amennyiben a gyártó valamely típusának membrán/pille-felfüggesztését kifejezetten lágyra tervezte, a hangszóró meghibásodás veszélye nélkül *kizárólag kiegészítő akusztikai felfüggesztéssel együtt* használható. Ez azt jelenti, hogy a felhasználónak kell gondoskodnia a hangszóróba be nem épített, de a helyes működéshez szükséges további rugóerőről, ennek pedig a gyakorlatban egyetlen módja az előírtnál *nem nagyobb* méretű, akusztikailag zárt (légtömör felépítésű) dobozba történő beépítés. A gyártó szándéka

szerint tehát a tömített dobozba zárt légtömeg rugalmassága fogja pótolni a be nem épített rugóerőt. Minél kisebb a doboz a hangszórhoz képest, annál keményebb ez az akusztiai rugóerő és ellenkezőleg, az igen nagy dobozok légtömege nagyon csekély rugóerőt képvisel. Nem a doboz tényleges liter-térfogata a mértékadó számunkra, hanem annak a hangszórhoz viszonyított nagysága. Ugyanaz a doboz (1. ábra) lehet a) relatíve kicsi, b) relatíve nagy.

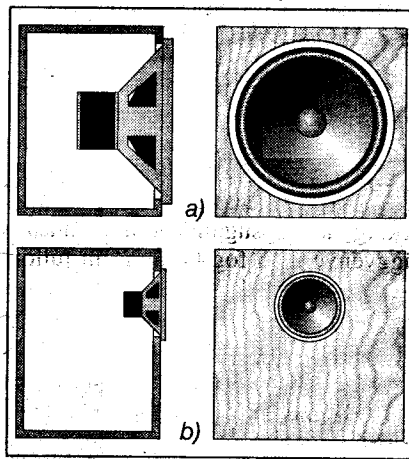
A katalógusban megadott, betervezett rugóerő-hiány pótlásáról nekünk kell gondoskodnunk. Az adott hangszórral akkor érhetjük el a legjobb eredményt, ha éppen akkora rugóerőt pótolunk, mint amekkorának a hiányával a tervezők számoltak. Mivel egy meghatározott rugóerőt egy meghatározott méretű, légtömegű, zárt doboz képvisel, ezt az ajánlott – optimális nagyságú – dobozméretet a katalógusok közlik is.

Ha ilyen, lágy felfüggesztésű, légrugózású hangszórót sikerül beszerezünk, tervezési lehetőségeink erősen korlátozóztak, gyakorlatilag a javasolt méretű dobozt kell megépítenünk. Ha nagyobb dobozba építjük be a szóban forgó hangszórót, annak rugalmas, lineáris visszatérítést adó rugóereje főleg a nagyobb mélyamplitúdóknál nem lesz elegendő. A hangszóró hamarosan, esetleg már az első hangosabb megszólaltatásnál tönkremegy, azonban a kellő csillapítottság hiánya folytán már kis hangerőnél is komoly problémák vannak a hangminőséggel.

A jelenség egy alkalmas doboznál akkor is előáll, amikor a lágy membránszél idővel kifárad, kitörik/kilyukad. Ekkor megszűnik a zárt doboz által képviselt rugalmas visszatérítőerő, amelyet – ha másról nem – a hangszóró kerregő, zörgő mélyhangjairól vehetünk észre.

Ha a javasoltnál kisebb dobozt használunk, semmi baj nem történik, csupán nem leszünk képesek a hangszóroban rejlő jó képességeket (pl. kislekvenciacsú átvitel) kiaknázni.

A lágyfelfüggesztésű, légrugózású hangszórók egyetlen biztonságos alkalmazási lehetősége az a konstrukció, ahol a hangszóró valamely zárt üregre csatlakozik. Ez lehet pl. valamely egyszerű, zárt doboz, azonban felépítése lehet bonyolultabb, összetett is, de csakis olyan, amelynek fontos alkotórésze a hangszórhoz csatlakozó, meg-



1. ábra

határozott nagyságú – katalógusban előírt vagy annál kisebb méretű – zárt üreg.

Amennyiben a hangszóró önmagában is megáll, vagyis kiegészítő rugóerő-igénye nincs, felhasználhatósági körre nem korlátozott. Hogyan vagyunk képesek a két alaptípus megkülönböztetésére? Első rátekintésre manapság már nagyon nehezen. Mivel elsősorban a mélyhangok tartományának lesugárzására (is) alkalmas típusokról van szó, a membrán óvatos kézi megmozgatása adhat némi támpontot, de nem eleget. Korábban egyszerűbb volt eldönteni: ha a membránszél lágy gumi- vagy műanyaghurka volt és a kónusz szinte lötyögött a helyén, bátran állíthattuk, hogy légfelfüggesztésű típusal van dolgunk, míg a hullámos papír membránszélű, meglehetősen keménynek tűnő rugózású hangszóróról tudhattuk, hogy felépítése hagyományos és természetesen célra használható. Manapság viszont már olyan sokféle technikai megoldás terjedt el, hogy a látszat alapján egyáltalán nem lehetünk biztosak a dolgunkban. Tekintettel arra, hogy számításokat katalógusadatok nélkül amúgy sem tudunk végezni, lehetőleg ne foglalkozzunk ismeretlen/névtelen, bizonytalan eredetű és képességű hangszórókkal.

Mértékadó lehet számunkra, ha összevetjük, hogyan aránylik egymáshoz a hangszóró nyílttéri rezonanciafrekvenciája ( $F_s$ ) a hangszóró villamos jóság tényezőjéhez ( $Q_{es}$ ). Az így kapható minősítő számérték az EBP (Efficiency Bandwidth Product, hatásos sávzélesség-produkt), amely az adatbázis (gyártmánykatalógus) paramétereiből számítható:  $F_s/Q_{es} = EBP$ .

Értékét azért célszerű ismernünk, mert esetleges további meddő munkától kímélhetjük meg magunkat azáltal, hogy nem választunk alkalmatlan hangszórót vagy dobozt a kívánt feladat számára. Noha az EBP csupán egy viszonyszám, de a hangszórókat két nagy csoportba sorolja, így azt a legcélszerűbb hangszórgázó konstrukciót jelzi számunkra, amelyre a gyártó az adott hangszórót eredetileg tervezte, szánta.

Általánosságban elmondható, hogy amennyiben az EBP számértéke 55 vagy annál kisebb (= alacsony rezonanciafrekvenciájú, jelentős villamos Q-val, csekély sajátcsillapítással, gyenge mágnessel rendelkező típusok), az adott hangszórót a legeredményesebben vagy másodfokú, méretezett zárt dobozban, vagy pedig negyedfokú „sávszűrős”, csatolt üreges (kompaund), hangolt dobozban alkalmazhatjuk, amelynek lényeges részét képezi egy zárt üreg.

Amennyiben a számérték 56 vagy annál nagyobb (magasabb rezonanciafrekvenciájú, erősen csillapított, erős mágnesű típusok), a hangszórót negyedfokú hangolt (bassreflex) dobozban vagy hatodfokú (csatolt üreges, kompaund) hangolt dobozban történő alkalmazására fejlesztették ki. Noha az említett szabály figyelembe vétele nem feltétlenül kötelező, de megóvhat minket attól, hogy alkalmatlan típusú/felépítésű és szinte behangolhatatlan dobozzal felesleges időt fecséreljünk el, számottevő, elfogadható eredmény nélkül. Katalógusok böngészése során felfedezhetjük, hogy egy-egy hangszóró alaptípus akár 3–4 különféle EPB értékű változatával is szerepelhet és nem mindegy, milyen célra és melyiket vásároljuk meg! Legfeltűnőbb, jellemző adat lehet számunkra a beépített mágneskör térerősségének különbözősége.

Amennyiben hangszórónkat egy zárt dobozban helyezük el, a doboz és a hangszóró jellemzőinek kölcsönhatásából eredően kapunk számunkra vagy elfogadható vagy nem kielégítő hangzást. Amennyiben a rendszer jóság tényezőjét, a  $Q_{tc}$  értékét változtatjuk, különféle hangzást kapunk eredményül.

● Ha a rendszer jóság tényezőjét  $Q_{tc} = 1$ -re választjuk, a szóba jöhető legkisebb méretű dobozt alkalmazhatjuk, azzal a hátránnyal, hogy a frekvenciamenetben a sávhatáron kisebb-nagyobb kiemelést kapunk és a 3 dB-es sávzélesség valamivel kisebb (vagyis az alsó határfrekvencia kissé maga-

sabb) lesz az elérhető lehetségesnél. A gyakorlatban ez az ún. könyvespolc-hangsugárzók esete. Nagyobb jóságú tényezőre pedig már nem érdemes zárt dobozt terveznünk az erőteljes rezonanciajelenség/kiemelés, a rossz impulzusátvitel és a túl magas értékűre adódó alsó határfrekvencia miatt, noha olcsó kereskedelmi típusoknál ez gyakori és hamis mélyhangfokozó megoldás.

● Ha a  $Q_{tc} = 0,707$  értéket választjuk, a hangszóró viselkedése hasonlatos lesz a másodfokú Butterworth-szűrőéhez, s így annak tulajdonságaiival megegyezően, az átviteli sávban kedvező, maximális laposságú frekvenciamenettel, kedvezően alacsony alsó határfrekvenciával, de e lehetségesnél valamivel kevésbé hű impulzusátvitellel fog rendelkezni. A megépítés során azonban az előbbi esethez képest már legalább háromszoros térfogatú dobozzal kell számot vetnünk! Az így kiadódó térfogatok azonban lakószobában még nagyon jól kezelhetők, így ez a típus tervezési munkánk gerincét képezheti.

● Ha a  $Q_{tc} = 0,577$  értéket választjuk, a hangszóró viselkedése hasonló lesz a Bessel-szűrőéhez, az előbbinél valamivel nagyobb frekvenciamenet-ingadozásokkal, viszont maximális laposságú csoportfutási-idő ingadozással, így igen jó tranziens-tulajdonságokkal. Viszont már hatalmas a növekmény a dobozméretben, mert a  $Q_{tc} = 1$  kiindulási alapesethez képest akár 70–80-szoros térfogatértékkel, több száz literes dobozokkal számolha-

tunk! Ekkora monstrok építésére csak azok vállalkozzanak, akik elegendő hellyel és/vagy toleráns környezeti feltételekkel rendelkeznek, különös tekintettel a családtagokra.

● Ha a  $Q_{tc} = 0,5$  értéket választjuk, az megfelel a kritikus csillapítás esetének, így a hangszóró átviteli választásfüggvénye nem fog tartalmazni túllövést. Ez a megoldás eredményezi a legnagyobb dobozméretet. Az így kiadódó, a legelső változathoz képest akár 4–5 ezerszeres térfogatméret azonban a gyakorlatban többnyire már nem kezelhető.

A gyakorlatban szélső értéként legfeljebb  $Q_{tc} = 0,5 \dots 2$  értékeket alkalmaznak. A 2. ábrán egy szimulált mérésorozat eredményei láthatók. Kiválasztottuk a KEF cég B139 típusú, 100 wattos, 25 Hz-es nyílttéri rezonanciájú hangszóróját és megvizsgáltuk a viselkedését különféle zárt dobozba telepítve. Nagyon tanulságos, hogy csupán a változó dobozméretet egy ilyen egyszerű esetben is milyen jelentős mértékben befolyásolják a hangszóró minőségét.

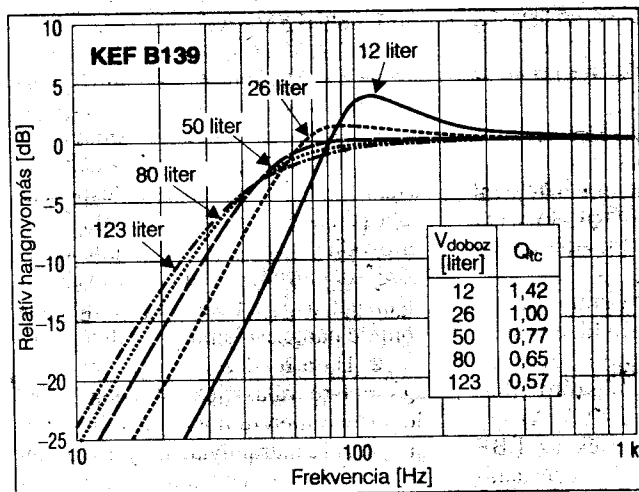
Amellett, hogy a túl kis méretű doboz alsó határfrekvenciája meglehetősen magasra adódik, továbbá frekvenciamenete jelentős kiemelést is tartalmaz, a túl nagy doboz sem tűnik egyértelműen kedvezőnek. Azt is mondhatjuk, hogy a túl nagy – és rendszerint kényelmetlen – doboz alkalmazását semmi nem indokolja, semmi nem támogatja. A korábban elmondottak értelmében a kb.  $Q_{tc} = 0,7$  jóságú értéket eredményező, közepes méretű doboz

több szempontból is eléggé kedvező választásnak bizonyult.

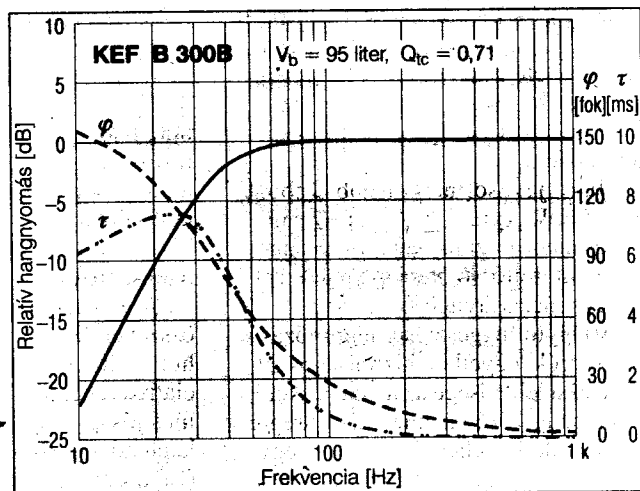
Vizsgálataink összhangban vannak azzal a mindennapos tapasztalattal, hogy egy kis hangszóró egy számára nagy dobozban teljesen más módon viselkedik, mint egy nagy hangszóró egy számára viszonylag kis dobozban. A különbség akkor rendkívül feltűnő, ha vagy a doboz mérete azonos és hangszórót cserélünk, vagy ugyanazt a hangszórót építjük át az egy kis dobozból egy nagyobbba. Természetesen a  $Q_{tc}$  jelentős megváltozása az, ami hatással van a hangminőségre. A dobozméret tervezésénél gondoljunk arra is, hogy a  $Q_{tc}$  értékétől végül a hangzás minőségét jelentősen befolyásoló impulzusátvitel is függ.

A 2. ábrán még a zárt doboz azon tulajdonsága is tanulmányozható, hogy átvitele a  $-3$  dB-es alsó határfrekvencia alatt – dobozfüggetlenül –  $12$  dB/oktáv meredekséggel csökken (másodfokú jelleg). Ugyanekkor egy már adott esetben, pl. a szakkereskedelemben manapság több méretben is kinnál, kész zárt doboz megvásárlása után a kisfrekvenciás átvitel javítása – első lépésként – csak hangszórócserevel lehetséges. A javításra ugyan további lehetőségek is vannak, de ez vagy jelentős költségekkel (izobarikus beépítési mód), vagy a doboz lényeges átalakításával jár (pl. bassreflex mód).

Az optimális méretű dobozban is érhetnek minket kellemetlen meglepetések (3. ábra), különösen többutas hangszórórendszerek építésekor. Akár a szub-basszus-mélyhangszóró, akár a



2. ábra. Minden hangszóró számára létezik optimális méretű zárt doboz



3. ábra. Egy zárt dobozba épített hangszóró amplitúdó-, fázis- és futásiidő-diagramja

mélysugárzó–középsugáró viszonylatában vizsgáljuk, kellemetlen fázistolásra megjelenésére kell számítanunk a két egység között. Amennyiben a  $Q_{ts}$ -re szélsőséges értéket választunk, várhatóan a fázistolás fokozott problémát fog okozni a jelzett két viszonylatban és megnehezíti pl. a váltószűrő fázishelyes bekötését (nem lesz helyes bekötés). A jelentősebb gond a szub-baszuszus–mélysugárzó viszonylatban lép fel. Éppen ezért a legtöbb gyári szub-baszuszus dobozt ellátják fázishelyzet-szabályozóval, hogy ezáltal a rendszerek egymáshoz hangolhatók legyenek.

A zárt doboz kellemetlen tulajdonsága a dobozfallak adta határoló felületek között kialakuló, többszörös állóhullám-csomagok jelenléte. Ezek zavaró hatásának valamelyes csökkentése, minimalizálása az oldalélek meghatározott arányok között tartásával lehetséges. A gyakorlatban bevált a  $0,62 : 1,0 : 1,62$  vagy a  $0,8 : 1,0 : 1,25$  oldalél-arány. Ilyen esetben is számítanunk kell állóhullámokra, csupán kisebb mértékben, mint egyéb arányoknál.

Összefoglalóan azt mondhatjuk, hogy a zárt doboz tervezése, méretezése valamennyi dobozféleség között a legegyszerűbb. Kedvező, hogy az alsó határfrekvencia alatt is kielégítően csillapítja a hangszórót, ami fontos annak épsége szempontjából. Hátránya, hogy kisfrekvenciás átvitele és határfoka nem a legjobb.

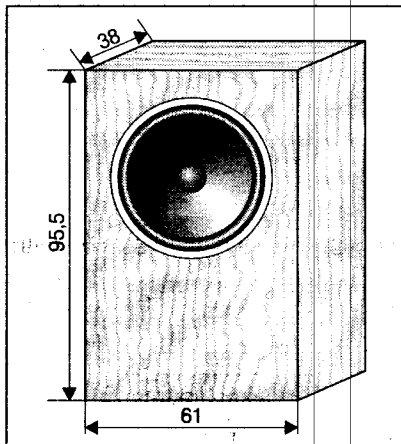
A zárt doboz mérete a hangszóró katalógus-jellemzőiből: a hangszóró nyílteri rezonanciafrekvenciájából ( $F_s$ ), a felfüggesztés engedékenységeinek megfelelő légtérfogat értékéből ( $V_{as}$ ) és a be nem épített hangszóró teljes jósági tényezőjéből ( $Q_{ts}$ ) számítható. A korábban jelzett másodfokú Butterworth-karakterisztikájú ( $Q_{tc} = 0,707$ ) doboz esetére előbb az  $F_s$  rezonanciafrekvencia  $F_c$ -re változását kell kiszámítanunk:

$$F_c = \frac{Q_{tc} \cdot F_s}{Q_{ts}} \quad [\text{Hz}],$$

ezután pedig a doboztérfogat:

$$V_b = \frac{V_{as}}{\frac{F_c^2}{F_s^2} - 1} \quad [\text{liter}]$$

értékű lesz. Amennyiben a doboz térfogatát a számíthatóhoz képest nagyobbra vesszük, közelítünk a Bessel-típusú do-



4. ábra. Zárt, 187 literes doboz 400 wattos Electro-Voice hangszóróval

bozviselkedéshez és a rezonanciafrekvencia értékének növekedése mérsékeltebb lesz. Számottevő változáshoz azonban számottevő méretváltoztatás szükséges.

*Példa.* Teremhangosítási célra kiválasztottuk az Electro-Voice cég EVM-18B Pro-Line típusú,  $\varnothing 457$  mm-es,  $8 \Omega$ -os,  $400 \text{ W}$ -os,  $100 \text{ dB}$ -es „nagygyújtát”. A katalógusban  $F_s = 33 \text{ Hz}$ ,  $Q_{ts} = 0,36$ ,  $Q_{cs} = 0,38$ ,  $V_{as} = 516$  liter adatokat találunk. Gyorsan ellenőriztük a hangszóró beépíthetőségét és eredményül  $EPB = 86,8$  számértéket kaptunk. Ez arra utal, hogy egy meglehetősen merev felépítésű, azaz bármilyen dobozba beépíthető típussal van dolgunk (mert az  $EPB$  jóval nagyobb, mint 55).

Ha zárt dobozba építjük – felvéve az általunk szabadon választható –  $Q_{tc} = 0,7$  értéket, a megváltozott rezonanciafrekvencia a következő lesz:

$$F_c = \frac{0,7 \cdot 33 \text{ Hz}}{0,36} = 64 \text{ Hz},$$

amelynek eléggé magas számértéke arra utal, hogy ugyan kevés bajunk lesz a doboz konstrukciójával, famunkájával, de ez a hangszóró várhatóan nem a zárt dobozzal fogja a legjobb eredményeket nyújtani. Számítsuk ki, hogy mekkora dobozra van szükség:

$$V_b = \frac{516}{\frac{64^2}{33^2} - 1} = 187 \text{ liter},$$

vagyis eléggé nagy dobozt kell építenünk (pl.  $61 \times 95,5 \times 38$  cm külméretű, 19 mm-es rétegelt lemezből, pozdorjából). A nagy méret azonban az adott

helyen (a közösségi házban) nem zavaró, bár ezzel a doboztípussal a hangszóró kedvező tulajdonságait most távolról sem aknáztuk ki (4. ábra).

Egy zárt doboz esetében befolyásolja még a hatásos térfogat értékét a hangszóró és az egyéb beépített elemek (pl. merevítések, hangváltó) saját térfogata, a behelyezett csillapítóanyag kettős, térfogatcsökkentő és látszólagos térfogatnövekedést eredményező hatása. Mindezek befolyása azonban jó részt csak becsülhető; a gyakorlatban a számíthatóhoz képest  $10\text{--}30\%$ -kal nagyobb térfogatú dobozt alkalmazva, a működés eléggé jó összhangban lesz a tervezettel.

Az egyes PC-s méretezőprogramok által eredményként kapott dobozméreték különbözőségének az az oka, hogy más és más  $Q_{tc}$  értékkel számol(hat)nak, illetve ennek konkrét értékét a környezeti feltételek – esetleg humorosnak tűnő, de mégis nagyjából a reális helyzetet tükröző – felhasználói kiválasztása alapján nyerik az adatbázisból (pl. doboztervezés a Mazda 323-ban történő alkalmazás számára).

## Rezonáns doboz

A rezonáns- vagy reflexdoboz (angol elnevezései szerint: Bassreflex, Vented Box, Ported Box) hasonlatos a zárt dobozhoz, de azzal a különbséggel, hogy egy másodlagos nyílással is rendelkezik. Kedvező körülmények esetén az ebben a nyílásban levő légtömeg a hangszóróval azonos fázisban mozogva – egy meghatározott frekvenciatartományban – másodlagos sugárzóként viselkedik, megnövelve a hangereőt ebben a frekvenciasávban. A nyíláshoz illesztett cső segítségével a doboz rezonáns tulajdonságai széles tartományban módosíthatók, a doboz mintegy behangolható.

A rezonáns doboz számos, igen sajátos tulajdonsággal rendelkezik. Kedvező, hogy kisfrekvenciás átvitele és határfoka jobb, mint a zárt dobozé. Attól függően, hogy milyenek a beépített hangszóró paraméterei, továbbá mekkora a doboz és milyen hangolósóvet alkalmazunk, hogyan hangoljuk be a dobozt, nagyon sok, egymástól lényegesen különböző működésmód és kedvező vagy kedvezőtlen tulajdonság alakulhat ki. Ennek következtében a reflexdoboz tervezése meglehetősen kritikus, és jóelőre el kell döntenünk, milyen irányban indulunk is el.

A doboz rezonáns jellegéből következik az is, hogy minden doboz egyedi beállítást, behangolást is igényel. Sajnálatosan rossz tulajdonsága, hogy a sávhatár alatt a hangszóróra gyakorolt csillapítása nem kielégítő, így az a sávhatár alatt könnyen túlterhelhető (pl. rumplival), így kifejezetten védelmi okokból aligha kerülhető meg egy infra (10–20 Hz közötti) hangtartományú felüláteresztő szűrő alkalmazása.

Valóban exakt számításokkal nem találkoztunk, mert olyan sok, egymástól is függő és egymásnak ellentmondó tényező hatását kell figyelembe venni. Gyakori pl., hogy a méretezés során egy adott, előre felvett doboztérfogatból indulnak ki és az alkalmazni kívánt hangszóróhoz ellenőrző számításokat futtatnak le. Szintén gyakori a numerikus munka helyett valamely diagramból történő méretezés. Mindennek az a magyarázata, hogy a hangszóró, a doboz és a hangolóső egymáshatása során számtalan rezgési, működési módus alakul ki, és amely számítás az egyiket figyelembe veszi, a másikat jószerivel kénytelen mellőzni. Ennek következtében lehetőség van azonos térfogatú, de különböző határfrekvenciájú, továbbá különböző térfogatú, de azonos határfrekvenciájú reflexdoboz előállítására, és nincs igazán üdvöztető eljárás a helyes méret kiszámítására. Javaslatlalt természetesen majdnem minden, a témával foglalkozó irodalomban találkozunk, de ahány eljárást és szempontot veszünk alapul, annyi féle dobozméretet kapunk eredményül.

A doboztérfogat kiszámításánál a hangszóró  $F_s$  [Hz],  $V_{as}$  [ $m^3$ ] és  $Q_{ts}$  adatokból indulhatunk ki. A számításokhoz az utóbbi időben bevezetett  $\alpha = V_{as}/V_b$  (a programokban *alpha*) hányadost is használják. A viszonyszám 1 körüli értéke arra utal, hogyan aránylik a dobozba zárt levegő hajlékonysága a membránfelfüggesztés hajlékonyságát kifejező légtérfogathoz.

Amennyiben az  $\alpha$  a rendelkezésünkre áll vagy értékét önkényesen (0,1 és 10 között) felvettük, a doboz térfogata pl. a  $V_b = V_{as}/\alpha$  összefüggéssel is számítható, míg a reflexnyílás  $A_t$  felülete a tervezett  $F_b$  határfrekvenciából és a hangszórómembrán lökettérfogatából adható meg:  $A_t = 0,8 F_b \cdot V_d$ , hossza pedig leginkább kísérleti úton állítható be. A sokféle megközelítés, számítás közül az alábbiakban ismertetünk egyet.

A doboz javasolt térfogata a következő összefüggésből számítható:

$$V_b = 20 \cdot V_{as} Q_s^{3,3} \quad [m^3].$$

A doboz rezonanciafrekvenciája:

$$F_b = \frac{0,42 \cdot F_s}{Q_{ts}^{0,96}} \quad [Hz].$$

A hangsugárzó -3 dB-es alsó határfrekvenciája:

$$F_3 = \frac{0,28 F_s}{Q_{ts}^{1,4}} \quad [Hz].$$

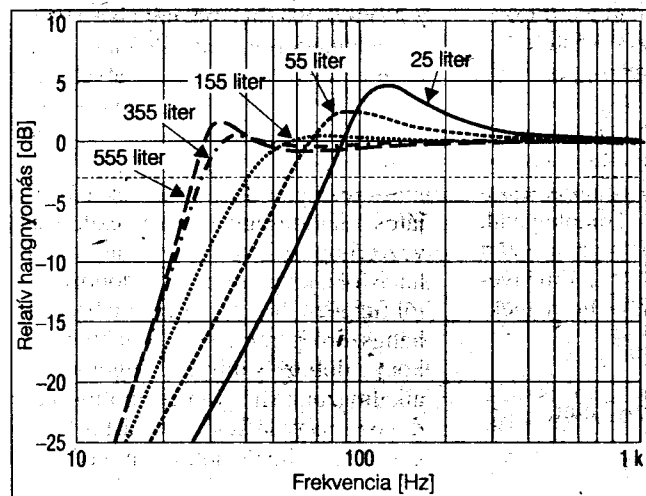
A javasolt térfogatúhoz képest bátran alkalmazhatunk valamivel kisebb vagy nagyobb térfogatú dobozt is, de tudomásul kell vennünk, hogy ez do-

bozmódus- és frekvenciamenet-változást eredményez. Amennyiben a doboz mérete kisebb a fentebb számítottnál, jelentős (túlzott) kisméretű kiemelést kapunk, amely általános mélyhang-növekményt, mindent elfedő brummogást eredményezhet, romló impulzusátvitel mellett (5. ábra).

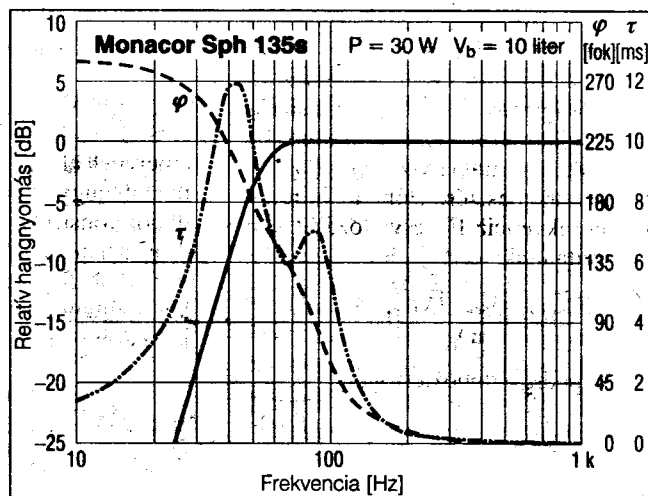
A számítottnál nagyobb doboz esetében a kisméretű sávhatár közelében az átviteli görbe egy nagyobb tartományban lesz mérsékeltén eső jellegű és ezen a szakaszon viszont egy relatív kiemelés, púp található, amint ez az 5. ábrán is jól megfigyelhető. Ez összességében az impulzusátvitelnek – az előbbi esethez képest – csekélyebb romlását okozza.

A reflexdoboz frekvenciamenete optimális méretezésnél ugyan még a kategóriájának megfelelő lehet, pl. még akár egy nagyon kis méretű könyvespolc-hangsugárzó esetében is, de már mind a fázismenettel, mind a futásiidő-karakterisztikával (impulzusátvitellel) lehet probléma (6. ábra).

Az  $\alpha$  értékét alapesetben 1-nek vehetjük, így a doboztérfogat különösebb számítás nélkül  $V_{as}$  értékéből adódik. Ekkor a reflexdoboz negyedfokú Butterworth felüláteresztő szűrőként viselkedik. Amennyiben az  $\alpha = 1$  értéktől eltérünk, a doboz valamely más módusra vált át, a  $\alpha$  hányados megváltozásától függően. Az így kialakuló üzemmódok a lineáristól többé-kevésbé eltérő frekvenciamenetet eredményeznek, viszont lehetőségünk van a doboztérfogatot az előbbihez képest akár a *tizedére* vagy a *tízszerezésére* is



5. ábra. A bassreflex doboz esetében is minden hangszóróhoz van egy optimális méretű doboz, számpéldánkban ez kb. 200 liter



6. ábra. Az optimális méretű bassreflex doboz fázis- és futásiidő-karakterisztikája is kívánivalót hagy maga után

megválasztani. Valamennyi esetben behangolható a doboz a megfelelő méretű hangolócsővel, de frekvenciame-netének korrigálása kisebb eltérésnél passzív, nagyobb eltérés esetén pedig már aktív elektronikus eszközöket, korrekciós szűrőket is igényelhet.

Éppen ez okozza a problémát. A gyakorlatban ugyanis szinte bármelyik reflexdoboz behangolható, de ezzel még nem oldódott meg szinte semmi. A doboz ekkor még nincs készen, még ellenőrizni, majd a mérések alapján korrigálni kellene a frekvenciame-netét. Ez viszont rendszerint – eszközök, módszerek és mérőterek hiányában – elmarad, így a doboz hangzása nem lesz kielégítő. A végső bemérés, beállítás elhagyása a megépítés egyik nagy, biztos kockázata és a bassreflex dobozzal kapcsolatos – megalapozott – panaszok legfőbb oka. Némi előzetes támpontot adhat a dobozméret illetve az  $\alpha$  értékének megválasztásánál a hangszóró tulajdonságainak mérle-gelése.

● Amennyiben erős mágnesű hangszórónk van és  $Q_{ts} < 0,3$ , viszonylag kisebb dobozzal, 1-nél nagyobb  $\alpha$  értékkel is célt érhetünk.

● A gyengébb mágnesű hangszórók esetében inkább kisebb  $\alpha$  számértékeket vegyünk figyelembe, de összességében lehetőleg  $1,5 > \alpha > 0,5$  legyen, különben még elektronikus eszközökkel is nagyon nehéz teljesíteni a kellően lineáris frekvenciame-netet, nem is említve a csoportfutási idő ingadozás minél kisebb értékét.

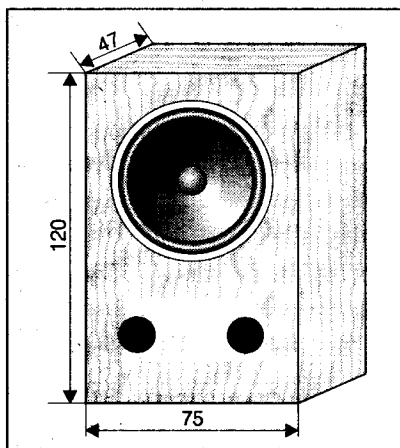
A kör keresztmetszetű hangolócső legkisebb átmérőjét ( $D_{min}$ , [m]) a hangszóró membránja által megmozgatott légtérfo-gatból ( $V_d$ , [m<sup>3</sup>]) és a doboz rezonanciafrekvenciájából ( $F_b$ , [Hz]) a következő összefüggés segítségével számíthatjuk:

$$D_{min} = \sqrt{F_b \cdot V_d} \quad [m].$$

Az így kiadódó keresztmetszet eléggé nagy lesz ahhoz, hogy a csőben létrejövő légsebesség kisebb legyen, mint a hangsebesség 5%-a ( $M < 0,05$ ).

Amennyiben négyzet keresztmetszetű hangolócseövet alkalmazunk, a fenti értékből adódó keresztmetszettel kell számolnunk. (Négyzet keresztmetszetnél egy oldal méretét a  $1,13 \cdot D_{min}$  értékkel számolhatjuk.)

A hangolócső közelítő hosszának számítása egy kiválasztott hangolócső átmérő ( $D_v$ , [m]) alapján a következő összefüggéssel lehetséges:



7. ábra. 400 wattos, 350 literes bassreflex doboz Electro-Voice hangszóróval

$$L_v = \frac{2362 D_v^2}{F_b^2 \cdot V_b} - 0,73 D_v \quad [m].$$

A gyakorlatban célszerű a behangolást a számítottéhoz képest 10–20%-kal hosszabb csővel kezdeni és a tényleges hosszat utólag beállítani. Ügyeljünk arra, hogy egy túl nagy átmérőjűre választott hangolócső irreálisan nagy hossz méretekkel rendelkezne, pl. nem férne bele a dobozba. Ebben az esetben használjunk kisebb átmérőjű, szükség esetén két vagy több, azonos hosszúságú hangolócseövet, egyidejűleg betartva a légsebesség-korlát (Mach-szám) miatt a minimális csőkeresztmetszet követelményét is.

A hangolócső méreteit a doboz más formában is korlátozza. A cső által okozott másodlagos zavaró hatások akkor lesznek elhanyagolhatóak, ha annak belső végződése a szemközti faltól legalább a cső átmérőjével megegyező, vagy ez a távolság lehetőleg még ennél is nagyobb, legalább 5–8 cm. Hangolócseőnek világszerte beváltak a vízvezeték-szerelések során alkalmazott műanyag csatornalefolyó pvc-csövek. Ezekhez kaphatók 90°-os csatlakozó idomok is, és amennyiben a reflexcső hossz mérete túl nagyra adódna, kanyarodjunk el a csővel ezen idomok segítségével!

*Példa.* A korábban kiválasztott Electro-Voice hangszórónál maradvá, a  $V_{as}$  értéke alapján a  $V_b$  doboztér fogat 516 literre adódik, amennyiben  $\alpha = 1$  számértéket választjuk. Mivel egy erős mágnesű,  $Q_{ts} = 0,36$  jóságú típusal van dolgunk, bátran megkockáztathatjuk a fentinel kisebb doboz használatát

is. Pl. 350 literes dobozt választva az  $\alpha$  értéke 1,4 körüli, a frekvenciame-net még megnyugtatóan kiegyensúlyozott lesz, és a doboz alsó határfrekvenciája 37–38 Hz-re adódik, ami átlagos hangosítási feladatokra kielégítő érték. A lehetséges hangolócső választékból – a légsebességet (a Mach-számot) is figyelembe véve – 2 db Ø100 mm-es pvc-cseövet alkalmazunk. A számításokból kiderül, hogy ezek hossza (tartalékkal) 26–28 mm, vagyis alig több, mint a doboz falvastagsága. A doboz eléggé nagy mérete az adott helyszínen nem zavaró, viszont a hangszóró tulajdonságait a korábbi, zárt dobozos kivitelhez képest maximálisan kiaknáztuk.

A hangszóró pl. egy  $75 \times 120 \times 47$  cm-es, 19 mm-es pozdorjából készített, nagyon erősen merevített dobozba építhető be (7. ábra). A nagy teljesítményű és önmagában is jó hatásfokú hangszóró a szintén jó hatásfokú bassreflex-dobozzal – mélyhangú egységként – még nagyobb termekben is hatalmas hangerőt szolgáltat.

Ismételten hangsúlyozzuk: a kellő akusztikai beállítás, korrekció nem maradhat el!

Összevetve a korábbi zárt dobozos és a fentebb tárgyalt reflexdobozos kivitel közötti különbséget, a bassreflex doboz javára a következőket vegyük figyelembe:

1) a reflexdoboz méretét is választhattuk bátran volna kisebbre, pl. a zárt dobozéval egyező méretűre, csak a beállítási nehézségek fokozódtak volna;

2) a zárt doboz méretét viszont hiába választottuk volna nagyobbra, pl. a reflexdoboz méretével megegyezőre, semmilyen területen nem jutottunk volna lényeges előnyhöz.

## Izobarikus beépítés

Más néven: izobarikus elrendezés, amely nem dobozféleség, hanem hangszóró-beépítési mód. Angol elnevezése: Isobaric.

Amennyiben a zárt dobozba 2 darab hangszórót úgy építünk be, hogy azok nagyon szoros akusztikai kapcsolatban legyenek egymással, a katalógus szerinti  $V_{as}$  érték és ezáltal az alkalmazható doboz mérete is a felére csökken. Ehhez a két hangszórót egy igen kis térfogatú üreg segítségével kell csatlakoztatni egymással, ami a gyakorlatban olyasféle konstrukciós megoldást jelent, hogy a hangszórókat valamelyik oldalal két oldalán egymás-



sal szemben, mintegy egymáshoz rögzítjük. Ekkor a két hangszóró párhuzamosan vagy sorosan, de ellenkező fázisban kötendő be. A két membrán által határolt üregben a légnyomás a hangszórók működés során nem változik, izobár; az elrendezés innen kapta a nevét.

A hangszugárzó láttán a film címe jut az eszünkbe: *A Jó, a Rossz és a Csúf*.

*Jó*, mert kis dobozzal is elérhető kiváló mélyátvitel, de a határfrekvencia alatt 6 dB-lel meredekebb lesz a frekvenciagörbe lefutása; ez akár előnyös is lehet (rumpliszűrő).

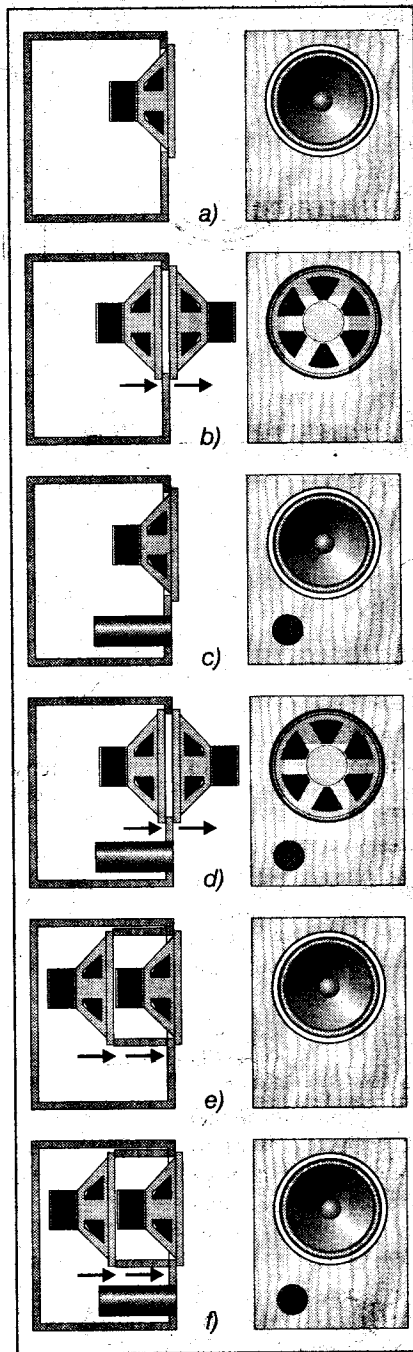
*Rossz*, hogy költségeink legalább a duplájára növekszenek és még az eredő hatások is a felére csökkennek, így ugyanakkora hangerőhöz kétszeres erősítőtelteljesítmény szükséges.

*Csúf* az előlapról a hátoldalával kikapcsolható, sérülékeny hangszóró, főleg a család – műszaki dolgokat irtozattal szemlélő – hölgytagjai szerint.

Más, tetszetősebb, de bonyolultabb kivitelezhető megoldás szerint a két hangszóró egy nagyon kis kis üregben keresztül csatlakozik egymáshoz úgy, hogy az egyik hangszóró közvetlenül a másik mögött helyezkedik el, de azzal azonos irányban beépítve. Ekkor a két hangszóró szintén párhuzamosan, de ezúttal azonos fázisban kötendő be.

A két hangszóró a továbbiakban egyetlen komplett, önálló egységként, a doboz pedig az egyszerű zárt dobozzal analóg módon kezelendő, beleértve a térfogat számítását is. Az utóbbi időben az egyszerű vagy többszörös kompaund/izobarikus beépítést számos változatban/kombinációban pl. rezonáns dobozzal kombinálva kipróbálták, esetenként kedvező eredménnyel.

Ha kiválasztunk valamely mélyhangú hangszórót és azt egy alkalmas, hozzá méretezett, zárt dobozba építjük, majd tulajdonságait összehasonlítjuk egy pontosan ugyanilyen, de az előbbi típusból két darab hangszórót izobarikus elrendezésben tartalmazó hangdobozzal, a következőket tapasztalhatjuk: az alsó sávhatár közel a fele értékére csökken (pl. egy adott hangszórónál 77 Hz-ről 42 Hz-re), ugyanakkor az érzékenység (hangnyomás) is a korábbinak a fele lesz. A fázismenet érdekes módon változik: a sávhatár közelében a fázistolás ugyan valamelyest növekszik, de lefutása sokkal egyenletesebb lesz. Ez azt eredményezi, hogy a rendszer csoportfutási-idő ingadozása lényegesen kisebb, impulzusátvittele pe-



**8. ábra. Konstruktív lehetőségek: a) zárt, b) izobarikus zárt, c) bassreflex, d) izobarikus bassreflex, e) izobarikus zárt, belső kis dobozzal f) izobarikus bassreflex, belső kis dobozzal**

dig ezáltal sokkal jobb lesz. Ne feledjük, kétszeres ráfordítás, dupla erősítőtelteljesítmény árán.

Ugyanakkor ez a legegyszerűbb módja egy hangszugárzó feljavításának: egy azonos típusú hangszórót kívülről szemben rácsavarozunk, ráépítünk a

már meglévőre és gondoskodunk a polaritáshelyes bekötésről, a szükséges hangváltóról vagy a meglévő átalakítósárról és a többletteljesítményről, a hangszugárzó többi alkatelmével történő összehangolásról (vagyis azok csillapításáról). Kérdéses, hogy megéri-e.

A 8. ábrán az eddig tárgyalt doboztípusokat foglaljuk össze rajzos formában, bemutatva, hogy egy darab vásárolt vagy saját kezűleg épített zárt doboz hányféle módon lehet továbbfejleszteni bassreflex dobozzá, normál és/vagy kétféle izobarikus hangszóróbeépítéssel. Ez utóbbi variációk esetében a nyílak a hangszórópolaritásra utalnak, jelzik a membrán elmozdulási irányát egyfajta polaritású feszültség hatására. (A bekötés ellenőrzését legegyszerűbben pl. egy másfél voltos ceruzaelemmel végezhetjük.) Még beépítés előtt célszerű a hangszórók azon kapcsát pl. piros festékkel megjelölni (ha ilyen gyári jelölés még nem lenne), amelyre „+” feszültséget adva a kónusz kifelé mozdul el.

## TL-doboz

Amennyiben a hangszóró elülső vagy hátsó oldalát meghatározott negyedhullám hosszúságú, a másik végén nyitott csővel, akusztikai művonallal zárjuk le, akkor a hangszóró és a levegő illesztése kielégítő lesz a hullámhossznak megfelelő legkisebb frekvenciáig. A cső belépő keresztmetszete megegyezhet a hangszórómembrán felületével (bár sokan annál 1,25...2,5-ször nagyobb felületet javasolnak), míg a cső nyitott vége vagy ezzel megegyező, vagy ennél kisebb/nagyobb lehet, a különböző – egymásnak nem ritkán ellentmondó – megfontolásokat figyelembe véve. A TL-doboz üreghosszána számítása a közvetlenül a negyedhullámhossz alapján egyrészt közvetlenül adott, másrészt a belépőkeresztmetszet a hangszóró által meghatározott, kérdéses csupán a kilépőkeresztmetszet értéke. Ez utóbbit a gyakorlatban a belépőkeresztmetszet 0,4...0,8-szeresére szokták választani.

A TL-doboz hosszának számítása a hangsebességből ( $c = 343 \text{ m/s}$ ) és az  $F_3$  határfrekvenciából történik:

$$L \text{ [m]} = 343 \text{ [m/s]} / 4 F_3 \text{ [1/s]}.$$

*Példa:* Egy 40 Hz-es TL-doboz hossza  $343/4 \cdot 40 = 2,14 \text{ m}$ . Egy 8"-os hangszóróhoz ( $S_d = 235 \text{ cm}^2$ ) 1,3-szer

nagyobb indulókeresztmetszetet választva, a hangszóró felőli csőkeresztmetszet 305 cm<sup>2</sup> lesz, továbbá szűkülő típusú művonalat választva, a kimeneti nyílás méretét a hangszórómembrán felületével azonosra, 235 cm<sup>2</sup> választottuk.

A gyakorlatban az elérhető kisebb méretek céljából az akusztikus művonalat összehajtogatva építenek TL-dobozt. Ennek kivitele igen változatos lehet, amelyre példákat eddigi hangszóró írásainkban találhatnak olvasóink.

### Sávszűrő/kompaund doboz

Angol elnevezése: Compound Box, Multi-chamber Box. Amennyiben akár egy zárt doboz, akár egy reflexdoboz vagy vagy több példányát egy további – elrendezését illetően külsőnek, több

doboz esetében közösek tekinthető – üreggel (rezonátorral) építjük egybe, két- vagy háromkamrás elrendezésű, előnyös tulajdonságú hangszűrőhöz juthatunk (9. ábra és 10. ábra).

A rendszer a működés módusát tekintve legalább negyedfokú és sávszűrő jellegű 12/12 dB/oktáv oldalmeredekséggel, de kisebb módosításokkal ötöd- és hatodfokú működésmód is elérhető 12/18, 18/18 dB/oktáv oldalmeredekséggel.

A konstrukció egyszerű esetben egy (vagy két) zárt dobozon alapul. Ekkor csupán a külső doboz behangolása a feladat, amely művelet gyakorlatilag megegyezik a bassreflex doboznál szokással.

Ha a sávszűrős doboz alapját reflexdoboz(ok) képezi(k), az a behangolandó üregek számát és a behangolás

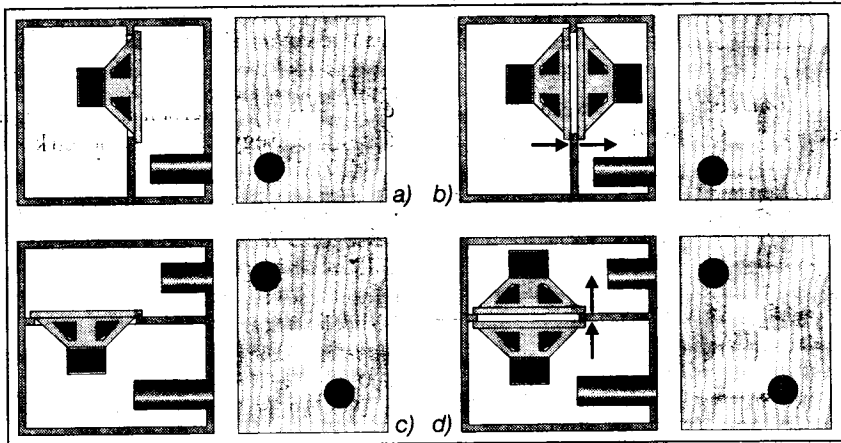
nehézségeit megsokszorozza. Tekintettel arra, hogy már a reflexdoboz önmagában is egy meglehetősen bonyolult működésmódú, nehezen kézben tartható eszköz, a két-három csatolt és hangolt üregből kialakított konstrukció beállítása, behangolása pedig kifejezetten kinos, annak ellenére, hogy a szükséges tájékozódó számítások gyors elvégzésére PC-s programok is lehetőséget adnak. Egy-egy ilyen sávszűrős doboz – erősen sávhatároltra sikeredett – szimulált frekvenciamentének optimalizálásával, a doboz végső felépítésének kikísérletezésével akár órákat is el lehet tölteni a képernyő előtt, s ekkor derülhet ki, hogy a kiválasztott hangszóró az elképzelt terfogatban sehogyan sem hozza az előzetesen tervezett eredményt, és lehet a munkát előlről kezdeni.

A jól megépített és gondosan behangolt kompaund hangdobozok a tapasztalatok szerint a jelentős befektetett munkát a zárt dobozhoz vagy a reflexdobozhoz képest jobb impulzusátvitellel és kisebb torzítással hálálják meg. A külső, hangolt üreg ugyanis jelentős csillapítást jelent a hangszóró elülső oldala számára is, ami pedig az egyterű dobozok esetében nem áll fenn. Ugyanekkor hátrányos lehet egyes alkalmazásoknál a doboz sávszűrős, felfülről is sávhatárolt jellege, tehát ilyen mélynyomó láda esetén már a tervezés kezdetén háromutas kivitelben kell gondolkodnunk.

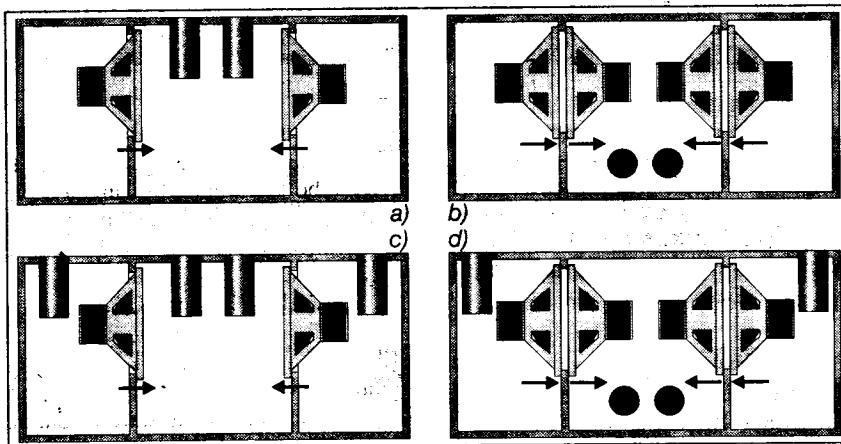
A kompaund hangdoboz tervezésével kapcsolatban még kevés jól értékelhető tapasztalat szűrődött le, így a kísérletezésnek itt bőséges tere nyílik. Az előzetes számításoknál az alapul vett (zárt vagy reflex-) dobozból kell kiindulni. A csatolt üreg pedig a közelítő számítások szempontjából felfogható akár reflexdobozként is, de ismeretes tölcserhez hasonló kialakítása is.

### Tölcserhangszórók

A sugárzásjavító eszközök között előkelő helyett foglalnak el a tölcserék. A tölcser egyenes vagy ívelt alakú alkotója szerint különféle tágulási típusok ismeretesek, amelyek közül a legjobban beváltak az exponenciális-, illetve a traktixfüggvényvel leírható alkotójú tölcserék. Az exponenciális tölcser esetében a tölcserkeresztmetszet a tengely irányában mindig ugyanolyan arányban növekszik. A hangszóró a toroknyílásra csatlakozik, s a szabad tér



9. ábra. Kompaund kétkamrás hangszűrők zárt a), b) és bassreflex c), d) belső dobozzal, rezonátorral, normál a), c) és izobarikus b), d) hangszóróbeépítéssel



10. ábra. Kompaund háromkamrás hangszűrők zárt a), b) és bassreflex c), d) belső dobozzal, közös rezonátorral, normál a), c) és izobarikus b), d) hangszóróbeépítéssel

felé akusztikailag a szájnyílás illeszti azt. Az exponenciális tölcserre jellemző, hogy

$$A_1 = A_0 e^{kl}$$

ahol  $A_1$  a tölcser vizsgált pontján a keresztmetszet [ $m^2$ ],  $A_0$  a toroknyílás keresztmetszete [ $m^2$ ],  $l$  a két keresztmetszet közötti távolság [ $m$ ] és  $k$  a tágulási tényező, amely a tölcser alakjára (növekedésére) jellemző [ $1/m$ ], míg  $e = 2,718$ , a természetes logaritmus alapja. A tölcser határfrekvenciáját a  $k$  szám határozza meg:

$$F_h = \frac{k \cdot c}{4 \pi} \text{ [Hz]},$$

ahol  $c$  a hangsebesség. A tölcser szájnyílásának átmérője a határfrekvenciából számítható:

$$D_{\max} = \frac{2 c}{2 \pi F_h} \text{ [m]},$$

míg a tölcser teljes hossza a szájnyílás és a toroknyílás átmérőjétől függ:

$$L_{\text{tölcser}} = \frac{D_{\max}}{2} \ln \frac{D_{\max}}{D_0} \text{ [m]},$$

ahol  $D_0$  a toroknyílás,  $D_{\max}$  a szájnyílás átmérője [ $m$ ].

A gyakorlatban a számítások során hatalmas méretek jönnek ki eredményül, így a kislektrónikus (mélyhangú) tölcser egyetlen, de alig áthidalható problémája a túl nagy méret.

*Példa:*  $D_{\min} = \varnothing 25$  cm-es hangszórónkhoz egy  $F_h = 30$  Hz-es határfrekvenciájú tölcserét kívánunk készíteni. Az előbbi egyenletekbe behelyettesítve az adatokat, a szájnyílás méretére  $D_{\max} = 3,65$  m, a tölcser hosszára pedig  $L = 4,86$  m jön ki eredményül.

A tölcser valamivel rövidebb lehet, ha nem exponenciális függvény szerint, hanem annál hirtelenebb módon tágul. Régóta bevált a traktrix elnevezésű matematikai függvény szerint táguló tölcser. (Az alkalmazásával kapcsolatos angol szabadalmat még 1927-ben nyújtotta be *P. G. A. Voight*.)

Mindkét matematikai függvény hátránya, hogy sok számítási munka árán ültethető át az asztalosrajz készítésében felhasználható adatokká. Hátányos még ezen kívül az is, hogy a hatalmas méretek folytán a tölcser legtöbbször csak összehajtogatva kivitelezhető, ami meglehetősen bonyolulttá és drágává teszi az asztalosmunkát. Ezzel szemben áll a tölcser sugárzó egyedülállóan kiváló kislektrónikus átvitele

és valamennyi egyéb hangszóró-típushoz viszonyított sokkal jobb hatásfoka.

A tölcser tervezésének elhanyagolható hányadát képviseli a matematikai függvények által előállítható adathalmaz. A munka tetemes részét a tölcser alapú doboz asztalosrajzának megtervezése teszi ki.

## Váltósűrők

Számos ok kényszeríti a tervezőt az egyes hangfrekvenciás (mély, közép, magashangú stb.) tartományokban dolgozó hangszórók előtt aktív vagy passzív szűrőáramkörök használatára. Tipikus helyzet, hogy a mély- és magashangú hangszórót villamosan, a meghajtás szempontjából (is) el kell egymástól különítenünk, mindegyikre csakis a saját frekvenciasávját bocsátva. Az egyes hangszórók ugyanis felépítésüknél fogva nem képesek a teljes sáv lesugárzására, de pl. a torzítás is csökkenthető a sáv felosztása által. A feladat megoldására gondosan méretezett speciális aktív, illetve passzív szűrők, ún. váltósűrők szolgálnak. A passzív szűrők ( $L$ - $R$ - $C$  tagok) a hangszórók és a teljesítményerősítő között helyezkednek el (**11-14. ábra**), míg az aktív szűrőket a végerősítőket megelőző áramkörök valamelyikében kell elhelyeznünk.

A szűrőáramkörök elmélete szinte külön tudományágat képvisel. Valamennyi megvalósított elektronikus szűrőáramkör az ideális szűrő egy kor-

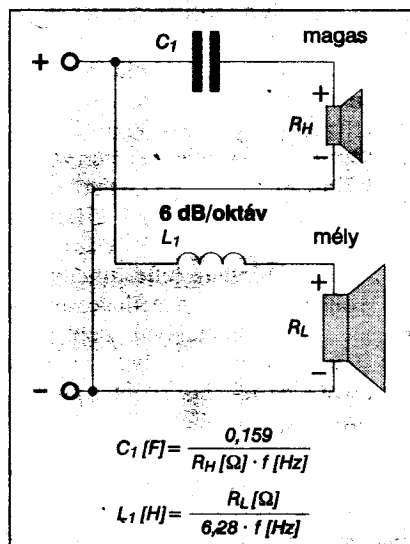
látozott tulajdonságokkal rendelkező közelítése. Az ideális szűrő az áteresztőségében a jelút számára rövidzárként, a zárótartományban szakadásként viselkedik, amely azonban a gyakorlatban nem érhető el. A váltósűrők csoportja a frekvenciasáv több részre való felosztására szolgál, esetünkben a hangfrekvenciás tartomány két (vagy három) részre történő osztása, szétválasztása a feladat.

A szűrők elvi felépítése szerint számos, céljainkra alkalmas változat létezik, amelyek – többek között – a szűrő fokszámában és az ebből következően a zárótartományban tapasztalható szelekciós képességekben, másrészt az áteresztőtartományban tapasztalható viselkedésben, pl. hullámosságban, csoportfutásiidő-ingadozásban, impulzusátvitelben különböznek egymástól, de különbség van a *sávhatáron tanúsított viselkedésben* is.

Az egyes szűrőtípusok az előbbieken felül még abban is különböznek, hogy a hangfrekvenciás sáv szétosztása és az akusztikus térben a hangszórók által történő egyesítése – nehezen kiküszöbölhető – másodlagos hatásokkal terhelt. Nem elegendő ugyanis a szűrő egyik vagy másik felének külön-külön történő vizsgálata, arra is tekintettel kell lennünk, hogyan szerepel az adott áramkör egésze, a hangszórókkal együtt. A szűrők egyrészt a konstrukció függvényében rendelkezhetnek a sávhatáron amplitúdóhibával (kiemeléssel, lyukkal), és/vagy gond lehet a fázistolással és az iránykarakterisztikával is. Így az eredő hatás a típustól függően változó lehet és nem mondhatjuk egyik váltósűrőre sem azt, hogy az a kifogástalan, ideális megoldás.

További megoldandó feladat a valóságos szűrő kivitelezése során az elméleti megoldáshoz legközelebb álló gyakorlati kivitel, amely során a valóságos alkatrészek okozta hatásokat (értékpontosság, veszteségek stb.) is figyelembe kell venni, ugyanis a tervezett és a ténylegesen megépített szűrő túrhetetlen mértékben is különbözhet egymástól.

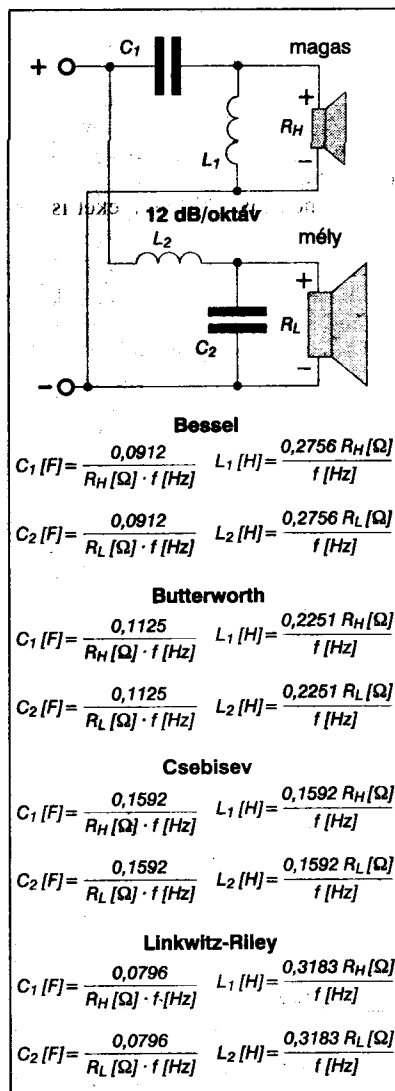
Az általunk használt szűrőket a fenti két jellemző szerint osztályozhatjuk. Elsőfokú az a szűrőáramkör, amely általában nagyon egyszerű felépítésű és a zárótartomány kivetésének oldalmeredeksége 6 dB/oktáv. A másodfokú szűrő oldalmeredeksége ennek a kétszerese, a harmadfokúé ennek a háromszorosa és így tovább. Az általunk eset-



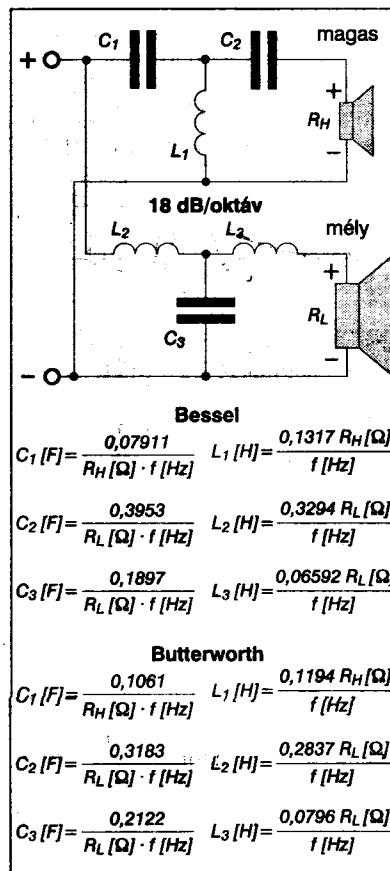
11. ábra. Kétutas, 6 dB/oktáv meredekségű váltósűrő

leg alkalmazott legnagyobb oldalmeredekségű, igen bonyolult szűrő legfeljebb hatodfokú, 36 dB/oktáv oldalmeredekséggel.

Az áteresztősávban tapasztalható – számunkra nagyon fontos – tulajdonságokat a szűrő másodlagos jellemzői, pl. az elemértékek egymáshoz való viszonyai stb. határozzák meg. Az elemértékek egymáshoz való viszonyai jellemzően befolyásolja az áteresztő/zárótartományban, továbbá a törésponti frekvencia környezetében tanúsított viselkedést. A szűrők elnevezése kidolgozóikra, illetve az alkalmazott matematikai eljárásra utal. A hangfrekvenciás gyakorlatban leginkább a következő szűrők fordulnak elő: Butterworth, Bessel (Thomson), Csebisev, Link-



12. ábra. Kétutas, 12 dB/oktáv meredekségű váltószűrők



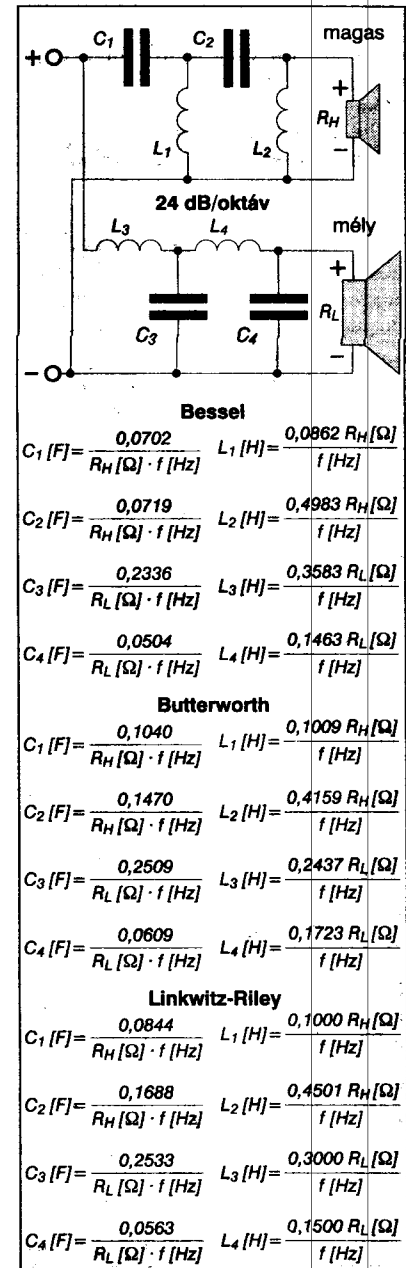
13. ábra. Kétutas, 18 dB/oktáv meredekségű váltószűrők

witz-Riley, de elvéve találkozhatunk egyéb szűrőtípusokkal is (Gauss, lineárfázisú, Legendre stb.).

Nagyon nehéz eldönteni, hogy számunkra melyik az optimális szűrőtípus. Nem egyszerűen arról van szó ugyanis, hogy valamely frekvenciasávot két vagy három tartományra kell szétosztanunk, hanem figyelembe kell vennünk azt, hogy a szűrők meglehetősen véges, zavaróan nem uniformizálható tulajdonságokkal rendelkező villamos áramkörökre csatlakoznak. Már a szűrő meghajtását ellátó teljesítményerősítő is okozhat véges és esetleges értékű kimeneti impedanciájával, nem egészen korrekt fázismentével illesztési gondokat, de sokkal nagyobb a probléma a szűrő kimenetén található lezárótaggal, a hangszóróval.

Villamos szempontból a hangszóró az egyik legkevésbé kézben tartható alkatétel. Már az is problémát okoz, hogy tulajdonságai nem határozhatók meg eléggé korrekt módon, mert azok meglehetősen egyediek, és viselkedése

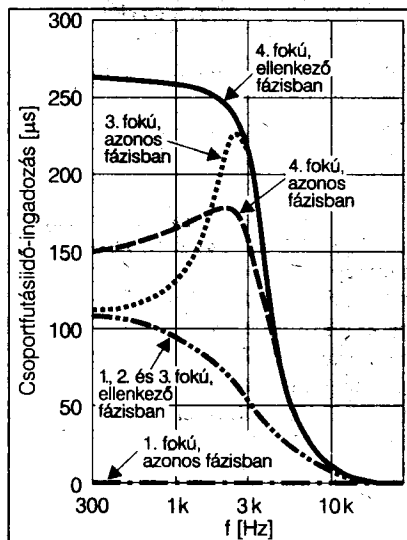
a frekvenciatengely mentén meglehetősen szeszélyes; de ez a kisebb baj. A nagyobb problémát az jelenti, hogy a hangszóró és alkalmazási környezete túlságosan szoros, a számításokban és a katalógusadatokban figyelembe nem vehető kölcsönhatásban van egymással. Így tehát a legfontosabb jellemzők némelyike nem tartozik a gyártó hatáskörébe és így értéküket csak utólagosan, az alkalmazásban tanúsított viselkedés alapján lehet meghatározni. Ez



14. ábra. Kétutas, 24 dB/oktáv meredekségű váltószűrők

azért roppant zavaró, mert ezen adatoknak éppen a számítások kiinduló értékét kellett volna képezniük, tehát jelentős bizonytalansági tényezővel kell számot vetnünk egy szűrő alkalmazása során.

Mindezek felül vizsgálható az is, hogy az egyes hangszórók között szétosztott jelek skaláris- vagy vektorösszege, illetve a teljesítmények összege állandó-e. A megvalósítható szűrők ugyanis egyidejűleg csak két feltétel teljesítését teszik lehetővé, pl. a páratlan fokszámú Butterworth-szűrők csak a konstans teljesítményátvitel és feszültségátvitel követelményét, míg a páros fokszámú Butterworth-szűrők csak a konstans fázis- és teljesítményátvitel feltételét teljesítik. A jelzett hibák egyrészt nem kívánt frekvenciamenet-ingadozást, másrészt a frekvenciafüggő iránykarakterisztika-torzulást eredményeznek. Mindezen felül figyelembe kell vennünk a hangváltók okozta csoportfutásiidő-ingadozást is, amely egyrészt függ a hangváltó típusától, fokszámától és a hangszórók bekötési polaritásától. Így olyan helyzet is előállhat, hogy az egyik bekötési módozat szerint valamivel jobb a *frekvenciamenet*, az ellenkező polaritású bekötésnél pedig az *impulzusátvitel*, de voltaképp csak mérésekkel állapítható meg a *kedvezőbbik összképet eredményező* (szubjektív) bekötési polaritás. A 15. ábrán különböző fokszámú Butterworth-szűrőkre vonatkozó csoportfutásiidő-ingadozás jelleggörbéket mutatunk be S. Linkwitz nyomán, aki a váltószűrőkre azo-



15. ábra

nos vagy ellenkező fázisban csatlakoztatott hangszórók viselkedését tanulmányozta. A mérési eredmények igazolták az elméleti megfontolásokat és a szubjektív meghallgatási próbákat, amennyiben bebizonyosodott, hogy meglehetősen nehéz *egyidejűleg* eleget tenni az ingadozásmentes *frekvenciamenettel* és az *alakhú impulzusátvitellel* kapcsolatos két alapvető követelménynek, amelyet a szűrők fokszámán kívül még a hangszórók – egymáshoz képest értelmezett – azonos vagy ellenkező polaritású bekötése, saját fázismenete és azonos vagy eltolt (lépcsős) síkban történő elhelyezése is messzeemenően befolyásol.

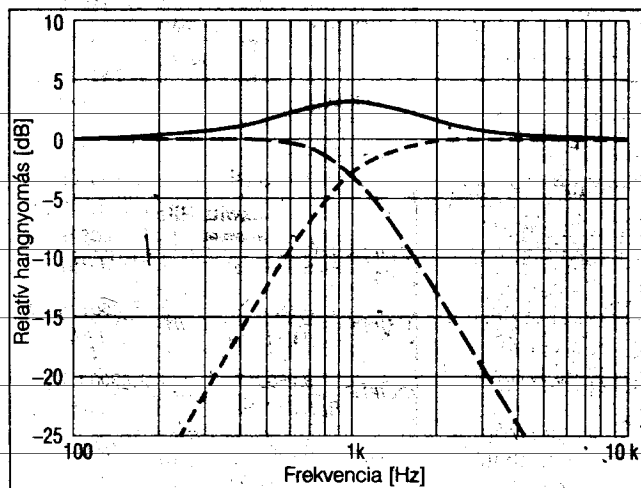
A különféle számítási és kísérleti módszerek, közelítések oda vezettek,

hogy szinte minden fajta szűrőtípusnak van híve és kellő mértékben alátámasztott indoklása (részizgazsága), vagyis az, hogy miért is célszerűbb ezt vagy azt az elvi felépítést alkalmazni egy másik helyett. Az alapvető gond valamennyi szűrőáramkör véges tulajdonságából következik és az egymáshoz képest tanúsított egyik vagy másik jellemzőben kiemelkedő, másban gyengébb képességben jelentkeznek. Az ideális szűrő helyett – amely az átteresztősávban rövidzárt, a zárósávban szakadást képviselne – az ideális értékeket csak ilyen vagy olyan módon közelítő elektronikus megoldások állnak a rendelkezésünkre. Így pl. a következő indoklásokkal lehet találkozni:

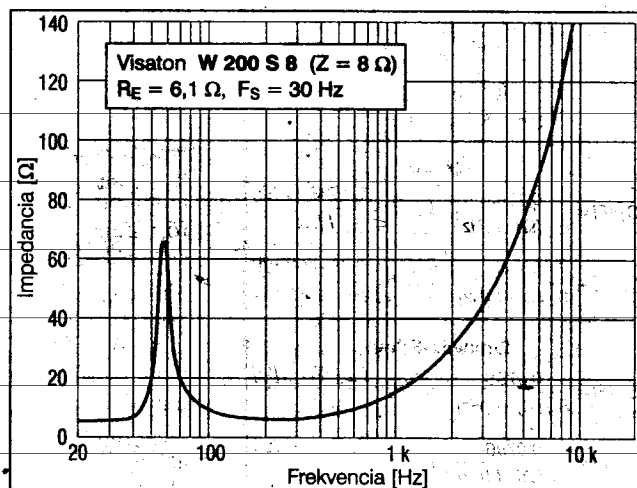
1. A *Butterworth-típusú* szűrő azért a lehető legjobb szűrőtípus, mert az átteresztősávban nem befolyásolja a hangszóró működését, ugyanis a frekvenciamenete maximális laposságú, szintesése pedig még a törésponti frekvencia közelében is csekély. (Igaz, hogy futásiidő-ingadozása, így túllövést és még további lengéseket is tartalmazó impulzusátvitelét kívánnivalót nagy maga után.)

2. A *Bessel (Thomson)-típusú* szűrő azért jobb az előzőhöz képest, mert csekély futásiidő-ingadozással, így kiváló, alakhú impulzusátvitellel rendelkezik. (Igaz, hogy ezért cserébe az átteresztősávban már túl korán jelentkező szinteséssel és ráadásul a Butterworth-szűrőhöz képest kisebb zárószelktivitással kell megfizetnünk.)

3. A *Chebisev-típusú* szűrő azért jobb, mint az előzőek, mert sokkal job-



16. ábra. A kétutas másodfokú Butterworth-szűrő ellenfázisba kapcsolt hangszóróknál kis kiemelés okoz



17. ábra. Egy Visaton gyártmányú, névlegesen 8 Ω-os hangszóró impedanciamenete a frekvencia függvényében

ban szétválasztja a két frekvenciasávot, így pl. a magashangú hangszóróra nem kerülhetnek rá az esetlegesen káros nagyságú mélyhangú, nagy amplitúdójú jelek. (Igaz, hogy ezért már az átteresztősávban is a frekvenciamenet ingadozásával kell megfizetnünk, továbbá az impulzusátvitel is jelentős kívánivalót hagy maga után.)

Az egyéb szűrőkapcsolások is főleg a jelzett kritikus pontokon térnek el egymástól. Ezen kívül azonban igen lényeges, hogy a hangszórók mekkora visszahatással, befolyással lehetnek a szűrőparaméterekre. A 11–14. ábrán néhány másodfokú szűrő kapcsolási rajza és az alkatelemek számításához való képletek láthatók.

Problémát okozhat még és vitára adhat okot a különböző fokszámú szűrők, illetve a szűrőkhöz csatlakoztatott hangszórók fázistolása és polaritáshelyes bekötése. A helyzetet elbonyolítja a szűrő típusa, amelytől a konkrét fázistolás jellege is jelentősen függ. A legtöbb baj a másodfokú szűrőkkel adódik, ugyanis legtöbb típusuk fázistolása következtében nincs igazán jó polaritáshelyes bekötés. Az azonos fázisú bekötésnél lyuk, leszívás, az ellenkező fázisú bekötés esetén pedig egy kis kiemelés keletkezik a frekvenciamenetben (16. ábra). Mindkét probléma némileg ellensúlyozható különféle meszterkedésekkel, pl. azáltal, hogy a számítások során az egyes L, C elemek értékét valamely korrekciós tényező-

vel kissé módosítjuk a névleges értékhez képest (tervezés a dB-hibára), vagy figyelembe vesszük az egyik vagy a másik hangszóró frekvenciamenetének ingadozását (az alkalmas kiemelés vagy levágást). A fellépő hiba mértéke a szűrő típusától is függ.

Sajnálatos, hogy a hangszóró is rendelkezik saját fázistolással, és ez éppen a közép- vagy magashangú egység keresztelési frekvenciáján lesz a legnagyobb, hiszen ez a jelzett két típusnál gyakorta az adott egység sávhatárára, rezonanciafrekvenciája környékére eshet, ahol a fázisviszonyok éppen a legszélsőségesebben változnak. Nem elegendő tehát leszögezni, hogy a Butterworth-szűrők esetén a legjobb impulzusátvitelt (a legkisebb futásiidő-ingadozást, lásd 15. ábra) akkor kapjuk, ha az 1. fokú váltószűrő esetén azonos polaritással, a 2. és 3. fokú szűrő használatkor *ellenkező*, míg a 4. fokú szűrőnél *azonos* polaritással kötjük be a hangszórókat. Az így adódó bekötés viszont esetenként ellentmondhat a lineáris frekvenciamenet és/vagy a torzulásmentes iránykarakterisztika követelményének. A pontos fázishelyzetek csak a hangszórókkal együtt értelmezett fázismenetek részletes feltárása útján deríthetők ki, illetve ezek hiányában marad a kísérleti beállítás. Az is kiderülhet az előzetes felmérések során, hogy a szűrő–hangváltó egyesített frekvencia- és fázismenete szabálytalan, aszimmetrikus felépítésű (fokszámú) váltószűrőt igényel, mert az egyik vagy a másik hangszóró már önmagában is túl markáns frekvencia- és fázismenettel rendelkezik, amely anomáliát csak egy speciális váltószűrő szüntetheti meg.

### Korrekciós szűrők

A váltószűrők tervezése során abból indulnak ki, hogy a terhelőimpedancia tisztán valós és egy adott katalógusérték. Ehhez képest az elektrodinamikus hangszórók jellegzetes, erősen változó és a külső körülményektől is befolyásolt impedanciamenettel rendelkeznek. Tapasztalható egy, az üzemi frekvenciasáv alsó részén elhelyezkedő, a párhuzamos hangolt rezgőkör viselkedéséhez hasonló jellegű, *nagy látszólagos impedanciát képviselő rezonanciapont*, amelynek tényleges értékét a beépítési környezet is befolyásolja, továbbá a hangszóró impedanciamenete a *frekvenciasáv felső része felé emelke-*

*dő jellegű és erősen induktív*. Ezen hatások figyelembe vétele azért is nagyon nehéz, mert egyedi és esetleges tényezőkről van szó, viszont a változások akár másfél-két nagyságrendűek is lehetnek (17. ábra)! A hangszórók ezen szabálytalan viselkedése a váltószűrők tervezését megnehezíti és ellenőrizhetetlen módon befolyásolja a ténylegesen kialakuló csillapításviszonyokat.

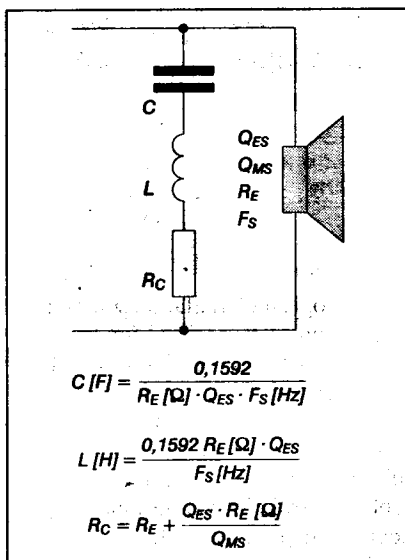
A gyakorlatban a két hatást külön-külön próbálhatjuk meg kiküszöbölni alkalmas korrekcióstagok beépítésével. A párhuzamos rezgőkör jelleg okozta impedanciacsúcs kompenzálható valamely, a hangszóróval párhuzamosan kötött, ugyanerre a frekvenciára hangolt és kb. hasonló jószágúra (vesztésgűre) beállított soros rezgőkörrel, szívőkörrel (18. ábra).

Létezik ennek inverz (a gyakorlatban ritkábban használt) megoldása is, a hangszóróval sorbakötött, beállított jószágú párhuzamos hangolt kör.

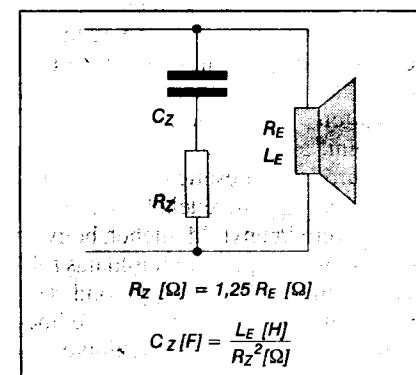
A magasabb frekvenciák felé emelkedő jellegű impedanciamenet kompenzálására a hangszóróval párhuzamosan kötött, a kritikus frekvenciák felé sőtöt képviselő, méretezett soros RC-tag (Zobel-tag) szolgál (19. ábra). A 2. táblázatban egy tipikus, 4 Ω-os névleges impedanciájú mély- és középsugárzó áramkörben található Zobel-tag tervezett értékeit mutatjuk be.

### 2. táblázat

Hangszóró	Mély	Közép
C [μF]	7538	466
L [mH]	9,3	1,23
R <sub>c</sub> [Ω]	3,0	2,4
C <sub>z</sub> [μF]	66,9	23,2
R <sub>z</sub> [Ω]	3,5	2,2



18. ábra. Korrekciós szűrő a rezonanciafrekvencián tapasztalható impedancianövekedés kiküszöbölésére



19. ábra. A Zobel-tag kapcsolási rajza és számítása

Tanulságos, hogy a számítások során irreálisan nagy értékű kondenzátor jött ki eredményül a mélysugárzó számára, így ilyen esetekben már anyagi szempontból sem érdemes a használatát erőltetni (nem használunk Zobel-tagot). Nyilván egy 8 vagy 16  $\Omega$ -os hangszóró esetében valamivel kedvezőbb helyzetben vagyunk, de mindenképpen jó minőségű alkatrészeket (nem elektrolitkondenzátorokat!) kell használnunk.

Természetesen a korrekciós tagok beépítésével a tervezetten felül pozitív és negatív értelmű másodlagos hatások is keletkeznek, amelyek ismét a komplett hangszóró tulajdonságait, végső soron hangzását módosítják. Ehhez jön még a vásárolt és/vagy házilagosan készített alkatlemek véges értékpontossága és minősége.

Azok a szűrőáramkörök, amelyek gyenge minőségű alkatlemei (vesztéges, polaritásérzékeny elkő, túl vékony huzalból tekercselt és veszteséges, telítődő vasmaggal rendelkező induktivitás) további módosító hatást okoznak, ismeretlen módon befolyásolhatják egy hangszóró hangminőségét.

A váltószűrők esetében két további körülményt kell figyelembe vennünk. A szűrő és a hangszóró együtt egységes rendszert alkot és a keresztelési frekvencián tanúsított akusztikai frekvenciamenet eltér a tervezettől, ha pl. a két szétválasztott hangszóró sávhatáron kívüli viselkedése is eltér.

Különösen kielezett a helyzet akkor, ha valamelyik hangszóró határfrekvenciája, levágási tartománya vagy éppen jelentős kiemelése a keresztelési frekvenciához közel esik. Ekkor a két hatás olyan kedvezőtlenül adódhat össze, hogy a túl nagy csillapítás az átviteli sáv ezen kritikus részén szintcsökkenést, lyukat eredményez, vagy ellenkezőleg, akusztikailag nem jön létre a kívánt szétválasztás. Ilyen esetekben az adott hangszóró és a szűrő egyesített frekvenciamenetével kell számolni, azaz a tervezett merekségű LC szűrő helyett esetleg egy laposabb vagy éppen egy meredekebb szűrő adja a helyes eredményt. Meglehet, hogy ez a villamos szempontból féloldalas fokszámú, meredekségű, úgymond szabálytalan szűrőkonstrukciót eredményez, de – akusztikailag tekintve – a dolog rendben lesz.

Másik fontos tényező lehet az, hogy a szűrők különböző teljesítményű

és/vagy hatásfokú egységekre csatlakoznak. Ekkor szükség lehet a villamos teljesítmény korlátozására, feszültségosztásra anélkül, hogy az a szűrő működését, illeszkedését zavarja. Erre a célra olyan állítható vagy fix (kis értékű) ellenállásokból összeépített, jól terhelhető teljesítményosztó használatos, amely a szűrőoldalról nézve névleges ellenállást mutat, miközben a hangszóró szempontjából létrehozza a kívánt leosztást. (Mivel ezek a megoldások leggyakrabban a magashangú hangszórók áramköreibe fordulnak elő, gyakori, hogy ezt a teljesítményosztót tweeter-osztónak is nevezik.)

## PC-s programok

A számítások igen nagy mértékben megkönnyíthetők számítógépes programok segítségével. Ezen programok lényegében három területen jelentenek segítséget:

- dobozjellemzők számítása különféle finomított algoritmusok segítségével;

- aktív/passzív keresztváltók, szűrők, egyéb segédáramkörök számítása;

- hangszórók részletes paramétereit tartalmazó, a felhasználó által bővíthető adatbázisok.

A számítások végeredményét – az adott programtól függően – táblázatos vagy grafikus formában kapjuk meg. Nagyon fontos, hogy ezeket értékükön kezeljük! Annak ellenére, hogy ezek a táblázatok és frekvenciakarakteristikák nagyon meggyőzőnek tűnnek, nem szabad azt szem elől tévesztenünk, hogy a programok a kiválasztott hangszórót a rendelkezésre álló Thiele-Schmall (T/S) paraméterek alapján *csak szimulálják*.

Ismeretes, hogy még egy igen korrekt, megbízható cég által gyártott hangszórótípus egyes példányai között is jelentős eltérés lehetséges, így az a számítás, amelyik egyáltalán nem foglalkozik egy hangszóró katalógusbeli vagy saját mérés szerinti frekvenciakarakteristikájával, a program által előállított táblázatoknak, jelleggörbéknek és a valóságnak nem túl sok köze lehet egymáshoz.

Másrészt viszont az eredmény mégsem dobandó el, hiszen a legfontosabb jellemzők mégiscsak jelen vannak és hatnak a T/S paramétereken keresztül, így egy vizsgált szűkebb frekvenciatartományban a valóságos hangszóró/hangszóró tulajdonságai és a szá-

mítások végeredményei között értékes korreláció, egybecsengés van.

A teendőnk: addig kell dolgoznunk a programok segítségével a tervezett hangszórón, amíg a számítások segítségével a maximumot hozzuk ki abból, s ezen közben tulajdonképpen nagyjából meg is ismerjük a hangszóró és a hangszóró viselkedését. A megépítésnél pedig a végső finomítás, pl. a kellő csillapítás, a pontos behangolás stb. alkalmával nem egy alapjaiban elhibázott konstrukcióval állunk szemben, hanem a számítások során megismert korlátokkal és jellemzőkkel felruházott hangszóróval, amely mindössze végső beállításra szorul. Ez egyúttal bizonyos csodavárásoktól is megkímélhet bennünket, így amennyiben a szimulációs programban azt látjuk, hogy a tervezett hangszóró 60 Hz alatt már nemigen visz át, akkor később nem méltatlankodunk a megépített doboz 25 Hz-es mélyhangjainak hiánya miatt.

A programokkal, vagyis az adatokkal, méretekkel, hangszórókkal történő – virtuális – munka igen alkalmas arra, hogy felfigyelhessünk: hatalmasat lehet tévedni a hasraütéses tervezés során egy alkalmatlan hangszóró vagy a szükségesnél jóval nagyobb, jóval kisebb vagy más szempontból alkalmatlan doboztípus alkalmazásával.

Mindenesetre tartsunk szemléletünkben valamely egészséges egyensúlyt a számítások és a gyakorlati tapasztalatok között, mindegyiket értékén kezelve és egyiket sem féltiszálva. Gondoljunk arra is, hogy az elkészült hangszóróból nem frekvencia- és fáziskarakteristikákat, dB-eket, torzítási százalékokat és impulzusátvitelt hallgatunk, hanem valamely zenét, és a két dolog között van ugyan némi rokonság, de hogy mily (távoli) mértékben, arról évtizedek óta erősen megoszolók a vélemények.

A programok hallatlan sok numerikus számítási munkától kímélnék meg minket, amely egyébként mind a dobozok méretezése, mind pedig a szűrőszámítások variálgatása, finomítgatása során szinte természetes és fárasztó mellékkörülmény lenne, s minél bonyolultabb konstrukciót választunk, a nyereségünk annál nagyobb lesz.

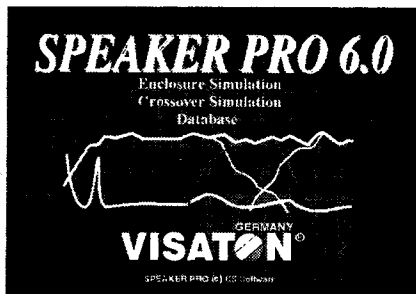
Itt kell megjegyeznünk, hogy a hazai kiskereskedelem elképesztő érdektelensége a hangszórótervező programok beszerzése ügyében minden elképzelhető felülmúlt. A megkeresett

cégeket semmi nem lelkesítette fel oly mértékben, hogy bármely tervezőprogramból akár egyet is a kínálatukon tartsanak. Mivel erre olvasóink részéről mégiscsak jelentős igény jelentkezett, az interneten elérhető programokból mutatunk be egy válogatást.

## DOS-szintű programok

### Speaker PRO 6.0

Visaton támogatású, kezdő DOS-szintű, lehallómenüs rendszerű, 1988–1997-es évjáratú, német fejlesztésű,



doboz- és hangváltótervező, illetve frekvenciamenet-szimulációs program, angol nyelvezetű menüvel és segítségével (20. ábra és 21. ábra). Alkalmazása bármely olyan matuzsálemi AT gépen lehetséges, amely a következő (minimális) szintű adottságokkal rendelkezik: merevlemez 2 MiB szabad területtel, DOS 3.0 vagy újabb verzió, color CGA, EGA, VGA vagy monokróm Hercules kártya/képernyő és 640 KiB RAM. A túl fejlett hardver sem nem gátolja, sem nem segíti a program használatát. A demo verzió egy P III/450-es gépen, Win 98 alatt sem teljesképernyős, sem ablakos beállításban nem jött zavarba, gond nélkül, hibátlanul futott.

*Hiba lenne az öregecske program képességeit lebecsülni!* A tervezők a

korabeli lehetőségeket mind a színekben, mind az egér- és/vagy kulcskarakteres, kurzoros kezelésű lehallómenükben, mind pedig a beépített adatbázis és számítási lehetőségek vonatkozásában maximálisan kihasználták. Voltaképp nagyon tiszteletre méltó a hozzávetőleg egy évtizedes program azon igyekezete, hogy még az őS-DOS szintjén szép, a tabulátorgomb, a + és – gombok és a nyílombok segítségével tovább szerkeszthető(!) grafikai ábrákat (diagramokat) is mutasson be (22. ábra).

Tulajdonképpen nem sok akadály van annak, hogy a program segítségével manapság is korrekt módon elvégezhessük egy hangszugárzó tervezését. Igaz, hogy a demóverzió adatbázisa csupán kilenc darab Visaton hangsugáróra korlátozódik, de a teljes verziót a kívánt adatokkal feltöltve a számítások már igen sok hangszugárzó és hangváltó vonatkozásában végrehajthatók. Képeink a „könnyített” bemutatóváltozatról készültek, a teljes verzióért a Visaton céghez kell fordulni.

A program teljes verziójának segítségével a dobozok meglepően széles választékának tervezése hajtható végre, német alaposággal. Lehetőség van zárt doboz bassreflex- (rezonáns-) doboz és a hozzá tartozó hangolócső, exponenciális tölcser, TL-doboz és sávszűrő jellegű (többüreges) hangszugárzó méretezésére.

A program számos meglepő opciót tartalmaz, pl. a hangszóró és a megtervezett hangszugárzó doboz tulajdonságai alapján, Fourier-transzformáció segítségével kiszámítja és ábrázolja a beépített hangszóró várható (szimulált) impulzusátvitelét zárt, bassreflex és sávszűrős (többüreges) típusú doboz esetében.

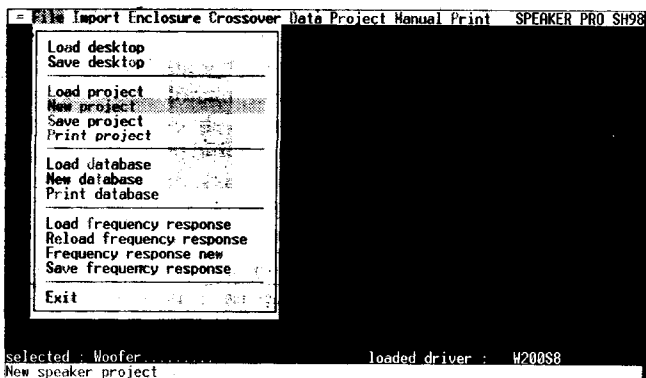
A program egyik nagy erőssége a passzív keresztváltók, teljesítményosztók és egyéb szűrők (Zobel-tag, lyukszűrő) számítása. Még felsorolni is nehéz a lehetőségeket: hatféle, különleges kivitelű, –6 és –12 dB oldalmeredekségű alul- és felüláteresztő, valamint sávszűrő, továbbá húszféle hagyományos felépítésű, a program szerinti „tankönyvi formátumú”, –6, –12, –18 és –24 dB-es oldalmeredekségű alul- és felüláteresztő, állandó teljesítményű, Bessel, Butterworth, Csebi-sev, Linkwitz és Linkwitz-Riley átviteli karakterisztikával (23. ábra).

A Speaker PRO 6.0 számos más (korabeli és esetenként még ma is létező) tervező/mérőprogram adatbázisát képes importálni, pl. az ASCII szinten is hozzáférhető adatok felül a Kemsonic, MLSSA, MEPEG, ATB 2.3, DAAS, LMS, IMP, CLIO, PC-AUDIOLAB, Hifisound. Sajnálatos, hogy ezek egy része felett eljárt az idő, másrészt kérdéses, hogy az időközben alaposan továbbfejlesztett külső program (pl. CLIO, MLSSA stb.) újabb keletű/verziójú adatbázisát hogyan képes kezelni.

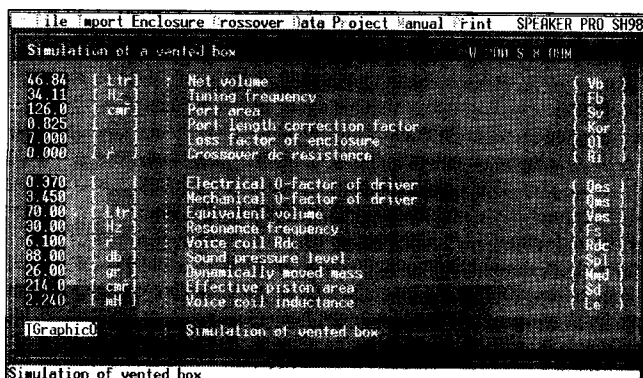
További lehetőségként tartalmazza a program valamely ismeretlen típusú hangszóró fontosabb adatai, Thiele-Schmall paramétereit felderítéséhez szükséges egyszerű villamos mérési eljárások rövid leírását és a szükséges algoritmusokat.

A kis méretű zárt dobozzal lefolytatott vizsgálat, illetve a kónusz súlyterheléses mérése során kapott adatokat a megfelelő rovatokba behordva, azokat a program azonnal átszámítja T/S paraméterekre.

A tervezési folyamat végén a doboz elkészítéséhez szükséges asztalos méretlista is a rendelkezésünkre áll.

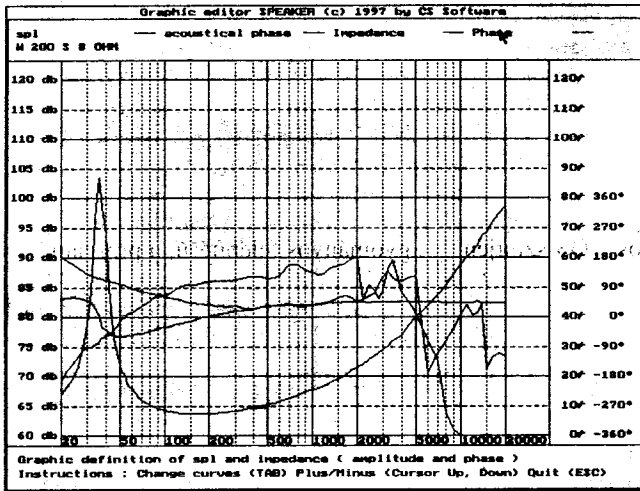


20. ábra. A Speaker Pro 6.0 fejlett lehallómenü-rendszerben dolgozik



21. ábra. A tervezett doboztípus minden fontos jellemzője rendelkezésünkre áll





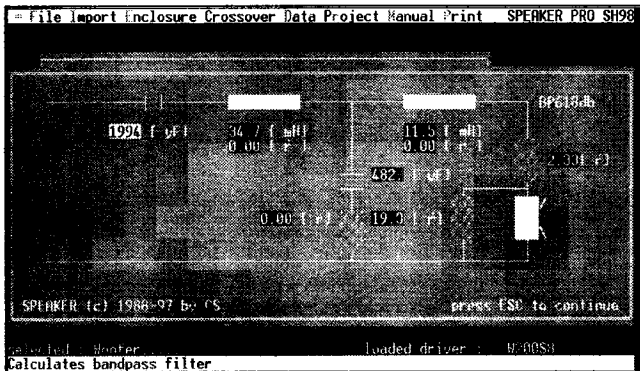
22. ábra. A Speaker Pro 6.0 a hangsugárzó számos jellemzőjét meglepően finom rajzú képernyőn szemlélteti

### DOSmodel

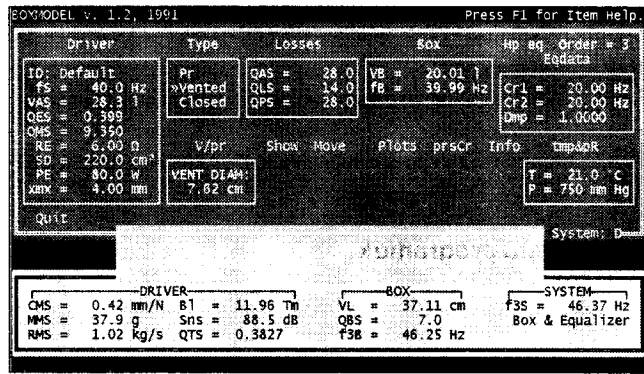
A kezdők számára ajánlott, DOS 2.0 szintű, CGA, EGA, VGA, MCGA képernyőn és még 256 K RAM-mal ellátott, 8086/8087-es múzeumi gépen is futó, Robert M. Bullock által 1990–1991-ben kifejlesztett, kizárólag a billentyűzetről kezelhető programcsomag négy modulból áll.

Mindegyik modul a saját EXE fájlja segítségével indítható, és egy olyan feliratozott kerettel, szinte üres képernyővel jelentkezik be, amely a programnak és alkotójának nevének kívül más hasznos információt nem tartalmaz. Bármely billentyűlétre azonban az adott program tovább lép a megfelelő munkaképernyőre. A négy modul a következő:

- BOXMODEL (zárt doboz, bass-reflex doboz és passzív sugárzós reflexdoboz tervezésére)



23. ábra. A különféle szűrők interaktív tervezése a Speaker Pro 6.0 segítségével



24. ábra. A BOXMODEL részprogram munkaképernyője; a TLBOXMOD és a BPBOXMODEL is hasonló

- TLBOXMOD (transmission-line típusú dobozok tervezésére)

- BPBOXMODEL (többüreges, sávszűrő típusú dobozok tervezésére)

- PASSIVE CROSSOVERS (passzív keresztváltók tervezésére)

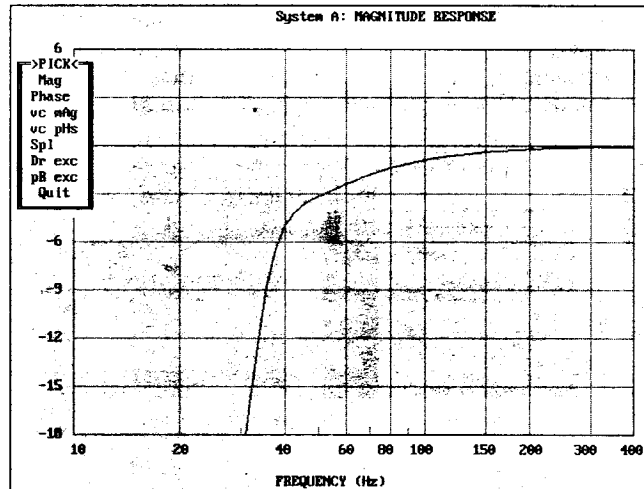
Noha a program kezelése a billentyűzet túlzott használata folytán kissé nehézkes, minden fontos adat bevihető és kezelhető segítségével (24. ábra). A munkaképernyőkön az egyes opciók fölött átléptetve a kurzort, van mód az adatbevitelre, javításra, átirásra, a rögzített opciók közötti választásra és F1-re elemi szintű segítségünk is van.

A Plots feliratú opció aktiválásakor a karakteres munkaképernyő helyett a grafikus diagramképernyőre vált a

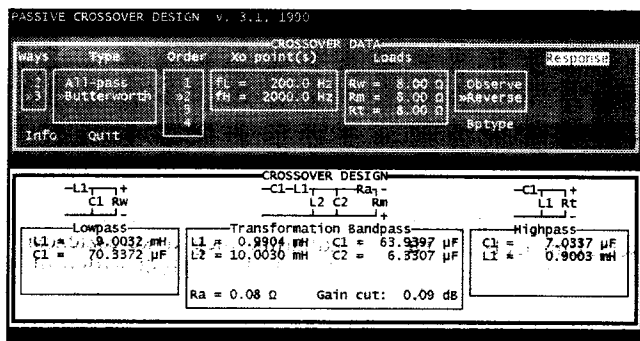
program, ahol egy néhányopcós kis segédmenü alapján a tervezés során felvett és kiszámított adatokból egész csokorra való szimulációs diagramot kaphatunk a frekvencia- és fázismenetről, a lengőkitérésről stb. meglepően jó rajzminőséggel (25. ábra).

A doboz tervezése nem terjed ki az asztalosrajz szintjéig, csupán a térfogatokról, hangolócsövekről kapunk információt. Az alkalmazandó csillapítóanyag tulajdonságait (elemi rost átmérő, fajsúly, porozitás stb.) azonban beviteljük a programba és így vizsgálhatjuk annak hatását.

A szűrőtervező részben nagyon egyszerű pálcikarajz mutatja be a szűrő elvi felépítését (26. ábra); a túl puritán, szinte csak jelzésszerű rajzot kissé meg kell szokni, de kárpótol érte bennünket a háromféle típusú (Butterworth, Cse-bisev és korlátozható – kiemeléses/leszívásos – átviteli hibájú, ún. kompro-



25. ábra. A meglepően finom rajzú „Plots” képernyő értékes ábrázolási opciói a bal oldali >PICK< menüvel válthatók



26. ábra. A PASSIVE CROSSOVERS programopcióval tervezhetünk két- és háromutas váltószűrőket

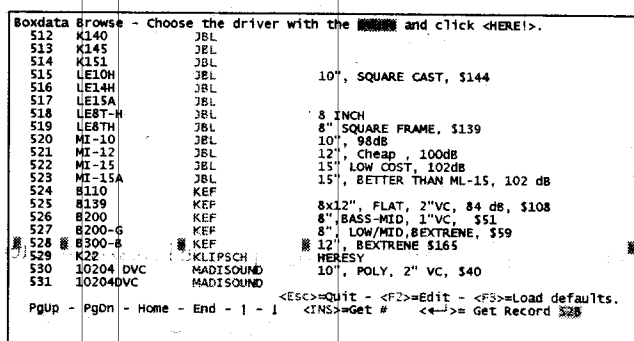
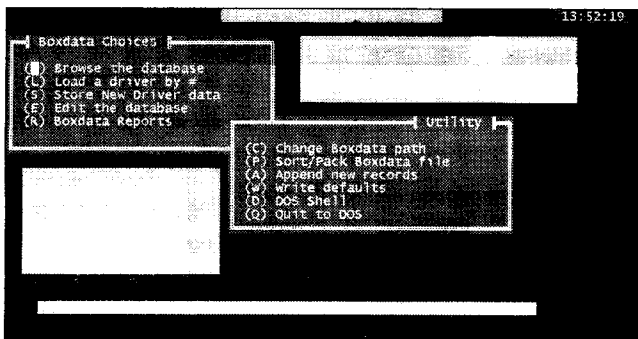
misszumos), első-, második-, harmad és negyedfokú szűrők tervezési lehetősége és a hozzá tartozó frekvencia- és fázismenet ábrázolása, és egyúttal támpontot ad a hangszórók polaritáshelyes bekötésére is, adott esetben letiltva a helytelen (nem javasolt) bekötést.

Ismét ne essünk abba a hibába, hogy lebecsüljük egy öreg, kissé baka-fántos, de valójában egyáltalán nem is rossz program képességeit! Bizony meglepődhetünk egy-egy szimulált átviteli görbe, fázismenet nem várt anomáliái láttán, s ha eddig semmiféle előzetes tervezést nem végeztünk, ez a program meggyőzhet minket ennek feltétlen szükségességéről.

### Perfect Box 4.5

Matuzsálemi korú, 1990-es program. Regisztrálási díj gyanánt a floridai szerző, Warren Merkel annak idején 40 \$-ra gondolt. Meglepően nagy és részletes adatbázisában 882 féle típusú (nyilván kissé koros) hangszóró legfontosabb T/S paramétereit és egyéb adatait találhatók meg.

A teljesablakos, szószátyár bejelentkező képernyő bármely billentyűlétes hatására a munkaképernyőre vált (27. ábra), ami a kissé avitt technika szerint néhány színes keretből áll, az



28. ábra. Az adatbázisban 882 darab hangszóró paramétereit találjuk, esetenként kommentárral is

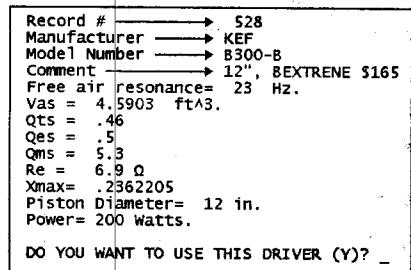
egér és/vagy a billentyűzet segítségével kiválasztható opciókkal. A kezelés nem mondható túl kézreállóknak.

Némileg kellemetlen, hogy amennyiben a program a saját adatbázisát, annak helyét önmagától nem találja és jegyzi meg, azt indítás után a *Change Boxdata Path* opció felhasználásával nekünk kell azt beírunk, de a hiba az indító kötegfájl átszerkesztésével javítható.

Amennyiben valamely dobozt készülnék tervezni, a B opcióval választhatjuk ki az adatbázisban történő böngészést (28. ábra és 29. ábra). Ez nagyon sok 1990 előtt készült, de ma is forgalomban levő, esetenként legendás hírű, mélyhangú hangszóró adatait tartalmazza (Altec, ATC, Audax, Beyma, Blah-Blah, Celestion, Cerwin-Vega, Dinaudio, Eclipse, Electro-Voice, Emilar, Eminence, Eton, Fane, Focal, Fostex, Gauss, Gold Sound, JBL, Klipsch, Madisound, Marquis, McCauley, MTX, Nakamichi, PAS, Peerless-Denmark, Peerless-USA, Petra, Petras, Pioneer, Polk, Polydax, Precision, Pyle, Pyramid, Ramsdell Audio, Renkus-Hienz, Rockford, Scan-Speak, Seas, Studio, TAD, Tannoy, TOA, Vandersteen, Versa-Tronics, Vifa és Yamaha), de lehetőségünk van újabb típusok adatainak bevitelére is.

Olvasóink arról számoltak be, hogy nagyon sok, évekkel ezelőtt gyártott hangszóróféleség van forgalomban részben a szakboltokban, részben saját tulajdonban. Ezek egy részéről manapság valamiféle katalógusadatot már igen nehézkes beszerezni. A fent említett cégek régebbi típusairól ezen program adatbázisában a legfontosabb adatok íme a rendelkezésünkre állnak. A választék nagyon széles, a számos kerek és ovál kisebb-nagyobb hangszóró mellett az adatbázis gerincét képezi a mélynyomóként igen jól használható 14-16-18 hüvelykesek csoportja. Emellett a választékban néhány nagyon híres „csemege” mellett megtaláljuk a Ramsdell Audio 27"-os, SW2710 típusjelű, közel 70 cm átmérőjű, 500 W-os, 103 dB-es érzékenységgel nagygyújtát is!

Az adatbázisból kiválasztott hangszóróhoz a program azonnal javasol ideális méretű zárt és bassreflex doboztér fogatot, első és másodfokú hangváltóval, de a doboz méreteit és a reflexdobozhoz szükséges hangolósó jellemzőit mi is megadhatjuk, változtathatjuk. A választott adatok szerinti várható frekvenciamenet, maximális ve-



27. ábra. A regisztrálatlan Perfect Box menüképernyője; csak a regisztráció után működik minden menüpont

29. ábra. Az adatbázisból: a KEF cég híres, B300-B típusú bextrémembrános hangszórójának adatlapja

Szerintünk a program legfőbb érde-  
me a jelentős, bár kissé koros adatbázis.

### SD-LMP

A Loudspeaker Modeling Program 1989-es fejlesztésű, igazi meztílabas, veterán DOS program, különféle típusú keresztváltók tervezésére. Ennek ellenére még mindig meglepően jól használható, ha egyébként – némi gyakorlás után – a kissé kezdetleges menürendszerében már jól eligazodunk. Egy ilyen primitív kis program nagyon sok felesleges numerikus munkától szabá-  
díthat meg minket, és abban is biztosak lehetünk, hogy a keresztváltó számításoknál oly gyakori több nagyságrendnyi tévedés, számolási hiba ( $\mu\text{F}$  helyett nF, mH helyett  $\mu\text{H}$  stb.) ezen program használatával nem következik be, továbbá az eredményről grafikus formában is kapunk némi eligazítást.

A fejlesztők, a *Sitting Duck Software* cég (Veneta, Oregon állam) munkatársai 1990-ben 40 \$ regisztrációs díjra gondoltak. A regisztrálatlan program opciói részlegesen használhatók.

A program minden olyan CGA, EGA vagy VGA képernyős PC-n működik, amely képes a DOS 3.0 szintjén dolgozni, de nem jön zavarba a Win 98 platformon sem, akár ablakban, akár teljesképernyős üzemben futtatva. A merevlemezen kb. 300 kb-át helyet foglal el, de *nehézség nélkül futtatható akár floppyról is!*

Az installálás nagyon egyszerű: az *sdlmp215.zip* nevű fájlt egy tetszőleges könyvtárba kicsomagolva, összesen hét fájlt kapunk, amelyből az indítható *sd-lmp.exe* fájl tartalmazza a program legfontosabb részét. Indítása után egy nagyon korai kinézetű, DOS típusú, teljesképernyős menüablát kapunk (31. ábra), ahol az egyes betűparancsokat elindítva állnak a rendelkezé-

sünkre a különböző opciók. A betűparancsok közül a számunkra a legfontosabb a *Crossower program* jelzésű. Beütve a billentyűzeten a C betűt, megjelenik egy következő menüablak, ahol ismét a C gomb segítségével jutunk el a hangszórók és a keresztváltó legfontosabb adatainak beviteléhez (32. ábra). Itt adhatjuk meg a keresztvezési frekvenciát Hz-ben, kiválaszthatjuk szűrő fokszámát (1, 2, 3 és 4 fokú), s ezen felül még meg kell adnunk egyenként a hangszórók impedanciáját. A legutolsó adat bevitele után egy újabb menüablakot kapunk, ahol kiválaszthatjuk, hogy a szűrő kapcsolási rajzát (V) vagy a frekvencia- és fázisdiagramját (R) kívánjuk-e megtekinteni. Amennyiben a kapott értékekkel valamiért elégedetlenek vagyunk, a szűrő interaktív módon – a frekvenciamenet ellenőrzése útján – a főmenübe visszatérve módosítható, és pl. lehetséges az egymástól különböző fokszámú alul- és felüláteresztő szűrő konstrukció kipróbálása, a váltó fokozatos módosítása, a frekvencia- és a fázismenet egyidejű ellenőrzése mellett. A teljesképernyős diagramok felbontása nyilván függ a képernyő típusától, de pl. VGA monitoron teljességgel kielégítő minőségűek, ugyanekkor roppant tanulságosak is. Kezdők számára – az alapok, az elméleti ismeretek megszerzése után – szinte nem is lehet hasznosabb kiegészítő metódust javasolni a szűrőkkel való ismerkedésre, mint az SD-LMP-t. Így ennek a hófehér szakál-  
lú programnak még ma is van létjogosultsága.

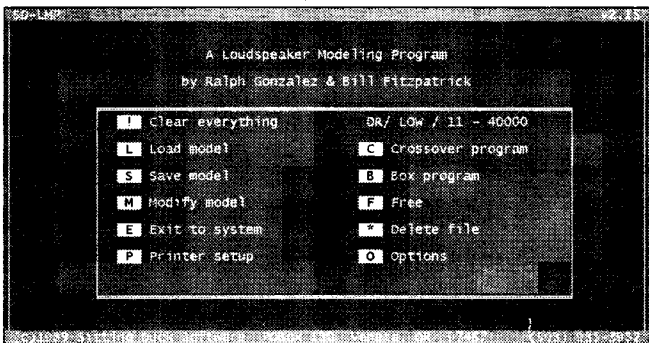
A program legfőbb erénye az a hatalmas egyszerűség, amelyet azért valójában csak néhány perc begyakorlás, a billentyűzeten való zongorázgatás után fogunk felfedezni. Az, a program által kért néhány adat ugyanis, amitől az első pillanatban meglepődünk, szá-

Freq. In Hz.	Relative Response In (dB)	Maximum Power Input In watts	Maximum Infinite Baffle SPL In (dB)
20	-8.85	65.67	96.25
25	-6.23	87.73	100.12
30	-4.5	122.04	103.29
35	-3.34	173.02	105.97
40	-2.54	200	107.39
45	-1.99	200	107.95
50	-1.59	200	108.34
55	-1.3	200	108.64
60	-1.08	200	108.86
65	-.91	200	109.02
70	-.78	200	109.16
75	-.67	200	109.26
80	-.59	200	109.35
85	-.52	200	109.42

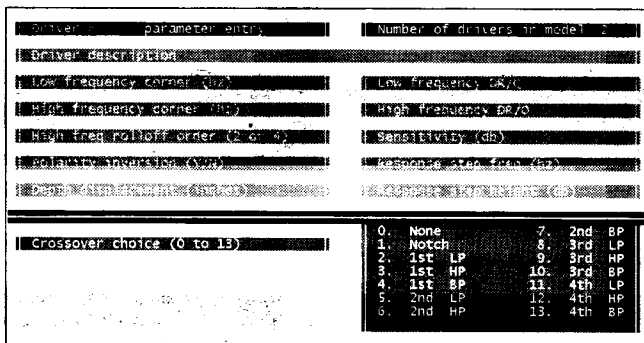
30. ábra. A számított adatok táblázatos formában állnak a rendelkezésünkre

zérőteljesítményt és számított hangnyomást a program táblázatosan közli (30. ábra). A regisztrálatlan programban grafikus formában nem áll módunkban megsejmelni az adatokat.

A program kezelése, az opciók értelmezgetése, a számos numerikus eredmény kiértékelése a mai, felhasználóbarát programokhoz képest kissé nehézkesnek, őskorinak tűnhet. Mindamellert nagyon hasznos, hogy néhány olyan tényező már bele van építve az algoritmusokba, amelyeket még manapság is sokan elhanyagolnak. Ilyen pl. a hangszóró maximális megengedhető löketének hatása a lesugározható legnagyobb teljesítményre, elsősorban a frekvenciasáv alsó részén. Példának választva a korábban említett Ramsdell Audio 27"-os hangszóróját, a tervezés során kiderül, hogy a hatalmas méretek (pl. 16 cm-es lengőátmérő), a 18 Hz-es rezonancia ellenére is a teljes 500 W teljesítménnyel csak 60 Hz fölött hajtható meg, és a hangszóró terhelhetősége 40 Hz-en éppen a felére esik, 20 Hz körül pedig már csak 170 W! Nem nehéz tehát ezt a hangszórót sem – csupán a katalógus szerinti névleges teljesítménnyel meghajtva! – tönkretenni!



31. ábra. Az LMP főmenü-ablaka



32. ábra. Számos szűrőtípust tervezhetünk az LMP-vel

# Az STK463 „klónozása”

Gilszki József technikus

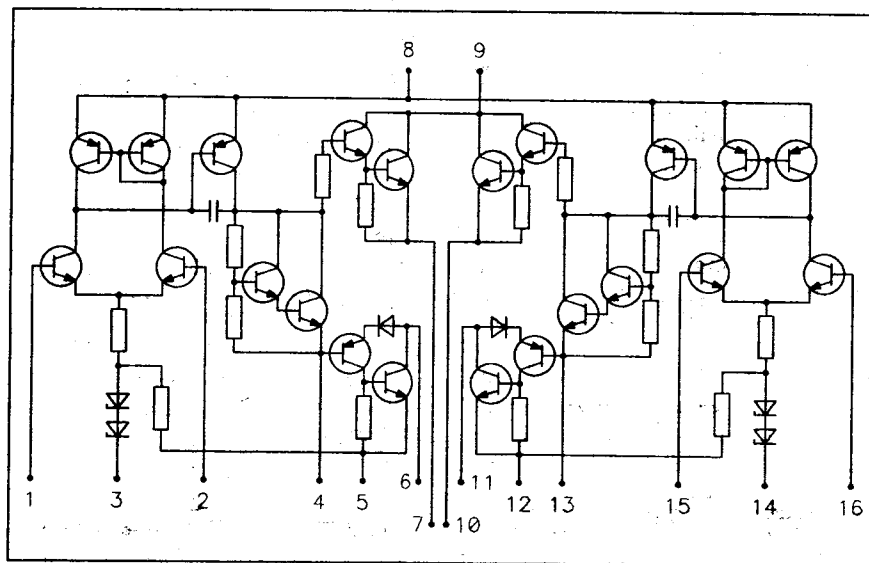
Rutinfeladatnak ígérkezett az ONKYO A-15 típusú erősítő tönkrement végfokozatának javítása. A kereskedőknél érdeklődve mégis egyre inkább reménytelennek látszott a dolog. A régi típusú integrált áramkör beszerzését csak drágán és bizonytalan határidővel tudták volna vállalni. Mérlegelve egy esetleges későbbi, újabb meghibásodás bonyodalmaival (az idő múlásával még kisebb eséllyel lehetne pótolni az alkatrészt) és költségeit, valamint azt, hogy helyettesítő típust nem találtam, az utánépítés mellett döntöttem.

A gyártó, a SANYO cég adatlapjáról kiderül, hogy szinte azonos belső kapcsolással rendelkező, hattagú végfokozatcsalád egyikéről van szó. Javasolt névleges terhelésük, azaz a hangszóró-impedancia egységesen  $8 \Omega$ . A táblá-

Típus	STK457	STK459	STK460	STK461	STK463	STK465
Legnagyobb tápfesz.	$\pm 26 \text{ V}$	$\pm 31 \text{ V}$	$\pm 32 \text{ V}$	$\pm 33 \text{ V}$	$\pm 38 \text{ V}$	$\pm 41 \text{ V}$
Ajánlott tápfeszültség	$\pm 18 \text{ V}$	$\pm 21 \text{ V}$	$\pm 23 \text{ V}$	$\pm 23 \text{ V}$	$\pm 26 \text{ V}$	$\pm 28 \text{ V}$
Kimeneti teljesítmény	10 W	15 W	20 W	20 W	25 W	30 W

zatból kiolvasható, hogy az egyes típusok döntően a lehetséges tápfeszültség nagyságában és az ebből adódó maximális kimenőteljesítményben különböznek.

A belső felépítésük az 1. ábrán látható. Annyi eltérés van közöttük, hogy az STK457, az STK459 és az STK460 típusoknál a rajz szerinti két-két sorba kapcsolt Z-dióda helyett csak egy-egy található.



1. ábra

(Folytatás a 113. oldalról)  
munkra teljesen közömbös, így a megfelelő – végül is mellékes – rovatokba szinte bármit beírhatunk, amit a program elfogad. Így egy – akár negyedfokú – szűrő megtervezése, áttervezése szinte néhány másodperc alatt megtör-

ténhet, amelyet a meglehetősen időigényes eljárással, a papír-ceruza módszerrel (vagy akár kalkulátorral) dolgozók tudnak igazán értékelni.

(A Windows-alapú programok ismertetését, illetve a cikk befejezését a Rádiótechnikában hozzuk. – A szerk.)

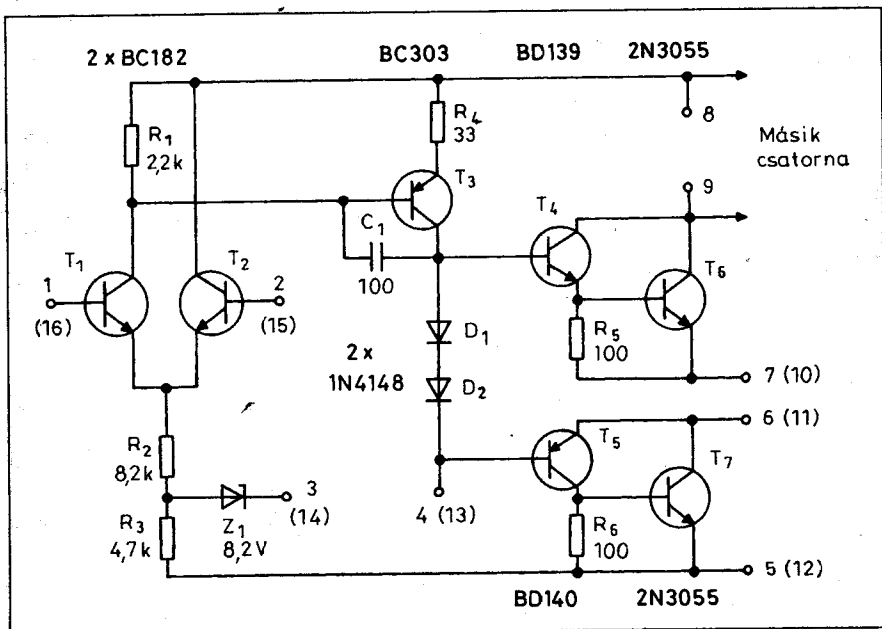
A precízen felépített, eredeti kapcsolást célszerű lett volna pontosan utánépíteni. Sajnos, a gyári eredeti dokumentációban az alkatrészek értékei nem voltak feltüntetve és (természetesen) a tranzisztorok alapvető paramétere is ismeretlenek. Ráadásul a félvezetők igen jó hőkapcsolatban (és hőkompenzációban!) állhatnak egymással. Precíz másolatot tehát nem készíthetünk. Ezért, némileg leegyszerűsítve született a 2. ábra szerinti erősítő (csak az egyik sztereó-oldalt ábrázolja). A csatlakozások számozása természetesen követi a megfelelő kivezetéseket az eredeti integrált áramkörtől, a zárójelben a másik csatorna azonos értelmű pontjaival.

Szokványos felépítésű ez a „másolat” végerősítő is: bemeneti differenciál fokozat + nagyjelű fázisfordító + meghajtó + végfokozat. Az eredeti megoldáshoz hasonlóan egyszerűen, ellenállásokkal lettek biztosítva a munkaponti áramok.

A nyomtatott áramkör terve a 3. ábrán, az alkatrész-beültetési rajz pedig a 4. ábrán található. A végtranzisztorok bázis-emitter kivezetéseikhez kapcsolódó  $100 \Omega$ -os ellenállások a fóliás oldalra kerültek, a forrasztási pontjaikat tehát nem szükséges átfúrni.

A panel felerősítése egy derékszögben meghajlított alumíniumlappal történt. Az egyik oldalán a teljesítménytranzisztorok helyezkednek el a fóliás lemezzel. A másik síkján pedig, két furat segítségével, az eredeti integrált áramkör helyére csavaroztam, a hűtőbordára. A bekötést rövid vezetékdarabokkal oldottam meg.

Ez a kapcsolás a bevezetőben említett erősítő javítására született, jól mű-

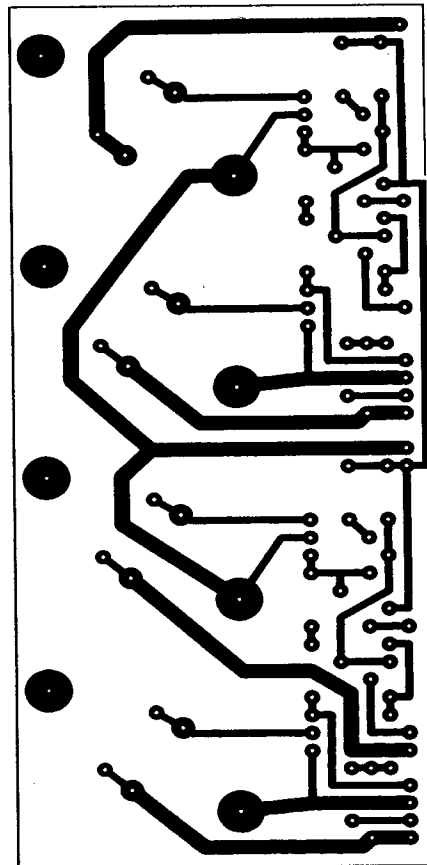


2. ábra

ködik vele. Relatív nagy méretű nyomtatott áramkörre elért az adott készülék belsejében. Természetesen megépíthető más készülékhez is, ha az

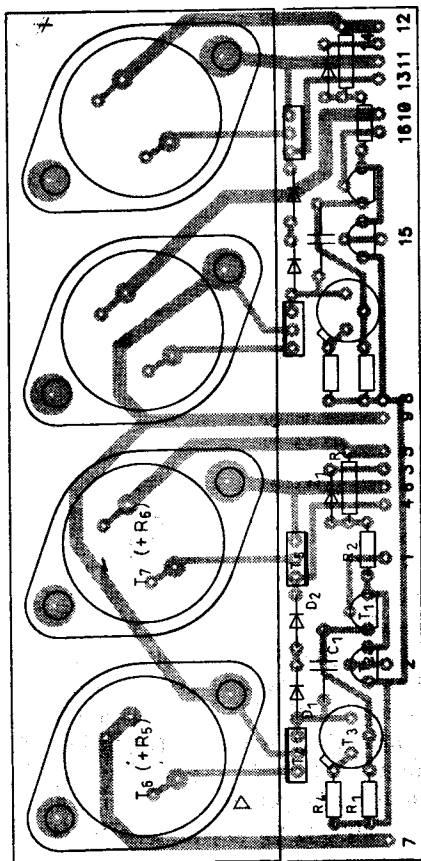
említett integrált áramkörök valamelyikének kiváltása a feladat.

Ha szükséges a kisebb méret és/vagy a valamivel precízebb működés, akkor az 5. ábra kínálhat alternatívát. A Darlington-kapcsolású végtranzisztoroknak köszönhetően a panelméret jelentősen csökkent. A „B” osztályú végfokozat munkaponti áramának pontosabb beállításával (T<sub>4</sub>) kisebb a keresztelési torzítás. A nyomtatási terv a 6. ábrán, a beültetés a 7. ábrán látható. A 100 nF-os kondenzáto-

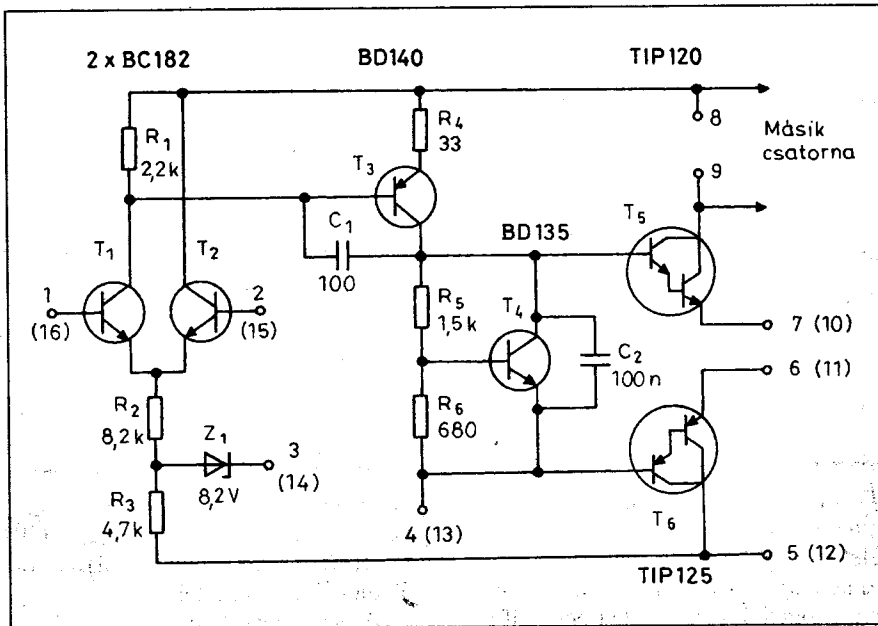


3. ábra

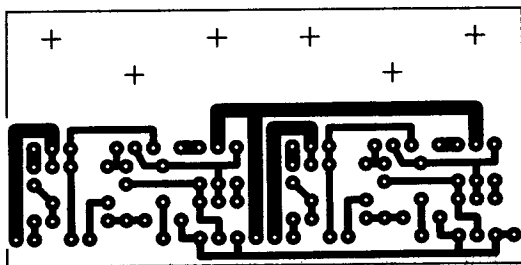
rokat a fóliás oldalra forrasztottam, a tranzisztor kivezetéseihez. A csatlakozási pontok számozásának értelmezése természetesen változatlan.



4. ábra



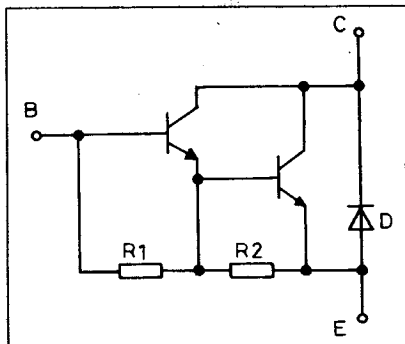
5. ábra



6. ábra

A beépíthető komplementer Darlington-párokról (TIP120...127) nyújt némi áttekintést a *Hobby Elektronika* folyóirat 1992. évi márciusi számában a *katalógus* rovat. Jó tudni, hogy ezek a tranzisztorok a csipen tartalmaznak két ellenállást és egy védődiodát is. A 8. ábra az npn-változatok belső kapcsolását szemlélteti.

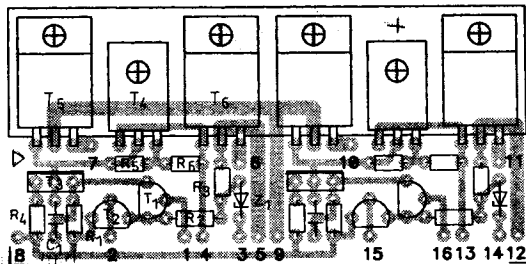
Az első, egyszerűbb változatnál (2. ábra) különösebb beállításra nincs szükség, csak ha a végfokozat kimenetének egyenfeszültsége meghaladja a néhányszor tíz millivoltot. Ez előfordulhat, főleg, ha egy másik készülékben az STK4xx IC tápfeszültsége eltérő (a mostani végfoknál ez  $\pm 34$  V). Ekkor a 2,2 k $\Omega$ -os ellenállások értékének módosításával minimalizálhatjuk a kimeneti DC-potenciált.



8. ábra

A második áramkörnél (5. ábra) annival bővíthet a procedúra, hogy célszerű pontosan beállítani a végfokozat nyugalmi áramát. A  $T_4$  kollektora

7. ábra



és bázisa közé forrasszunk egy 2,2 k $\Omega$ -os trimmerpotenciómétert, amit rövidre zárt állásba forgatunk! Ezt természetesen a másik csatornánál is el kell végezni. Tápfeszültség alá helyezve a készüléket, az eredeti integrált áramkör 6-7 és 10-11 kivezetései közötti néhány tized ohm nagyságú ellenálláson mérjük a feszültségesést. Ez a kimeneti fokozat tranzisztorpárosának a közös emitterellenállása. A trimmer(ek) óvatos forgatásával állítsunk be 20...30 mA áramot; ekkor egy 0,33  $\Omega$ -os ellenálláson kb. 7...10 mV mérhető. Végül építsük be a trimmerrel meghatározott nagyságú, fix ellenállásokat, pontos érték híján a szabványsor legközelebbi kisebb értékű eleméhez kerekíthetünk.

A „klónozáshoz” sok sikert kívánok!

# Nagy Évkönyv-akció!

Az akcióban tehát  
2-4-6... egyforma  
vagy különböző  
példányt lehet  
vásárolni.

## A RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVE

1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 kötetek közül  
1 db csak 800 Ft-ért,

**2 db most összesen 1490 Ft-ért kapható.**

**1991...2001-ig, 11 db csak 7777 Ft!**

Személyesen a  
szerkesztőségben,  
Budapest XIII.,  
Dagály u. 11.  
I. em. 130.  
9-14 óráig.  
Tel./fax: 239-4932

✉ 1374 Bp., Pf. 603.  
hambazar@radiovilag.hu

# Technikatörténet – évszámokban

Dr. Fábián Tibor

## 10 éve történt

– Október 4-én Washingtonban elhunyt dr. BAY Zoltán, magyar származású fizikus (szül. 1900). Életét, tudományos eredményeit a Rádiótechnika Évkönyvének 1998. és 2000. évi számában ismertettük.

– Elhunyt John G. KEMENY (Kemény János) magyar származású amerikai matematikus, filozófus (szül. 1926), a BASIC programozási nyelv egyik megalkotója.

– Londonban meghalt Paul EISLER osztrák származású feltaláló (sz. 1907). Angliába emigrálva, 1941-ben megvalósította a „huzalozás síkba fektetését”: szigetelő lapra kasírozott rézfóliacsíkokból elkészítette az első nyomtatott áramkört.

– Az 1992. évi fizikai Nobel-díjat Georges CHARPAK lengyel származású francia fizikus (szül. 1924) kapta a genfi CERN Laboratóriumban feltalált nagyfelbontású elemirészecske-detektoráért és annak továbbfejlesztéséért.

– A Sony cég az év végén piacra hozta a MiniDisc lemezt és lejátszót a „hagyományos” kazetták, ill. magnók kiváltása céljából. A 64 mm átmérőjű lemezen lévő 60 vagy 74 percnyi hanganyagot tömörítve tárolják.

– Megjelent a piacon a DV-I (Digital Video Interactive) képlemez, amelyet az IBM, az Intel és a Microsoft fejlesztett ki. A 12 cm-es lemezen 72 perc kép/hang/szöveg/3D grafika fér el.

– A Digital Equipment februárban mutatta be skóciai laboratóriumában kifejlesztett Alpha-csipjét: az 1,7 millió tranzisztort tartalmazó, CMOS-technológiával készülő 64 bites mikroprocesszort. Az Alpha processzor és az ezzel készült számítógép 1992 végén hazánkban is megjelent.

– Megszületett az 1992. évi LXXII., azaz a Távközlési Törvény. A törvényt 1997-ben módosították. (Cikkeink: RT 2001/4. és 8.)

– Megszűnt az OIRT-egyezmény hatálya. Ennek ellenére számtalan előírása – pl. a tv-csatornák kiosztása, képviselő-hangvívő-távolság – még a mai napig is él. (RT ÉK 2001)

– Megjelent a Kodak és a Philips közös fejlesztése, a Photo-CD. Egy CD-n kb. 100 kép fér el, az egy-egy filmkocka tárolásához szükséges 18 MiB-nyi helyet tömörítéssel 6,5 MiB-ra szorították le. Lejátszásához CD-I vagy Kodak foto-CD lejátszó szükséges.

– Januárban üzembe helyezték az első közép-európai VSAT mintahálózat vezérlőközpontját az ÁB Aegon Biztosító Rt. budapesti számítóközpontjában. A VSAT rendszer a vidéki fiókokkal tart fenn kapcsolatot a gépjármű-felelősségbiztosítás adatainak forgalmazására.

– A Balaton térségében üzembe helyezték az első csipkártyás nyilvános telefonokat. A kereskedelemben megjelentek az ötvenegységűes kártyák.

– HDTV adásokat láthatott az érdeklődő szakmai közönség az alberville-i téli, a barcelonai nyári olimpiáról, valamint a sevillai Expo '92-ről. Utóbbin, áprilistól októberig, négy kamerával szinte folyamatosan tartottak HDTV bemutatókat.

– Hazánkban megkezdődik a távbeszélőközpontok „rendszerátváltása”: Ericsson AXE és Siemens EWSD tároltprogramú digitális központokat adnak át országszerte.

– Májusban és júniusban a Magyar Televízió és a Magyar Műsorszóró Vállalat – kísérleti jelleggel – néhány műsort a PAL-szabvány szerint sugározott. (Ezzel egyidejűleg kipróbálták a NICAM-rendszerű digitális sztereó hangátvitelt, de az 5,5 MHz-es segédvívón a kísérőhangot monóban is adták.) Az akkoriban végzett felmérések is a PAL-szabvány létjogosultságát igazolták.

– Megjelent a piacon a környezetbarát nikkel-fémhidrid (NiMH) akkumulátor. Névleges feszültsége 1,2 V, fajlagos energiataralma 52...70 W/kg.

– Március 16-án a Magyar Műsorszóró Vállalat (ma: Antenna Hungária Rt.) televíziós adás-vételi kísérleteket hajtott végre az Eutelsat I-F5, majd az Eutelsat II-F3 műholdon át. A feladóállomás az Országos Mikrohullámú Központban, a Széchenyi-hegyen volt. A vételi ellenőrző méréseket Sopronban, Pécsen, Budapesten, Emődön és Szentesen végezték. November elsején megkezdtek egy műholdas tv-műsor kísérleti sugárzását napi 3 órában.

**REFLEX**

*Minden ami a sikerhez kell*



-Hangszórók  
-hangdobozok  
-erősítők  
-keverőpultok  
-mikrofonok  
-hangszeralapok

-zenekari felszerelések  
gyártása, javítása  
-hangrendszerek tervezése  
kivitelezése

**ECLEREE**

**((beyma))**

**A REFLEX Kft. saját termékeire 24 hónap,  
egyéb termékekre 12 hónap garanciát vállal**

**Nagy választékban import berendezések: CSAK A MINŐSÉG!**

**Bemutatóterem:**

Nyitva:  
hétfőtől-péntekig 7-17 óráig

2225 Üllő, Pesti u. 69.

Tel.: 06-29-320-071  
Tel./fax: 06-29-320-688  
Fax: 06-29-322-225  
reflex@reflexsound.hu  
rsound@mail.matav.hu  
www.reflexsound.hu

– Augusztus 19-én átadták Európa és Afrika között az első tengeralatti optikai kábelt (Franciaország – Spanyolország – Portugália – Marokkó – Madeira-szigetek). A kábel hossza 3280 km.

– Márciusban Budapesten átadták az ELTE számítógép-hálózatát. A TCP/IP és Decnet hálózati protokoll alatt futó ELTENET – az átadáskor – 40 épületet kötött össze, optikai gerincvezetéke kb. 10 km hosszú volt. A VAX6510 és VAX4000/200 számítógépeket a Digital Magyarország szállította.

– Az év végén üzembehelyezett tévéadók: Fehérgyarmat, Csávoly, Herceghút, Letkés, valamint az akkori MTV1 műsorát a 41. csatornán 20 kW-tal sugárzó budapesti adó.

## 25 éve történt

– December 7-én az Egyesült Államokban elhunyt Peter C. GOLDMARK (Goldmark Péter Károly) magyar származású amerikai mérnök, fizikus (sz. 1906). Még egyetemistaként tv-vevőt készített, igaz, a kép mérete csak postabélyeg nagyságú volt. A Columbia Broadcasting Systemnél az ő irányításával fejlesztették ki azt a tv-rendszert, amely 1940 augusztusában – elsőként a világon – New Yorkban színes műsort sugárzott. Feltalálta a mikrobarázdás hosszanjátszó (LP) hanglemezt; elkészítette a mai videorendszerek előfutárát, a televíziós kép „konzerválását” lehetővé tevő készülékét (Electronic Video Recording). Kidolgozta az orvosi, oktatási, ipari célú zártláncú televíziót. Az általa kifejlesztett képbontó segítségével közvetítették a Lunar-Orbiterek a Hold felszínéről a képeket, kamerája az ember Holdra lépését is megörökítette.

– Meghalt TOMCSÁNYI István gépészmérnök (sz. 1891), a Posta Kísérleti Állomás munkatársa, a Magyar Rádió Rákóczi úti és Sándor utcai stúdióinak tervezője, fel- és átépítésük szervezője, 1932-től a PKÁ rádióosztályának és a Sándor utcai stúdióinak vezetője.

– Február 16-án Solton ünnepélyesen átadták rendeltetésének a Kossuth Rádió műsorát sugárzó 2 MW-os nagyadót és a 298 m magas antennatornyot. (Az állomás 1976 októberé óta üzemel.)

– Megjelent az amerikai üzletekben az Apple-II mikroszámítógép, az

Apple-I építőkészlet (kit) házba épített változata.

– A genfi WARC '77 világértekezleten kijelölték a tagországok által tévé- és rádióműsorok sugárzására egyaránt igénybevehető műholdcsatornákat.

– A Számítástechnikai Koordinációs Intézet (SZKI) kifejlesztette az MO51 mikroszámítógéppel vezérelt, a tv-képek fekete-fehér feliratozására szolgáló berendezést, amely szövegyszerkesztésre is alkalmas. (A feliratozót az 1978. évi tavaszi BNV-n mutatták be.)

– Júniusban az Európai Távközlési Igazgatások (CEPT) 17 tagja megállapodást írt alá a párizsi székhelyű, ideiglenes EUTELSAT szervezet létrehozásáról.

– Hertfordshire-ben (Anglia) – elsőként – kísérleti üvegszálás telefonösszeköttetést létesítettek.

– Március elsején az Ericsson cég Södertäljében (Svédország) üzembe helyezte az első digitális tároltprogram-vezérlésű AXE helyi telefonközpontot.

– A hazai karácsonyi ajándékvásár egyik slágere az elektronikus tv-játék volt, mely az AY3-8500 típusú MOS IC-re épült. Az alapkiépítésű gép hat játékot „tudott”: pl. teniszt, squasht, jégkorongot. (A *Rádiótechnika* már évekkorábban közölte e játékok építési leírásait.)

– December 29-én ünnepélyesen felavatták a mosonmagyaróvári új rádióállomást. Az 5 kW-os adóval és az új, 105 m magas antennával a Kisalföld számára sugározták a győri körzeti és a Petőfi stúdió műsorát.

## 50 éve történt

– Az 1952. évi fizikai Nobel-díjat Felix BLOCH (1905–1983) svájci származású amerikai és Edward Mills PURCELL (sz. 1912) amerikai fizikus kapta a „mágnesség új, pontos mérési módszereinek kidolgozásáért és ezek segítségével tett felfedezéseikért”.

– Budapesten megalakult az Elektronika Szövetkezet. Profilja: távközlési berendezések és hálózatok, valamint telefonközpontok ellenőrzésére szolgáló műszerek fejlesztése és gyártása.

– Áprilisban a Western Electricnél, majd később a General Electricnél megkezdtek a germánium rétegtranszisztorok gyártását. A piacon ekkor je-

lentek meg a germánium aranytűs és rétegdiodák.

– Május 1-jén kezdte meg a nyíregyházi adó 1250 kHz-en, 25 kW-tal, június 8-án a győri adó 1349 kHz-en, 400 W-tal, augusztus 20-án pedig a szombathelyi adó 1340 kHz-en, 12 kW-tal a Petőfi műsor rendszeres sugárzását.

– Neumann János irányításával Princetonban (USA), a Felsőfokú Tanulmányok Intézetében elkészült az IAS számítógép (Institute for Advanced Study). A gépet 1952. június 10-én mutatták be.

– Elhunyt ASCHNER Lipót vállalkozó, az egykori Egyesült Izzó vezérigazgatója, később alelnöke (sz. 1872). Tevékenysége alatt vezette be a Tungram a rádiócsőgyártást, tökéletesítették a fémszálás izzólámpákat, megindult a kriptonöltésű izzók tömeggyártása, Ajkán kriptongyárat létesítettek. 1922-ben – elsőként Magyarországon – ipari kutatólaboratóriumot hozott létre, ennek vezetője Pfeifer Ignác, majd Bay Zoltán volt.

– A Tungramnál megkezdtek a rádióvevőkhöz kifejlesztett novál elektroncsövek gyártását. Az első sorozat: ECC85, ECH81, EBF89, EABC80, EL84 és EZ80; ezt követte: EM80, EM84, ECL82 és ECL86.

– Londonban, a Royal Radar Establishment radaralkatrészek megbízhatóságával kapcsolatos előadássorozatán G. W. A. DUMMER felveti az integrált áramkörök készítésének gondolatát: „...egy blokk szigetelő, egyenirányító, erősítő vagy passzív áramköri elemként működő félvezetőanyagok több rétegéből állhat. Az egyes villamos funkcióknak egységes áramkörre kapcsolása azáltal valósítható meg, hogy a különböző rétegeket eltérő tulajdonságú félvezetőanyagokból építik fel.” Megjegyezzük, hogy Shockley már 1948-ban javasolta félvezető-rétegstuktúrák kialakítását.

– James HAYNES amerikai fizikus (sz. 1909) germániumdióda p-n átmenetén lumineszcenciát tapasztalt. (Ez lenne az első LED?). A GaAs-nél fellépő lumineszkálást három évvel később figyelte meg Rubin BRAUNSTEIN amerikai fizikus (sz. 1922).

– William Bradford SHOCKLEY (1910–1989), Nobel-díjas amerikai fizikus a Bell Lab's-ban kidolgozta a záróréteges FET elméletét, s azt novemberben tette közzé. Az első FET-ek 1953-ban készültek.



– December 16-án sugározta az első önálló vidéki műsort a nyíregyházi adó. Ez volt a Magyar Rádió regionális adásainak kezdete; addig az adók ugyanis csak az országos központi műsort sugározhatták.

## 75 éve történt

– Áprilisban volt az első vezeték-képvitel Washington és New York között (400 km). Az adást New Yorkból Whippanyba (35 km) rádióhullámok segítségével továbbították a Bell T. Lab's kísérleti állomásáról. A közvetítéseket a New Yorkban felállított „hatalmas távolbalátó-készüléken”, valamint a Whippanyban lévő „falitáblán” is lehetett látni. Ezek voltak az első nyilvános távolbalátó-állomások, s az átvitelt tekinthetjük a „képtelefon” első nyilvános kísérleteként is.

– Ebben az évben született Theodore MAIMAN amerikai fizikus, aki 1960-ban megalkotta az első rubinlézert, amely a látható fény tartományában, 0,7 m hullámhosszon adott koherens sugárzást.

– 1927. október 29-én adta ki a Magyar Posta az első „rádióhullámú” adóengedélyt. 1934-ben már 50 lis volt Magyarországon.

– Edward Victor APPLETON angol fizikus (1892–1965) irányított (beam) antennák segítségével felfedezte a kb. 200-400 km magasságban lévő – később róla elnevezett – erősen ionizált „F” rétegeket. Ezért 1947-ben Nobel-díjat kapott.

– Németországban és Ausztriában képes karácsonyi és újévi üdvözlőket továbbíttanak az akkori vezeték-képvitelről.

– A washingtoni nemzetközi rádióértekezleten résztvevő államok megalakították a Nemzetközi Rádióhírközlési Tanácsadó Bizottságot (CCIR).

– Winter Ernő (1897–1971) és Czukor Károly (1890–1945) új eljárást dolgozott ki az oxidkatód előállítására. A Tungstram az év végén hozta ki első „bárium-izzószálas lámpáját”, a bárium-izzószálas MR406 triódát. Fűtőszála még platínából volt, a volfrám magfémű G406 csak később készült el.

– Májusban Csepelen üzembe helyeztek egy 3 kW-os rádióadót. A Telefunken gyártmányú berendezés teljesítménye telefónia módban 0,75...1 kW, de az adó belépésével a detektoros

vételi körzet akkori határa kb. 100 km-re növekedett.

– A hazai műsorszóró rádiózás első vidéki közvetítésére augusztus 15-én került sor: az országos Daloszövetség hangversenyét Szegedről, telefonvonalon keresztül továbbították a budapesti stúdióba. November 15-én próbálták ki a Tomcsányi Béla által konstruált új szünetjeladót, amely elektromágnesek előtt elhelyezett acél-fésű fogait megpendítve hozta létre a hangfrekvenciás jeleket. (Ez már a második szünetjeladó volt; 1925-ben a PKÁ visszacsatolt elektroncsöves oszcillátorával generálták a tilinkót.)

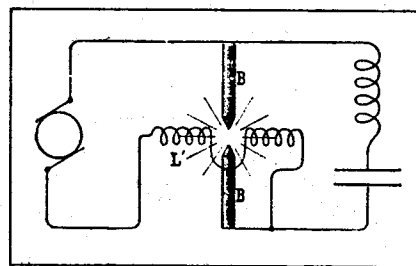
## 100 éve történt

– Az 1902. évi fizikai Nobel-díjat Hendrik Antoon LORENTZ (1853–1928) holland elméleti fizikus és tanítványa, Pieter ZEEMAN (1865–1943) fizikus kapta a „mágneses térben lejátszó sugárzási jelenségek vizsgálatáért”.

– Született Walter Houser BRATTAIN, Nobel-díjas amerikai fizikus, a tranzisztor feltalálójának egyike. Született Paul Adrien Maurice DIRAC, Nobel-díjas angol fizikus, aki lerakta a kvantum-elektrodinamika alapjait, megalkotta az elektron relativisztikus hullámegyenletét, „megjósolta” a pozitron létezését. Született Ernst Pascual JORDAN német fizikus; nevé elsősorban a bistabil multivibrátor (Jordan-Eccles-kapcsolás) őrzi, de hullámmechanikai, kvantum-elektrodinamikai eredményei is jelentősek.

– Novemberben született Miskolcson KOZMA László, Kossuth-díjas villamosmérnök. A világháborút megelőző években az antwerpeni Bell Telephone Co. kutatójaként telefonjelfogókkal felépített decimális számítógépet tervezett és szabadalmaztatott. Tervei alapján 1957 tavaszára készült el a BME jelfogós, digitális programvezérelt számítógépe. A gép a hazai telefonipar által gyártott jelfogókra építve, 10 éven át működött. (Kozma Lászlót 1997-ben az I.E.E.E. Számítógép Társasága posztumusz *Computer Pioneer Award* kitüntetésben részesítette.)

– Ebben az évben született ZELENSKA László magyar rádiómérnök, a „ZL Rádiólaboratórium” alapítója és vezetője, a BME adjunktusa. A Laboratóriumban készült el pl. a lakihegyi 120 kW-os adó tererősség-méréseihez használt hordozható mérővevő, amely



1. ábra. Poulsen ívfény-generátorának kapcsolása. Az elrendezést dinamó táplálja, a B-B ívvel párhuzamosan kapcsolt kondenzátor és tekerecs alkotja a rezgőkört. Az L' tekerecs mágneses hatásával az ívet eltéríti, gyakori megszakadásra kényszeríti

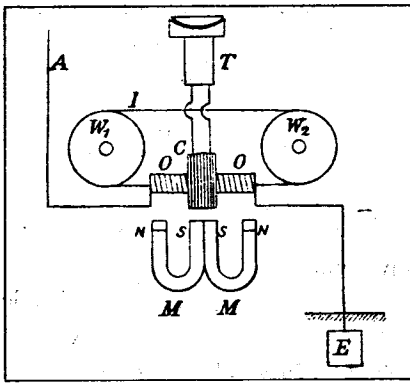
a 200...2000 méteres hullámtartományban 0,2 mV/m érzékenységgel bírt. (Zelenka volt lakóhelyén a közelmúltban helyeztek el emléktáblát.)

– Oliver HEAVISIDE (1850–1925) angol fizikus és Arthur Edward KENNELLY (1861–1939) amerikai mérnök – egymástól függetlenül – feltételezte, hogy a Föld körül „elektromágneses tükrő”, azaz rádióhullámokat visszaverő ionizált réteg létezik. A hipotézist E. V. Appleton és M. A. F. Barnett 1924-ben kísérletileg igazolta.

– Valdemar POULSEN (1869–1942) dán mérnök elkészítette a nevével viselő, csillapítatlan nagyfrekvenciás rezgéseket előállító ívfénygenerátort. Az ívet zárt térben, világítógázzal hűtött környezetben állította elő, és elektromágneses ívöltást használt (1. ábra). 1904-ben 200 W teljesítménnyel már 200 m-re tudott telefonálni (ez volt a „szikratelefon”). A Poulsen-féle generátor 1906 után terjedt el, használták a dán, a német, az osztrák-magyar szikratávíró-adóknál, sőt az amerikai haditengerészetnél is.

– Az Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft megkezdte az első használható fém izzótestű ozmiumszálas lámpák gyártását. Az izzólámpák az első időkben 50...70 V-ra készültek, kettőt-hármat kellett belőlük sorba kapcsolni. Az izzószál feltalálója Carl AUER von WELSBACH, osztrák kémikus.

– Peter Cooper HEWITT (1861–1921) amerikai elektrotechnikus megépíti az első, üvegedényes, néhány száz tíz amperig használható higánvgőz-egyenirányítókat. Találmányát az USA-ban és számos európai országban szabadalmaztatta.



2. ábra. Marconi mágneses detektora. A végtelenített, 0,2 mm átmérőjű huzalokból font sodratot (I) a villanymotoros meghajtású tárcsák ( $W_1$  és  $W_2$ ) lassan mozgatják az állandómágnesek (M) előtt, az üvegcsőre készített kis menetszámú antennatekercs (OO) belsejében. Az elektromágneses hallgató (T) a nagy menetszámú, vékony huzalból készült szekundertekercs-höz (C) csatlakozik

– Otto von BRONK (1872–1951) német elektrotechnikus német szabadalmat nyert a szelencellás, Geisslercsöves, forgótükrös, színes (!) képátviteli eljárására. 1911 és '13 között a Telefunken cégnél kidolgozta és szabadalmaztatta nagyfrekvenciás elektroncsöves erősítőjét a „drótnélküli távíróhoz”.

– Budapesten megalapítják a Magyar Siemens-Schuckert Művek Villamos Rt.-t. Gépeket, hegesztő-, kapcsoló- és elosztó-berendezéseket, erőátviteli kábeleket gyártottak. A cég utódja a Villamosgép- és Kábelgyár.

– Guglielmo MARCONI (1874–1937), Nobel-díjas olasz fizikus, mágneses detektort szabadalmaztatott (2. ábra), amelynek segítségével 1902 decemberében lehetővé vált az első drótnélküli távíratváltás Kanada és Anglia között. (Az előmágnesezett a huzal mágnességét a nagyfrekvenciás tér megszünteti. E. Rutherford, 1986.)

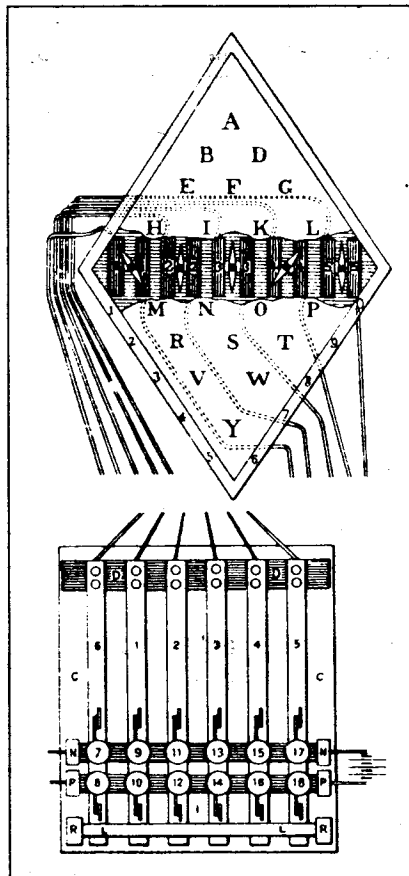
## 200 éve történt

– Ebben az évben született Sir Charles WHEATSTONE angol fizikus. Alapvető munkái a következők. Az elektromosság terjedési sebességének meghatározása vezetékben, forgótükrös módszerrel; a sebességre

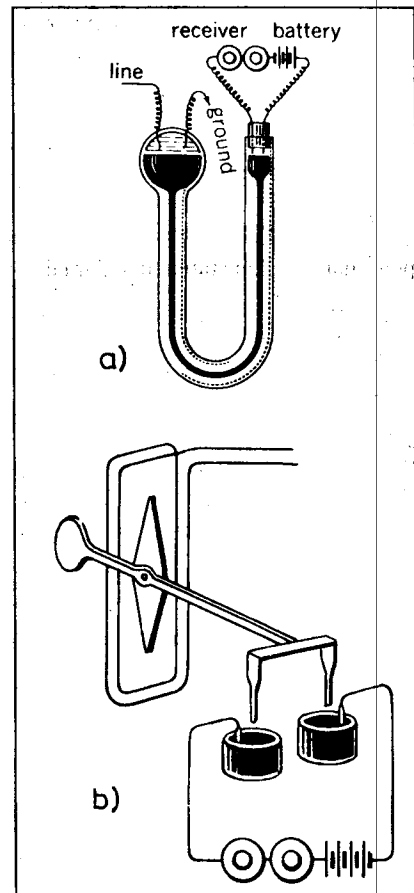
100583 km/s értéket kapott! Elektromágneses tús-távírók (3. ábra), jelfogók (4. ábra). Tükrös sztereoszkóp, hídkapcsolás ellenállások mérésére, lyukszalagos gyorsávíró.

– William Hyde WOLLASTON (1766–1828) angol orvos, természettudós kísérleteket végzett a villamos áram kémiai hatására vonatkozóan. Még ebben az évben a Nap színképében fekete vonalakat figyelt meg. Nevét leginkább az őrizte meg az utókor számára, hogy sikerült a platina megmunkálására módszert találnia. A „Wollaston-huzal”, a hajszálvékony platina szál, amelyet palládiummal, ródiummal vagy ezüsttel vont be, a múlt század fordulóján használt elektrolitikus és termikus detektorok (bolométerek) alkotóeleme volt.

– Szentpétervárott V. V. PETROV (1761–1834) orosz fizikus több ezer réz- és cinktárcsából álló, kb. 1700 V-os Volta-oszlopa segítségével két szén-



3. ábra. Wheatstone – Cook öt mágnesűs vasúti távírója. A mágnesűk a kitérítési irányuk metszéspontjában lévő V betűt jelzik



4. ábra. Wheatstone által feltalált távírójelfogók. Az a) ábrán látható elektrokémiai relénél a „line” és a „ground” kivezetések közé kapcsolt egyenfeszültség a savanyított vizet bontotta, a keletkező hidrogén a higanyoszlopot a csőben elmozdította, így az a telep-vevő közötti érintkezőket rövidre zárta. A b) ábra szerinti változatnál a távíróvonalról érkező viszonylag kis áram hatására a tekercsben elhelyezett mágnesű elfordult, s a higanyos csészékbe merülő villás érintkezővel zárta a helyi áramkört

darab között ívkiülést hozott létre. Az 1803-ban megjelent könyvében részletesen leírta azt is, hogy az ívfény sötét helyiségek megvilágítására használható, s az ívvel fémek olvashatók meg.

– Johann Wilhelm RITTER (1776–1810) német kémikus definiálta az áramerősséget és eljutott a ma Ohm-törvényként ismert összefüggés kimondásához. A törvényszerűséget azonban – nem lévén megfelelően terhelhető energiaforrása – nem tudta mérésekkel ellenőrizni.

## 300 éve történt

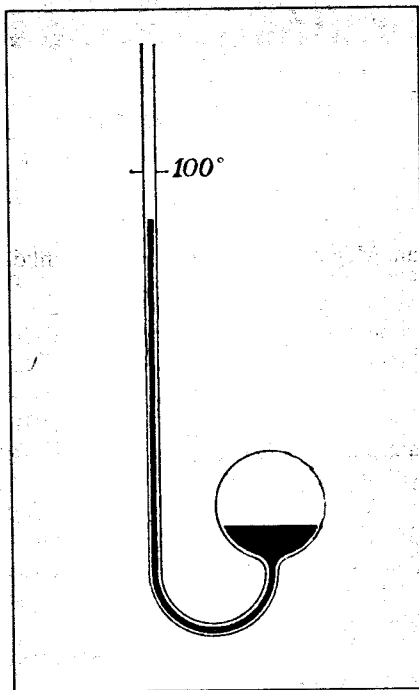
– Született Thomas BAYES angol matematikus, aki megalkotta a feltételes valószínűségekre vonatkozó elméletet, amely 1763-ban, posztumusz könyvében látott napvilágot. Második könyve: a valószínűségszámításon alapuló matematikai statisztika alapjai.

– Guillaume AMONTONS (1663–1705) francia fizikus – Galilei termoszkópját (primitív hőmérőjét) korszerűsítve – elkészítette az első levegő-termométert. Egyik alappontjával a víz forráspontját javasolta (5. ábra). Hőmérője által mutatott érték már nem függött a légnyomástól. Így Amontons – elsőként – eljutott az abszolút nullapont gondolatának felvetéséhez, amikor a „levegő semmiféle nyomást nem fejt ki, s amely sokkal hidegebb, mint amit a mindennapi életben nagyon hidegnek nevezünk.” Egyidejűleg felfedezte a Gay-Lussac-törvény lényegét is: a gázok hőtágulását.

– Gottfried Wilhelm LEIBNIZ (1646–1716) német tudós, filozófus feltalálta az aneroid („szelencés”) barométer alapelvét. Korábban azt is megfigyelte, hogy a higanyos barométer mutatásának ingadozása és az időjárás változása között kapcsolat van.

## 400 éve történt

– Született Athanasius KIRCHER német természettudós, aki 1646-ban leírta a laterna magica-t, a mai filmvetítő őst, valamint a „hordozható” camera



5. ábra. Amontons léghőmérője. 100 fokkal az általa javasolt alappontot, a víz forráspontját jelöltük

obscura-t, azaz a lencse nélküli primitív fényképezőgépet.

– Otto von GUERICKE német fizikus, magdeburgi polgármester születésének éve. Felismerte a kétféle elektromosságot, az elektromos megosztás jelenségét, megállapította az egynemű töltések taszító, a különneműek vonzó hatását. Elsőként használt higanyos barométereket az időjárás előrejelzésére.



6. ábra. Guericke elektromozó „gépe” és a megdörzsölt kengőmb vonzó hatása. 1672-ben megjelent „Experimenta nova” könyvében így mutatta be a sztatikus jelenségeket: a megdörzsölt kengőmb tollpihét vonz vagy taszít. Elektromozó gépét a féltengely körül forgatott kengőmb alkotta. A gömböt száraz tenyerével dörzsölve állította elő a töltéseket

(Az első időjósítás dátuma: 1660. december 3. Guericke néhány órával előbb megjósolta a vihar kitörését!) Légszivattyút épített, a híres „magdeburgi féltekékkel” bemutatta a légtüres tér hatását. Ő készítette el az első elektromozó „gépet” (6. ábra), a kengőlyőről lenfonállal a töltéseket is sikerült elvezetnie.

– Megjelent Prágában Tycho de BRAHE (1546–1601) dán csillagász posztumusz műve, az „Astronomiae instaurate progymnasmata”. Ebben megfogalmazza: a Föld mozdulatlanul áll a világegyetem középpontjában; körülötte kering a Hold és a Nap...

E visszatekintés az 1992-es évkönyvünkben megkezdett, azonos című „sorozat” folytatásának is tekinthető. Az ábrák forrása:

1. ábra Mende J.: A drótnélküli telegráfia. Dick Manó kiadása. Budapest, 1921.
2. ábra E. Aschkinass (szerk.): Elektrische Wellen-Telegraphie (Vier Vorlesungen gehalten von J. A. Fleming). Verlag von B. G. Teubner.
3. és
4. ábra M. Dumas (szerk.): A History of Technology & Invention. Crown Publishers Inc. New York, 1979.
5. ábra Ju. A. Hramov: Biografija fiziki. Tehnika. Kijev, 1983.
6. ábra M. Kranzberg – C. W. Pursell (szerk.) Technology in Western Civilization. Oxford University Press, 1967.

# 1 Segítsen % Ön is!

**Magyar  
Rádióamatőr  
Szövetség**

**19023229-2-41**

Őket támogatja a

**RÁDIÓTECHNIKA**

**Elektronika**

# Alacsony torzítású, triódás végerősítő

Plachtovics György

A Rádiótechnika előző évkönyvében egy 35 W-os végerősítőt ismertettünk. Az erősítőt többen megépítették, hangjával elégedettek voltak. A jó hangminőséget az áramkörök kialakítása biztosította. Az alábbiakban ismertetésre kerülő erősítő torzítása szintén kicsi. Ezt a jól felépített fázisfordító- és meghajtófokozattal, valamint triódás végerősítő alkalmazásával értem el.

Az elektroncsöves erősítők között – néhány speciális kapcsolástól eltekintve – a triódás végerősítők nyújtják a legjobb minőségű hangot. Mi ennek az oka? A triódák bemeneti karakterisztikája kisebb görbületet mutat. A közelítő görbe másodfokú, a trióda tehát másodfokú harmonikust termel, ami az ellenütemű erősítőben kioltódik. A trióda belsőellenállása az optimális illesztőellenállásnál kisebb. A trióda illesztőellenállását a belsőellenállás 2...4-szeresére választjuk az alacsony torzítás érdekében. A triódákkal megépített teljesítményfokozat csillapítási tényezője 2...4. Ez a hangdoboz szempontjából lényeges, hatásosan csökkenti a káros rezonanciákat.

A trióda hátrányaiként említhető, hogy az erősítő hatásfoka viszonylag alacsony, erősítése kicsi, a rácsokra nagy meghajtófeszültség szükséges. A nagy amplitúdójú, alacsony torzítású vezérlőfeszültséget csak gondosan megtervezett fázisfordító kapcsolással lehet biztosítani. A végerősítő megépítésénél az alacsony jelalaktorzítás elérése volt a cél. A kimenőteljesítmény másodlagos szempont volt.

A hálózati- és a kimenőtranszformátort elkészítettük hagyományos, lemezelt EI magra is. A t. olvasó választ, hogy melyikkel készíti el az erősítőt. Hangminőség szempontjából nincs különbség. Térfogatot és súlyt figyelembe véve a tekercselt szalagmag a kedvezőbb.

A végerősítő csatornánként négy darab elektroncsövet tartalmaz. A fázisfordító és a meghajtó fokozatban E88CC típusú elektroncsövet alkalmaztam; ez egy hosszú élettartamú, ún ipari cső. A végerősítőcső a triódának

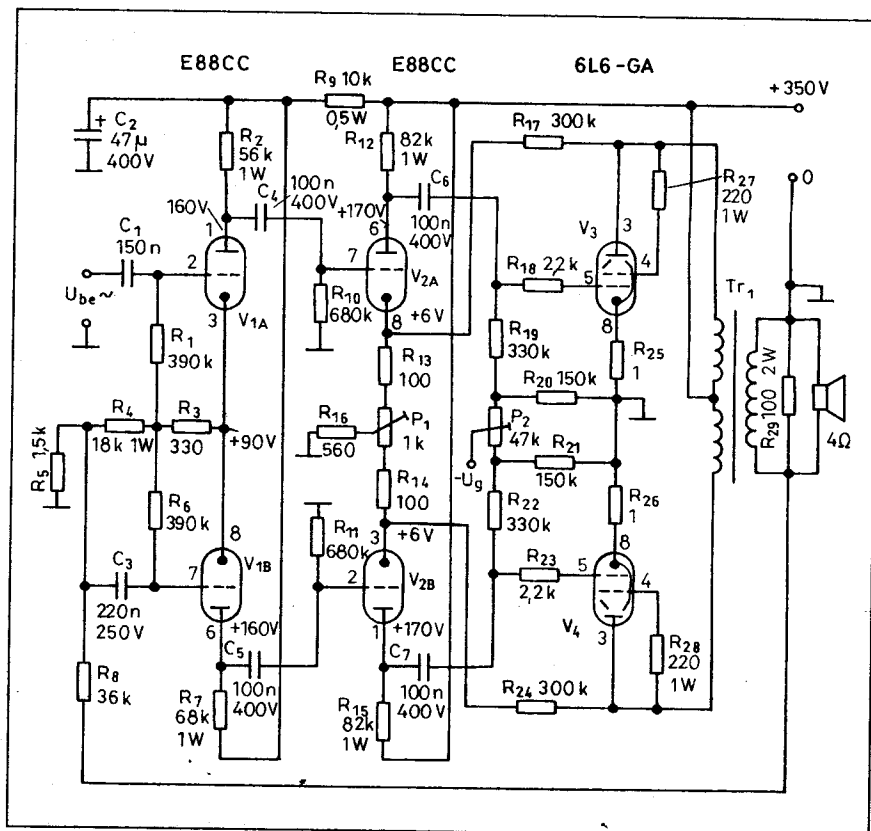
kötött 6L6 sugártetróda. A mintapéldányt a 6П3C orosz megfelelőjével is bemertem. (Utóbbiak párba válogatva kaphatók a szerkesztőség HAM-bazárjában. További adatokért pedig érdemes folyóiratunk 2001/7. számában a 330. oldalra lapozni.) A mérési eredmények mind a két csőnél azonosak voltak.

Az erősítő bemeneti érzékenysége 380 mV ( $P_{ki} = 12$  W), bemeneti impedanciája 390 k $\Omega$ , kimenőteljesítménye 12 W (4  $\Omega$ , 1 kHz, k 1%), a névleges kimenőimpedancia  $Z_n = 4$  W.

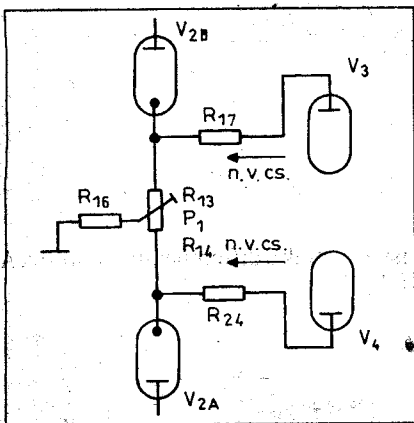
A végerősítő elvi kapcsolási rajza az 1. ábrán látható. Csatornánként két kettőstriódát és két sugártetródat tartalmaz az erősítő. A hangfrekvenciás jel a  $C_1$  kondenzátoron át a  $V_{1A}$  trióda rácsára jut. A  $V_{1A}$  és a  $V_{1B}$  trióda földelt rácsú, fázisfordító kapcsolásban üzemel. Az áramkört szemügyre véve fel-

ismerhetjük a differenciálkapcsolást. A felerősített, egymáshoz képest 180°-kal, fázisban eltoltt hangfrekvenciás jel kicsatolása az anódokról történik. A triódák előfeszültségét a közös  $R_3$  katódellenállás állítja be. A  $V_{1A}$  trióda a katódján keresztül vezérli a földelt rácsú  $V_{1B}$  triódát. A vezérlés az  $R_3$  és az  $R_4$  ellenálláson keresztül valósul meg. A  $C_3$  kondenzátor a hangfrekvenciás jeleket rövidre zárja, így jön létre a földelt rácsú üzemmód. A földelt rácsú beállításban üzemelő  $V_{1B}$  trióda erősítése kisebb. A nagyobb anód-munkaellenállás ( $R_7$ ) nagyobb erősítést eredményez, így közel azonos amplitúdójú jelet kapunk a fázisfordító csövek anódjairól.

Az egyforma amplitúdójú, ellenfázisú jelek a  $C_4$ , illetve a  $C_5$  kondenzátoron keresztül a  $V_{2A}$  és a  $V_{2B}$  rácsaira jutnak. A  $V_2$  elektroncső triódái földelt

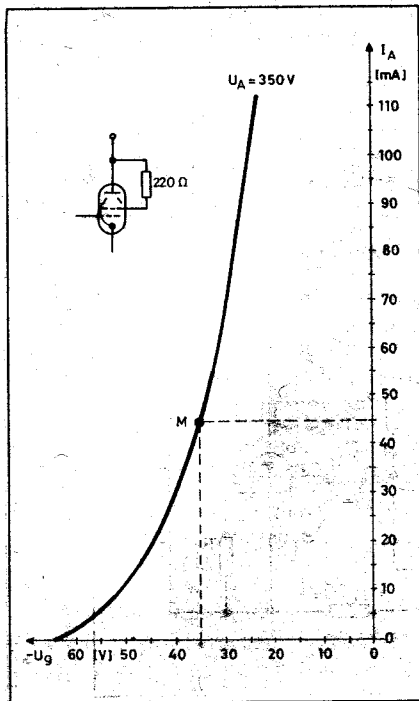


1. ábra. A végerősítő kapcsolási rajza



2. ábra. Visszacatolás a meghajtó fokozatra

katódú kapcsolásban üzemelnek. Feladatuk a fázisfordítóról jövő hangfrekvenciás jel további erősítése. A  $V_2$  kettőstrióda előfeszültségét az  $R_{13}$ - $P_1$ - $R_{14}$ - $R_{16}$  katódkomplexum állítja elő. A végerősítőcsövek anódjairól az  $R_{17}$  és az  $R_{24}$  ellenálláson át negatív visszacsatolás valósul meg. Ezt szemlélteti a 2. ábra. A  $V_2$  kettőstrióda anódjairól kicsatolt hangfrekvenciás jel szimmetriája a  $P_1$  potenciométerrel állítható be azonos értékre. A potenciométer csúszkáját csavarva az egyik trióda erősítése csökken, míg a másiké növekszik. El-



3. ábra. A 6L6 rácfszültség-anódáram görbéje

lenkező irányba elmozdítva a csúszkát, a leírtak fordítottja jön létre. A felerősített hangfrekvenciás jel a  $C_6$ , illetve 180 fázistolással a  $C_7$  kondenzátoron át jut a  $V_3$  és  $V_4$  sugártetrdőrára. A soros  $R_{18}$  és  $R_{23}$  ellenállás az esetleges nagyfrekvenciás gerjedést megakadályozza.

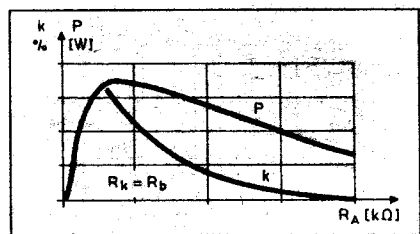
A végerősítőcsövek a fix előfeszültséggel üzemelnek, AB-osztályú beállításban. A 6L6 sugártetrdőa rácfszültség-anódáram karakterisztikája a 3. ábrán látható. A nyugalmi (vezérlés nélküli) anódáramot 45 mA-ra állítottuk be. A 6L6 sugártetrdőát hangfrekvenciás végerősítés céljára fejlesztették ki. Lényeges adatai:

- fűtőfeszültség 6,3 V,
- fűtőáram 0,9 A,
- meredekség 5,2...6,8 mA/V,
- anóddisszipáció max. 20 W,
- oktál (nyolccsapos) foglalat.

A  $V_3$  és  $V_4$  sugártetrdőa trióda-ként üzemel. Az  $R_{27}$  és az  $R_{28}$  ellenállás a vadregzéssek létrejöttét akadályozza meg. A végcsövek munkaponti adatai a következők:  $U_A = 350$  V,  $I_{Anyug} = 45$  mA,  $R_{aa} = 5,2$  k $\Omega$ . Triódás végerősítőknél az optimális illesztőellenállás megválasztása kompromisszumot igényel. Illeszthetünk a legnagyobb kimenőteljesítményre, vagy a legkisebb jelalaktorzításra. Ezt az összefüggést szemlélteti általában esetre vonatkozóan a 4. ábra.

A trióda feszültséggenerátorként (a pentóda áramgenerátorként) jellemezhető. Trióda esetében a legnagyobb kimenőteljesítményt akkor kapjuk, ha a terhelőellenállás megegyezik a cső belsőellenállásával. Sajnos, a torzítás ekkor a legnagyobb. A terhelőellenállás értékét növelve a kimenőteljesítmény és a torzítás csökken. A 4. ábrán levő görbékről leolvasható, hogy a belsőellenállás 1,5...2-szeres értéke kedvező beállítás, mindkét szempontból. A nyugalmi (munkaponti) áramot a tápegységben lévő  $P_7$  potenciométerrel lehet beállítani. A  $V_3$  és  $V_4$  végcső katódáramát a  $P_2$  potenciométerrel hozzuk azonos értékre. E potenciométer az  $R_{20}$  és az  $R_{21}$  ellenállással egy osztót alkot. Amikor az egyik cső előfeszültsége növekszik, akkor a másiké csökken. Ha a kiegyenlítés (azonos feszültség az  $R_{25}$  ill. az  $R_{26}$  ellenállás sarkain) a potenciométer szélső helyzetében jön létre, akkor szinte biztos, hogy a végerősítőcsövek nincsenek párba válogatva.

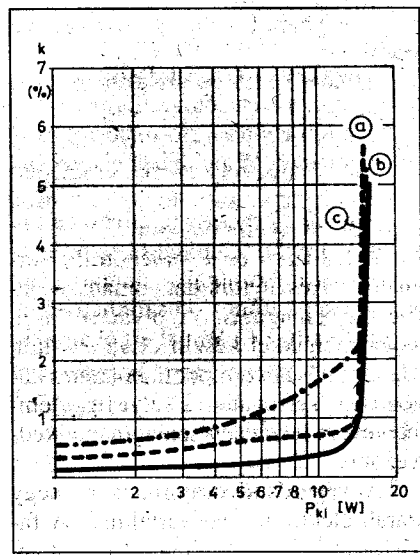
Néhány gondolat a kimenőteljesítményről. Az 1960-as években az AR612 típusú, méltán közkedvelt Pacsirta rádió 3 W kimenőteljesítménye



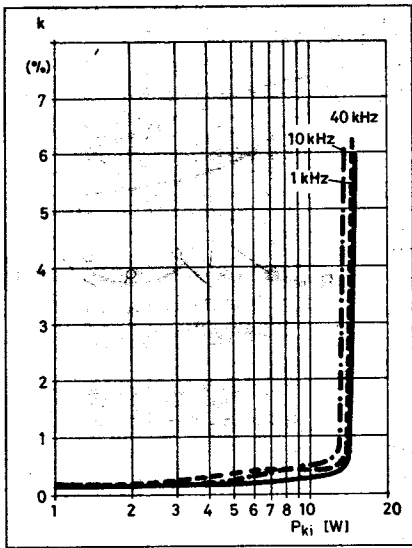
4. ábra. Trióda kimenőteljesítménye és torzítása az illesztés függvényében

( $k = 10\%$ !) komoly hangerőnek számított. Az áramkörök fejlődésével elkezdődött a „wattörület”. A valamirevaló erősítő, autórádió a hirdetések szerint 20...60 W kimenőteljesítménynél kezdődik. Az senkit nem zavar, hogy a felvett teljesítmény a legtöbb esetben kisebb, mint a leadott hangteljesítmény. A hordozható kategóriában találhatók az igazi gyöngyszemek. Márkát nem említek, „ez nem a reklám helye”. A berendezés hálózatról, vagy sorba kapcsolt góliátelemekekről működik. A leadott hangteljesítmény csatornánként 60 W! Ezeket a bővítkit a mai napig hirdetik és árulják. (Sajnos meg is veszik!) Csak némi, a fizikaórákon tanultak felfrissítése kellene a vevőknek, hogy ráébredjen a kegyes csalásra...

Visszatérve eredeti gondolatmenetünkhöz: a 12 W kimenőteljesítmény csatornánként, átlagos nagyságú lakásban elegendő (figyelembe véve a szomszédokat is).



5. ábra. A végerősítő torzítása (különböző ellencsatolások)



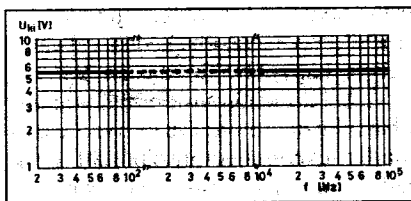
6. ábra. Jelalaktorítás különböző frekvenciákon a teljesítmény függvényében

A végerősítőben két negatív visszacsatolás található. A  $Tr_1$  kimenőtranszformátor szekunder tekercséről az  $R_8$  ellenálláson át a  $V_{1A-B}$  cső katódjába 12,5 dB-es visszacsatolást hozunk létre. Ezen belül egy második negatív visszacsatolást is beépítettünk. A  $V_3$  végerősítőcső anódjáról az  $R_{17}$  ellenálláson át feszültség-visszacsatolást hozunk létre a  $V_{2A}$  katódjába. Az ellenkező oldalon a  $V_4$  anódjából az  $R_{24}$  ellenálláson keresztül jön létre a negatív visszacsatolás a  $V_{2B}$  katódjába. Ez az áramköri megoldás a műszertechnikában is használatos.

Megmértem az erősítő torzítását 1 kHz-en, a kimenőteljesítmény függvényében

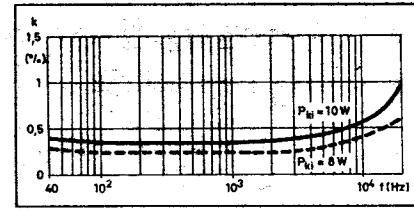
- negatív visszacsatolások nélkül,
- csak a kimenőtranszformátorról,
- a kimenőtranszformátorról és a két végerősítőcső anódjáról visszacsatolva.

A felvett görbék az 5. ábrán láthatók. A korrektül felépített fázisfordító- és meghajtófokozatnak, valamint a triódás végerősítőnek köszönhetően a 2%-os torzítást 13 W-nál éri el az erő-

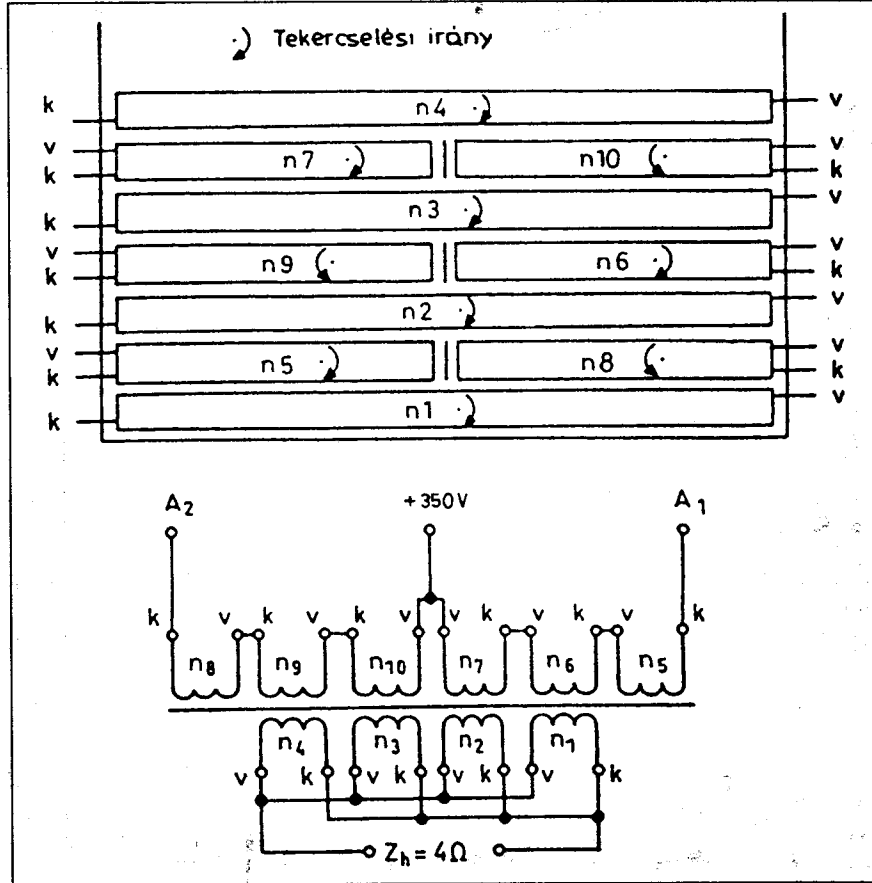


7. ábra. Frekvenciamenet 8 W kimenőteljesítménynél

sítő. A kimenőtranszformátor szekunder tekercséről történő 12,5 dB-es visszacsatolás hatására a harmonikus-torzítás csökken, 12 W teljesítménynél 0,75%! A végerősítőcsövek anódjairól a meghajtófokozatok katódjaira visszacsatolva a torzítás tovább csökken, 12 W kimenőteljesítménynél mindössze 0,4 %. A méréseket 1 kHz-es frekvencián végeztem!



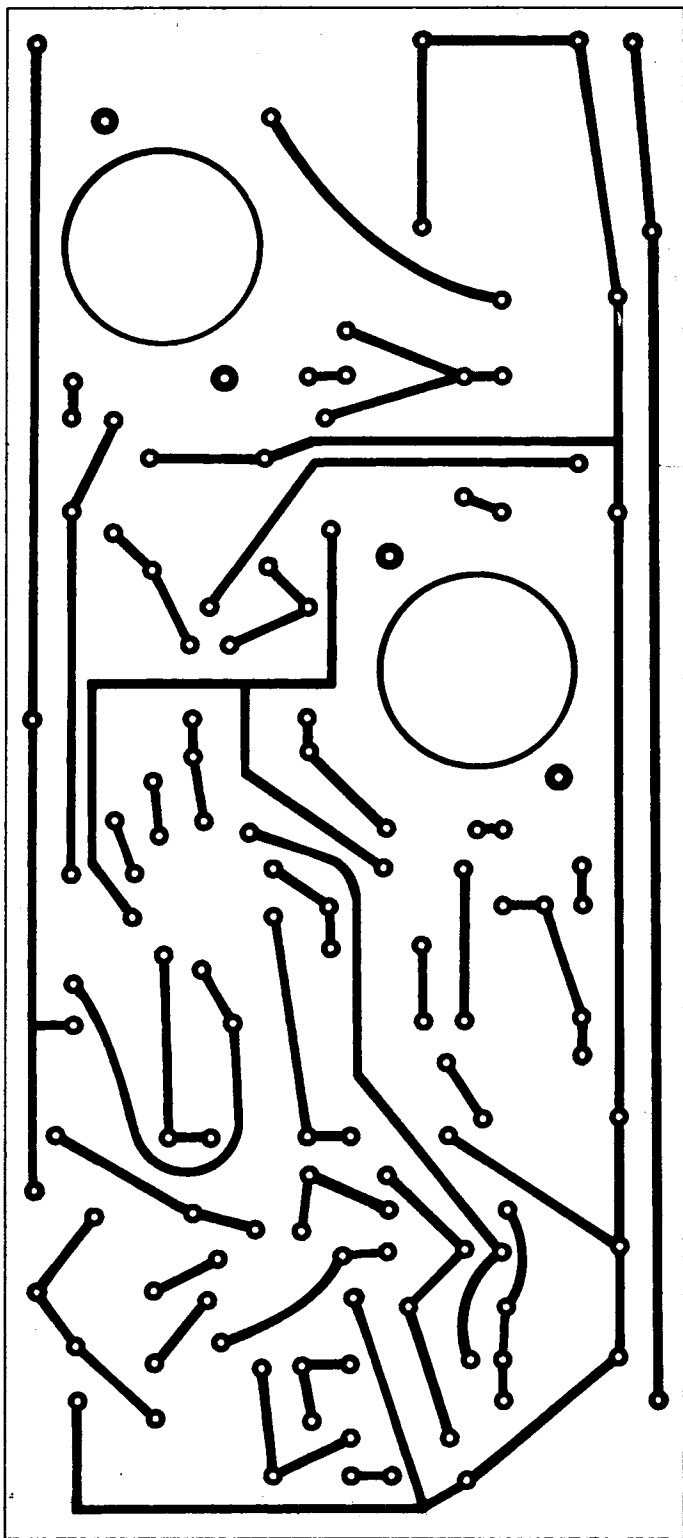
8. ábra. Harmonikus-torzítás a frekvencia függvényében



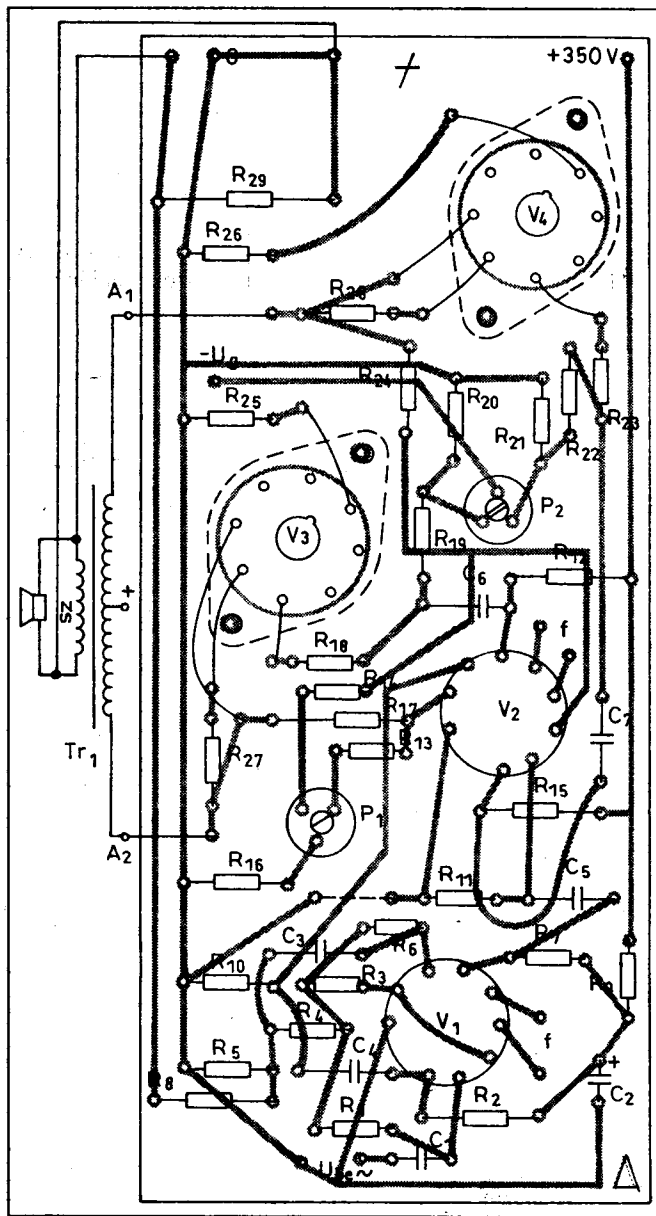
9. ábra. A  $Tr_1$  transzformátor tekercselési rendje

1. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n5	340	$\varnothing 0,28$ mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között két sor 0,15 mm-es prespán szigetelés szükséges.
	n6	340		
	n7	340		
	n8	340		
	n9	340		
Szekunder	n10	340	$\varnothing 0,7$ mm Mz	
	n1	62		
	n2	62		
	n3	62		



10. ábra. A végerősítő fóliarajza



11. ábra. A végfok alkatrész-beültetési rajza

loszkópon vizsgálva a műterhelés sarkain lévő feszültséget, szemre tökéletes szinusz látható. (Itt jegyzem meg, hogy pentódás végerősítőnél ilyen jó eredményeket nem mérhetünk.)

A 8. ábra a triódás végerősítő torzítását mutatja 8 W és 10 W kimenőteljesítménynél a frekvencia függvényében. A frekvencia növekedésével valamelyest nagyobb a torzítás értéke.

A  $Tr_1$  kimenőtranszformátor anód-tól anódig hat része van osztva. A szekunder tekercs négy részből áll, ezek párhuzamosan kapcsolódnak. A névleges terhelőimpedancia  $4 \Omega$ . A kimenőtranszformátor hiperszil anyagú, tekercselt szalagmagra készült, típusa

7. ábrán látható. Számomra is meglepő volt a rendkívül jó frekvenciamenet. Ez egyrészt az áramkörök felépítéséből, másrészt a kimenőtranszformátor átviteli tulajdonságaiból adódik. Az erősítőt 20 Hz-től 100 kHz-ig mértük, az átvitel közel lineáris volt. Oszcil-

Megvizsgáltam a végerősítő torzítását különböző frekvenciákon a kimenőteljesítmény függvényében. A mérési eredmények a 6. ábrán szerepelnek. A 2%-os torzítást  $P = 14 \text{ W}$ -nál éri el a végerősítő. Az erősítő frekvenciamenete 8 W kimenőteljesítménynél a

## 2. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n5	400	Ø0,28 mm Mz	Soronként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között két sor 0,15 mm-es prespán szigetelés szükséges.
	n6	400		
	n7	400		
	n8	400		
	n9	400		
	n10	400		
Szekunder	n1	73	Ø0,6 mm Mz	
	n2	73		
	n3	73		
	n4	73		

SM85b. A tekercselési rendet a **9. ábra** szemlélteti. A menetszámok, huzalát-mérő, szigetelőanyagok adatai, valamint a tekercselési adatok az **1. táblázat**ban találhatók.

Visszatérő probléma a transzformátorok vasanyagának megvásárlása. A kimenő- és a hálózattranszformátort elkészítettük a hagyományos szilícium ötvözötű EI magra is. Az EI 106/45 magra elkészített kimenőtranszformátor adatai a **2. táblázat**ban találhatók. Az elkészített kimenőtranszformátort célszerű ellenőrizni beépítés előtt. A szekunder tekercsre kapcsoljunk 6 V, 50 Hz-es feszültséget. A primer oldalon a + (tekercsközép) és az A1, illetve A2 pont között 197 V-ot kell mérnünk. Az A1 és A2 kivezetések között levő feszültség ennek a duplája, vagyis 394 V.

A végerősítő nyomtatási rajza a **10. ábrán**, míg alkatrész-beültetési rajza a **11. ábrán** látható. Az erősítő kondenzátorainak feszültségét a kapcsolási rajzon feltüntettük. A beépített fémréteg-ellenállások RM4 típusúak, 0,6 W-osak. A nagyobb teljesítményű ellenállásokat a kapcsolási rajzon külön jelöltük. A végsővek oktál foglata számára a nyomtatott lapon Ø26 mm-es kivágást készítünk. Ebbe csavarozzuk a csőfoglatot bilincs segítségével. A foglatat és a nyák pontjait vékony szigetelt huzallal kötjük össze. A fűtőfeszültséget szigetelt, összesodort huzallal a fóliaoldalon vezetjük.

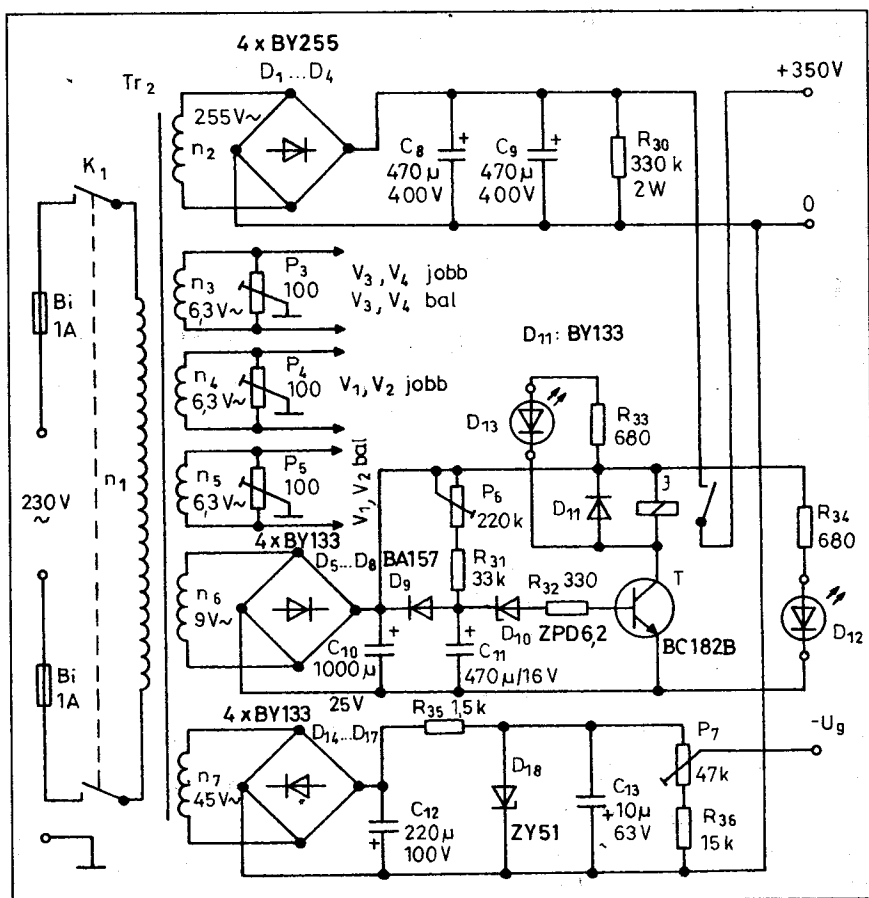
A tápegység elvi kapcsolási rajza a **12. ábrán**, nyák- és alkatrész-beültetési rajza a **13. ábrán** ill. a **14. ábrán** látható. A Tr<sub>2</sub> hálózatitranzformátor sztereó rendszerhez készült. Egycsatornás (monó) erősítőnél lényegesen kisebb vasmagméretre épül a Tr<sub>2</sub> transzfor-

mátor. A hiperszil anyagú, szalagmagos SM102b a **3. táblázat**ban, míg az EI 130/35 magos transzformátor adatai a **4. táblázat**ban találhatók. A tápegység transzformátorát túlméreteztük. A gerjesztést alacsony értékre állítottuk be mind a két transzformátornál. A tekercselőhuzalban megengedett áramsűrűség 2,5 A/mm<sup>2</sup>. Több órás üzem után a transzformátor hőmérsék-

lete nem éri el a kézmeleget sem. A szilíciumdiódás egyenirányítás, a nagy kapacitású szűrőkondenzátorok jól terhelhető, kis belsőellenállású tápegységet eredményeznek. Ennek köszönhetően tartós kivezérlésnél is csak néhány voltnyit csökken az anódfeszültség.

Az anódfeszültséget késleltetve kapcsoljuk be, ami jó hatást gyakorol az elektroncsövek élettartamára. Az n<sub>2</sub> tekercs feszültségét a D<sub>1</sub>-D<sub>4</sub> diódákból álló Graetz-híd egyenirányítja. A 100 Hz-es pulzáló feszültség simítását a párhuzamosan kapcsolt C<sub>8</sub> és C<sub>9</sub> elektrolitkondenzátor végzi. A kondenzátorokkal párhuzamos R<sub>30</sub> ellenállás kikapcsolás után lassan felemésztí a bennük lévő töltést; ez életvédelmi szempontból szükséges. Az anódfeszültség jól terhelhető (300 mA!). Ez halálos áramütést okozhat! Beméréskor tartsuk be az ide vonatkozó szabályokat!

Az n<sub>6</sub> tekercs feszültségét a D<sub>5</sub>-D<sub>8</sub> diódák egyenirányítják. A szűrőt a C<sub>10</sub> elektrolitkondenzátor végzi. Bekapcsoláskor a P<sub>6</sub> potencióméteren és az R<sub>31</sub> ellenálláson át töltődni kezd a C<sub>11</sub> kondenzátor. Amikor feszültség eléri



12. ábra. A tápegység kapcsolási rajza



### 3. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n1	600	Ø0,65 mm Mz	Soranként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. Az n1 és n2, valamint az n3 tekercs között három réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. A többi tekercs között két réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés.
Szekunder	n2	695	Ø0,4 mm Mz	
	n3	17	Ø1,5 mm Mz	
	n4	17	Ø0,6 mm Mz	
	n5	17	Ø0,6 mm Mz	
	n6	25	Ø0,4 mm Mz	
	n7	122	Ø0,2 mm Mz	

### 4. táblázat

Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n1	920	0,7 mm Mz	Soranként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. Az n1 és n2, valamint az n3 tekercs között három réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. A többi tekercs között két réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés.
Szekunder	n2	1070	0,4 mm Mz	
	n3	26	1,5 mm Mz	
	n4	26	0,6 mm Mz	
	n5	26	0,6 mm Mz	
	n6	38	0,4 mm Mz	
	n7	190	0,2 mm Mz	

a 6,8 V-ot ( $U_Z+U_{EB}$ ), az  $R_{32}$  ellenálláson át áram folyik a T tranzisztor bázisába. A meginduló kollektoráram

meghúzatja a J jelfogót. A  $D_{13}$  LED világítani kezd, az erősítő anódfeszültséget kap. A késleltetési időt a  $P_6$  po-

tenciométerrel állíthatjuk be, kb. 30 másodpercre.

A végerősítőcsövek az n3 tekercsről kapják a fűtőfeszültséget. A fázisfordító- és a meghajtócsövek csatornánként az n4 és az n5 tekercsről üzemelnek. Minden fűtőtekercs sarkai között 100  $\Omega$ -os potenciométer található, a csúszkák a testre csatlakoznak. Ezekkel lehet a bűgásminimumot beállítani. A J jelfogó OMRON MY4, vagy a hazai gyártású RE-CO. Természetesen más 12 V-os jelfogó is megfelel, amelynek szegmensei károsodás nélkül kapcsolni tudják az anódfeszültséget. Eltérő típusú jelfogónál szükség szerint módosítani kell a fóliarajzot.

A végerősítőcsövek részére az előfeszültséget az n7 tekercs, a  $D_{14}$ - $D_{17}$  dióda és a  $C_{12}$  elektrolitkondenzátor állítja elő. A  $D_{18}$  Z-dióda 51 V-ra stabilizálja az egyenfeszültséget. A negatív rácseleőfeszültség nagyságát a  $P_7$  potenciométerrel állítjuk be.

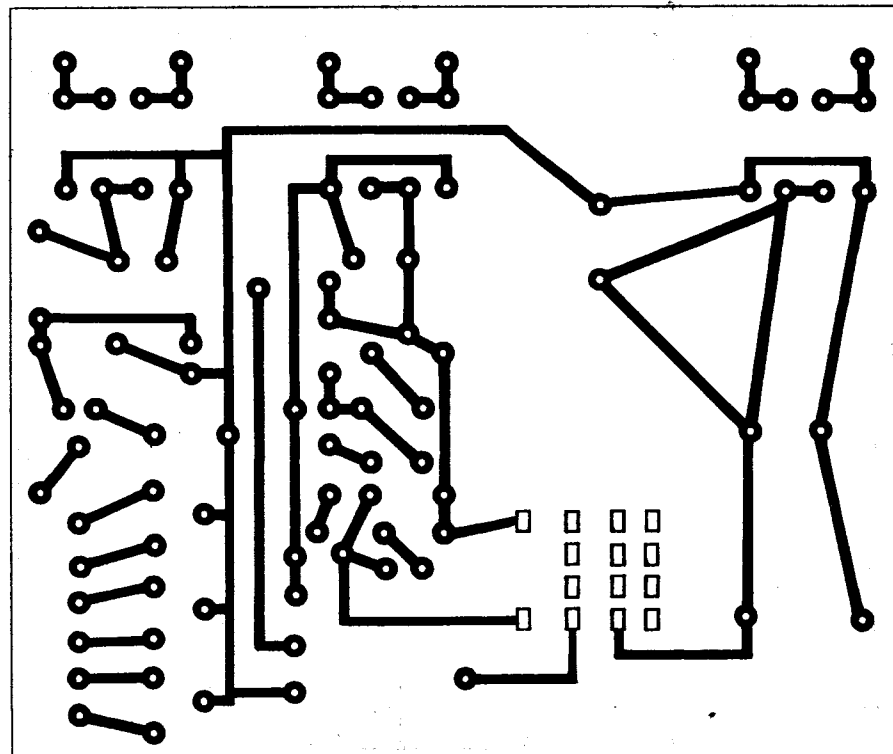
A bemérést a tápegységgel kezdjük. Zárjuk a  $K_1$  kapcsolót. A  $D_{12}$  dióda fénye jelzi, hogy a tápegység üzemel. A  $P_6$  potenciométerrel beállítjuk a kb. 30 másodperc késleltetési időt. Amikor a jelfogó meghúz, megjelenik az anódfeszültség, s a  $D_{13}$  is világít. A terheletlen anódfeszültség kb. 360 V.

Voltmérőt kapcsolunk a  $P_7$  potenciométer csúszkájára és a test közé. A potenciométerrel -40 V-ot állítunk be.

Összekötjük a tápegységet és a végerősítőt. (Sztereo rendszernél először az egyik csatornát éllesztük fel, majd e helyére kapcsoljuk a következőt.) A kimenőtranszformátor hangszórókimmenetét (szekunder tekercs) zárjuk le 4  $\Omega$ -os, 20 W-os műterheléssel.

Kapcsoljuk be a  $K_1$  kapcsolóval a tápegységet. A  $D_{12}$  LED világít, az elektroncsövek fűtőszála felizzik. Meghúz a J jelfogó, begyűjt a  $D_{13}$  LED, megjelenik az anódfeszültség. Amennyiben a kimenőtranszformátorból sípoló hang jönne, cseréljük meg az A1 és az A2 kivezetését. (Pozitív visszacsatolásból így a szükséges negatív lett.) Kapcsoljunk digitális millivoltmérőt az  $R_{25}$ , majd az  $R_{26}$  mérőellenállás sarkaira. Állítsunk be a  $P_7$  potenciométerrel 45 mV-ot. A szimmetriát a  $P_2$  potenciométerrel lehet beállítani. Ellenőrizzük a kapcsolási rajzon megadott DC-szinteket. A megadott értékhez képest 10%-os eltérés megengedett.

A műszeres beméréshez hanggenerátor, hangfrekvenciás voltmérő, oszcilloszkóp, esetleg harmonikusorzi-



13. ábra. A tápegység nyák-rajza

# Hangfrekvenciás generátor

Plachtovics György

A hanggenerátor erősítők, magnetofonok, rádióvevők hangfrekvenciás fokozatainak méréséhez állít elő szinuszhullámformájú, alacsony torzítású jelet. A kimenőjel frekvenciája és amplitúdója beállítható. A hangfrekvenciás generátorok a 20 Hz és 20 kHz közötti sávot fogják át. Az újabb konstrukciók felső frekvenciája 200 kHz, így az erősítők sávátvittele feljebb is vizsgálható.

Rezgéskeltésre RC-oszcillátort alkalmazunk. Az RC-oszcillátor egy ellen-csatolással ellátott szelektív erősítő, ahol a fázis- és amplitúdóviszonyok megfelelő beállításával az oszcillátor meghatározott frekvencián rezeg. Az RC-oszcillátoroknál a frekvenciát meghatározó elem ellenállás és kapacitás változtatásával történik.

Az RC-oszcillátor lehet együttes-csatolt vagy elléncsatolt szélessávú erősítő, amelyben a két csatolás egyike szelektív. A szelektív együttes-csatolású oszcillátor Wien-hidas. A szelektív ellen-csatolású rezgékeltető az áthidalt T, vagy kettős T szűrős oszcillátor.

A hanggenerátor tömbvázlata az 1. ábrán látható. Az egyes áramköri egységeket ennek sorrendjében tárgyaljuk.

## Wien-hidas oszcillátor

A frekvenciabeállító-elemek a 2. ábrán, míg a generátor kapcsolási rajza a 3. ábrán láthatók. Az eredeti kapcsolási rajz az „ITT Schaltbeispiele” c. kiadványban található. E gyűjteményt 1973-ban adták ki a Német Szövetségi

Köztársaságban. Az ITT által kidolgozott kapcsolás több könyvben is viszsza-köszön. Fellelhető Rózsa Sándor: „Amatőr mérőkészülékek építése” című könyvében is (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982). A valamivel később megjelent D. Nührmann: „Professzionális kapcsolástechnika” I. kötet, 43. oldalán ugyancsak az ITT kapcsolást láthatjuk viszont (OMIKK, 1987).

Az ismertetésre kerülő hangfrekvenciás generátor Wien-hidas rezgékeltetővel rendelkezik. Hangolása a hídá-gban levő RC-elemek értékeinek változtatásával történik. A generátor fő adatai:

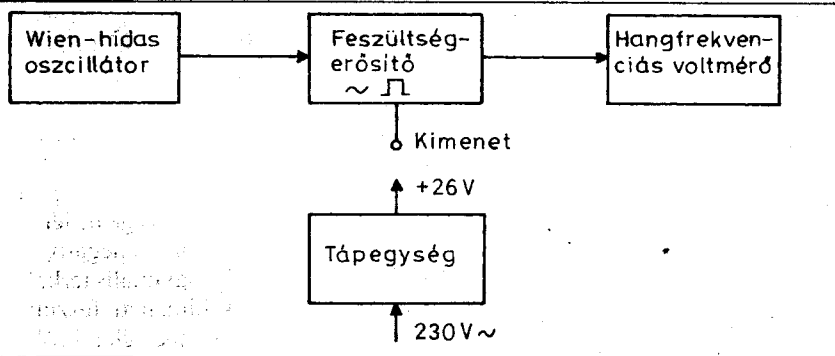
Műszaki adatok	
Frekvenciasávok	20 Hz ... 200 Hz, 200 Hz ... 2 kHz, 2 kHz ... 20 kHz, 20 kHz ... 200 kHz
Kimeneti feszültség	6 V
Kimeneti feszültség szabályozása	folyamatosan szabályozható a P <sub>5</sub> potenciométerrel, ill. négy lépcsőben 20 dB-es csillapítással a K <sub>5</sub> kapcsolóval tovább oszt-ható
Harmonikus torzítás	< 0,3%
Hullámforma K <sub>4</sub> kapcsolóval szabályozható 1. állás 2. állás	négyszög szinusz

A T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> és a T<sub>3</sub> tranzisztor egy DC-csatolt szélessávú erősítőt képez.

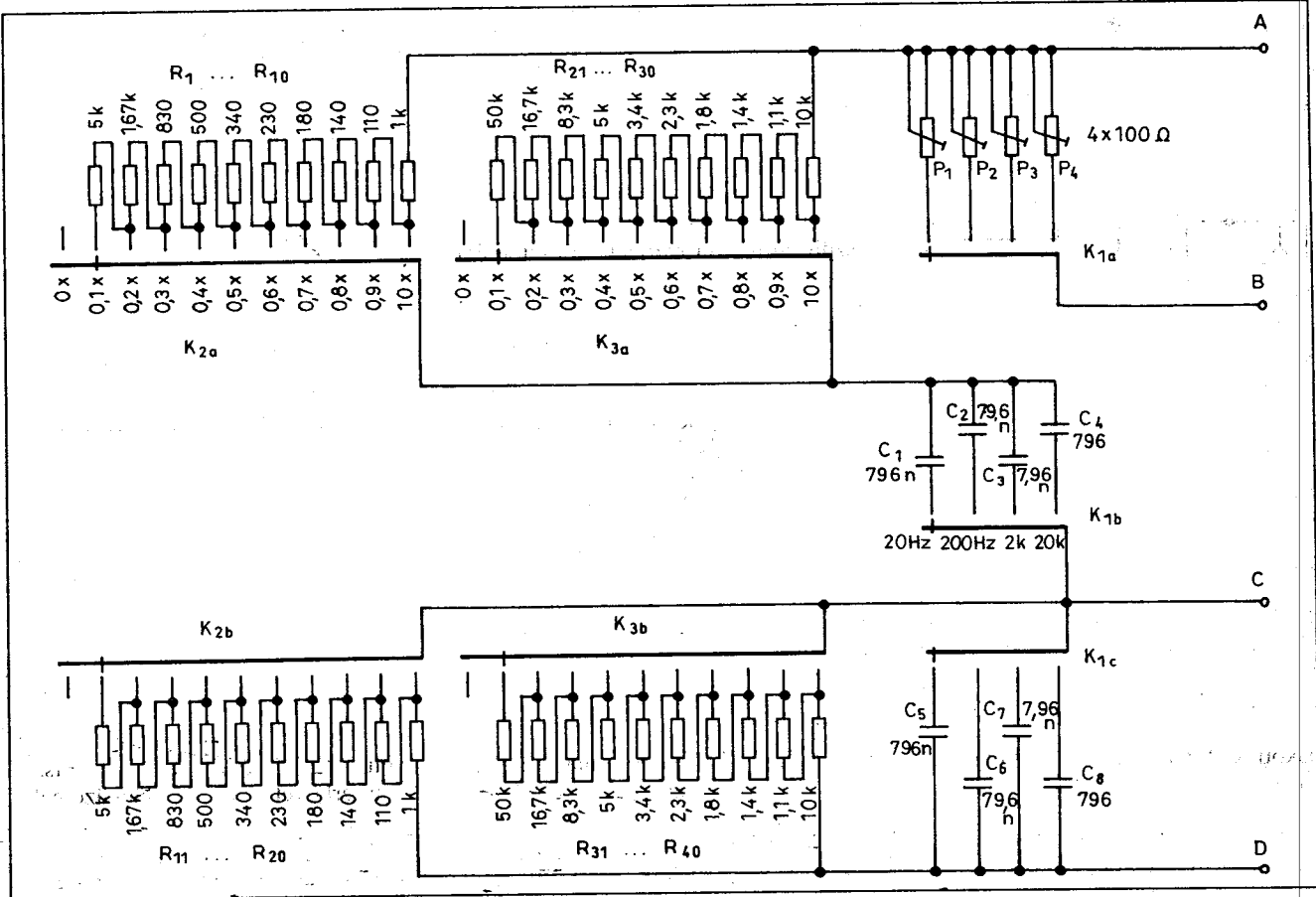
A galvanikus csatolás előnye, hogy elmaradnak a bázisköri RC-csatolóelemek, amelyek fázistorzítást okoznak.

A, B, C és D pontokhoz csatlakozik a K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> és K<sub>3</sub> kapcsolókkal felépített frekvenciabeállító egység. A sáv-váltásnál a hídá-gban lévő kondenzátorok értékét változtatjuk. A folyamatos hangoláshoz az eredeti kapcsolás 2 × 10 kΩ-os potenciométert használ. Tudni kell, hogy a Wien-hidas oszcillátorok kimeneti szintingadozása az RC-tagok együttlutásától függ. Sajnos potenciométerben nem találunk olyan példányt, amely 1%-on belül együttlut. A régebbi gyártású (elektroncsöves) hanggenerátoroknál speciális felépítésű, lineáris karakterisztikájú, dupla huzalpotmétert alkalmaztak. Ma ilyen a kereskedelem-ben nem kapható. Másik lehetőség a forgókondenzátoros hangolás. A gyári műszerek 2 × 1000 pF-os hangolóelemmel készültek. A rádiós célra gyártott 2 × 500 pF végkapacitású forgókondenzátorral is megvalósítható az 1:10-es (dekadikus) átfogás. Sajnos a technika fejlődésével eltűntek a forgókondenzátorok. Maradt az ellenállás-változtatással történő frekvenciabeállítás.

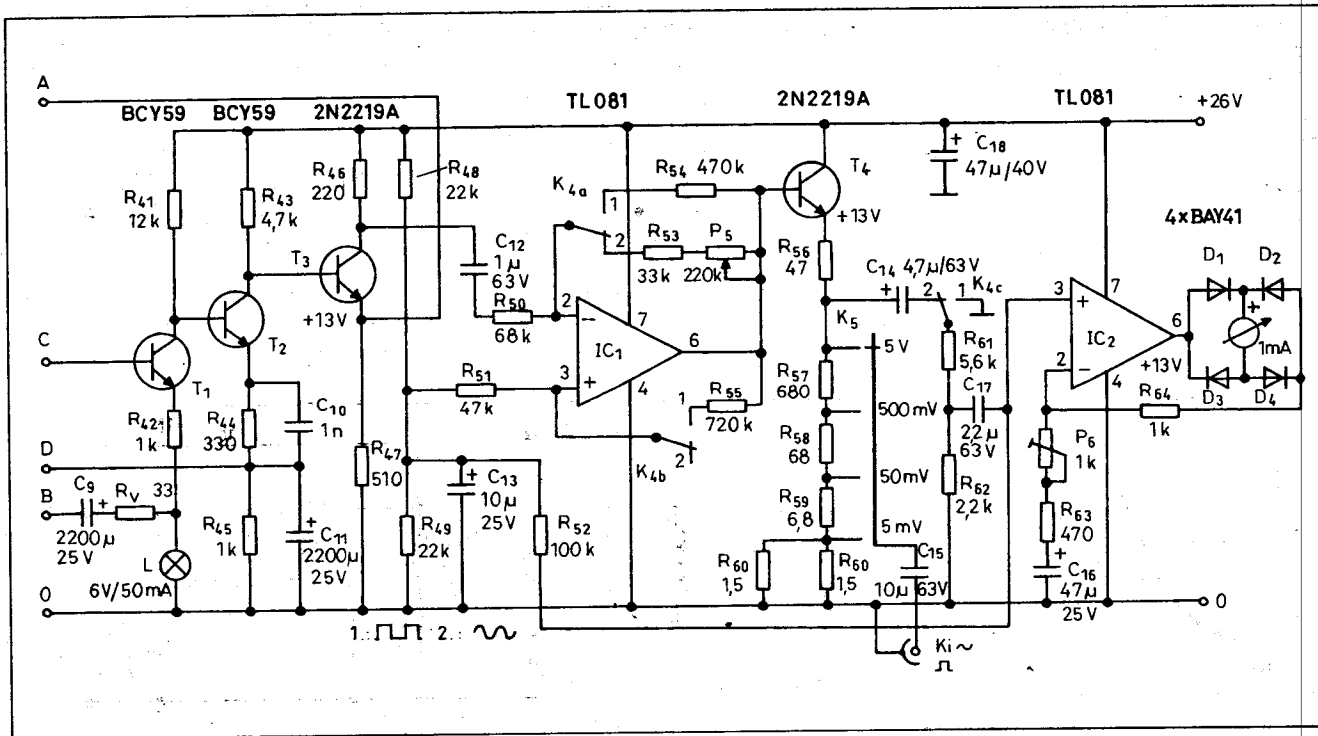
A sávhatárokat a K<sub>1</sub> tárcsás kapcsolóval váltjuk. A kapcsoló négyállású és háromáramkörös. Az „a” áramkör a visszacsatolt láncban található. Sávonként egy-egy potenciométer kapcsolódik be. Ezeknek értékétől függ a kimenőamplitúdó nagysága. Korrekt beállításukkal elérhetjük, hogy sáv-váltáskor nem változik a kimenőfeszültség. A „b” és a „c” áramkör szegmenseihez a Wien-híd kondenzátorai kapcsolódnak. A K<sub>2</sub> kapcsoló 11 állású és kétáramkörös. Kétszer 10 darab sorba kapcsolt 1%-os ellenállást tartalmaz. A K<sub>3</sub> kapcsoló hasonló felépítésű, kétáramkörös, 11 állású. Kétszer 10 darab 1%-os ellenállás van láncba (sorba) kötve a kapcsolón. A kapcsolókat a KONTAKTA készítette, típusuk KT1211-1. Megbízható, jól arretáló, kis átmeneti ellenállású. Érintkezői ipari ezüstből készültek. Mechanizmusa (arretálója) olyan felépítésű, hogy két görgő esetén 26 állású (ilyenkor minden szegmensre kapcsolt). Egy görgőnél feleződik a kapcsolások száma



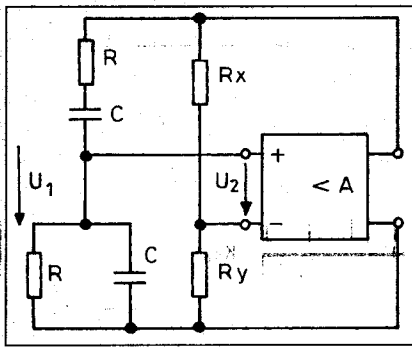
1. ábra. A hanggenerátor tömbvázlata



2. ábra. A frekvenciabeállító egység kapcsolási rajza



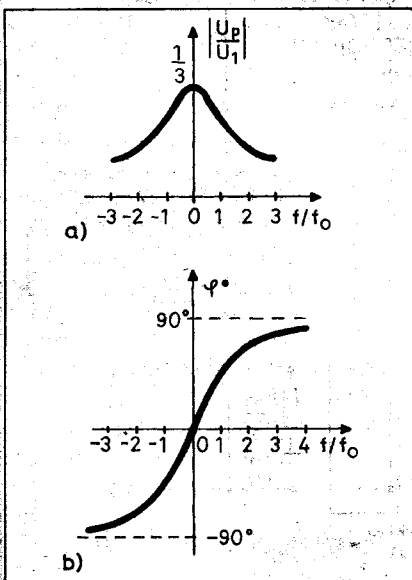
3. ábra. A hanggenerátor kapcsolási rajza



4. ábra. A Wien-hidas RC-generátor vázlatja

(tehát 13 állású a kapcsoló). Ez természetesen az egyáramkörös tárcsákra igaz.

A  $K_2$  és a  $K_3$  kapcsolók két-két darab egyáramkörös tárcsával lettek megépítve. A frekvenciabeállító egység kapcsolási rajza a 2. ábrán látható. A kapcsolókon lévő RC-elemek a Wien-híd soros, illetve párhuzamos tagjait alkotják. A 4. ábrán a Wien-hidas RC-generátor tömbvázlatát szemléltetjük. (A műszaki irodalomban a visszacsatoló ággal kibővített kapcsolás Wien-Robinson-híd néven szerepel. A köztudatban viszont a Wien-híd terjedt el.) A rezgés a következőképpen jön létre. Az együttcsatoló ágban lévő Wien-híd feszültségátvittele az  $f_0$  frekvencián maximális, itt jön létre a berezgzés. A rezonanciafrekvenciától ( $f_0$ ) eltérő frekvenciá-

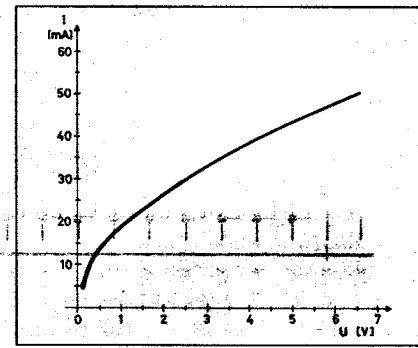


5. ábra. A frekvenciamenetek: a) erősítés, b) fázisforgatás

ciákon az erősítés már nem elegendő, mert érvényesül az  $R_x$  és az  $R_y$  ellenállások által létrehozott frekvenciafüggetlen negatív visszacsatolás. Ez nem elegendő a rezgés létrejöttéhez. Az oszcilláció csak akkor jön létre, ha az együttcsatolás nagyobb az ellencsatolásnál. A Wien-híd RC-tagjainak feszültségosztása rezonancia esetén 3:1 arányú. Az ellencsatolt erősítőnek ezért ennél nagyobb erősítéssel kell rendelkeznie, hogy a rezgés létrejöhessen. Az 5.a ábrán az erősítés frekvenciamenetét, míg a b ábrán a fázisforgatás frekvenciamenetét láthatjuk.

A Wien-hidas oszcillátor erősítője kétfokozatú, ezzel lehet ugyanis létrehozni a  $360^\circ$ -os fázistolást. A generátor erősítője az alábbi feltételeknek kell, hogy megfeleljen. Az erősítő bemenő impedanciájának nagyobbnak kell lennie, mint a Wien-híd alsó tagjának impedanciája. A kimenet alacsony kimenő impedanciája kedvező. Az erősítő szélessávú, minimális fázistorzítású legyen.

Az amplitúdó stabilizálását feszültségfüggő ellencsatolással oldjuk meg. A feszültségfüggő ellencsatolást izzólámpa vagy termisztor segítségével valósíthatjuk meg. Most az izzólámpás limitert alkalmazzuk, a 6 V, 50 mA-es (telefon)izzót az  $R_y$  ellenállás helyére kapcsoljuk. Az amplitúdó stabilizálására az izzólámpa ellenállásának nemlineáris változását használjuk ki. Tételizzük fel, hogy valamilyen okból megnövekszik az oszcillációs feszültség. Az  $R_x$  ellenálláson át nagyobb feszültség jut az  $R_y$  ellenállás helyén lévő izzólámpára (4. ábra). A nagyobb feszültség nagyobb áramot hajt át a lámpán. Jobban felizzik, ellenállása megnövekszik. A megnövekedett ellenállás miatt nagyobb lesz az ellencsatolás, az erősítés lecsökken, beáll az eredeti állapot. Amikor az oszcillációs jel am-



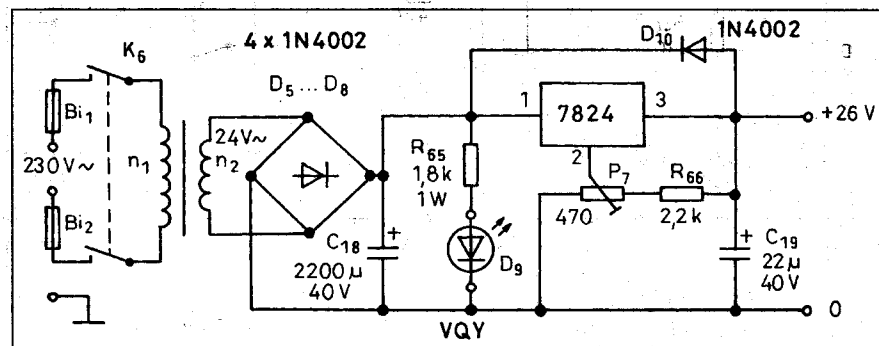
6. ábra. Az izzólámpa áram-feszültség karakterisztikája

plitúdója csökken, a fent leírt fordítottja játszódik le. A hanggenerátorban felhasználható 6 V, 50 mA-es izzó áram-feszültség karakterisztikája a 6. ábrán látható.

A frekvenciabeállító egység az A, B, C és D pontokon keresztül csatlakozik az áramkörhöz (3. ábra). A három tranzisztorral felépített DC-csatolt szélessávú erősítő első két tranzistora földelt emitteres, míg a  $T_3$  tranzisztor emitterkövető kapcsolásban üzemel.

A Wien-híd közös (C) pontja a  $T_1$  tranzisztor bázisához kapcsolódik. A  $T_1$  tranzisztor földelt emitteres kapcsolásban erősít. A fokozat frekvenciamenetét javítja az  $R_{42}$  ellenállás. Sarkain negatív áramvisszacsatolás jön létre, amely növeli a fokozat sávviszességét, csökkenti az erősítést, valamint a torzítást.

Az  $R_{40}$  emitterellenállás az L izzólámpán át kerül földpotenciálra. Az izzólámpa és az  $R_{42}$  osztáspontjához csatlakozik a  $C_9$  elektrolitkondenzátorral soros  $R_V$  ellenállás. A  $C_9$  elektrolitkondenzátor (B) a  $K_{1a}$  kapcsoló csúszkájához van kötve. Sávvaltáskor változnak a soros potenciométerek, amelyekkel az oszcillátor kimenőamplitúdóját állíthatjuk be azonos értékre.



7. ábra. A tápegység kapcsolási rajza

A  $T_1$  tranzisztor kollektorához galvanikusan kapcsolódik a  $T_2$  bázisa. A  $T_2$  emitter ellenállása két részből ( $R_{44}$  és  $R_{45}$ ) áll. Az  $R_{44}$  ellenállással párhuzamos  $C_{10}$  kerámiakondenzátor az erősítő nagyfrekvenciás átvitelét javítja. Az  $R_{44}$  és az  $R_{45}$  osztáspontja (D) a Wien-híd aljához kapcsolódik. Kapcsolóállástól függően ezeken az ellenállásokon kap előfeszültséget a  $T_1$  tranzisztor. A  $T_1$  és a  $T_2$  munkapontja a beépített példányok  $\beta$ -jától (áramerősítési tényezőjétől) függetlenül beáll. Ez az erőteljes DC-visszacsatolásnak köszönhető. Nézzünk egy példát. Megemlünkik valamilyen okból a  $T_1$  tranzisztor kollektorfeszültsége. A  $T_2$  tranzisztor bázispotenciálja is feljebb megy a DC-csatolás miatt, az átfolyó áram megnövekszik. Az emitterellenállásokon ( $R_{44}$ ,  $R_{45}$ ) nagyobb feszültség esik. A D pont feszültsége nagyobb, jobban nyitja a  $T_1$  tranzisztor, létrejön az egyensúlyi állapot. Az  $R_{45}$  ellenállással párhuzamos  $C_{11}$  elektrolitkondenzátor megakadályozza a váltakozófeszültség létrejöttét az ellenállás sarkain.

A  $T_3$  tranzisztor szerepe a terhelésválasztás. A visszacsatolás a Wien-híd felé az emitterkörből történik. Az alacsony kimenőimpedancia biztosítja az RC-generátor jó műszaki paramétereit. A  $T_3$  tranzisztor kollektorköréből történik az oszcillátor jelének kicsatolása. A kimenőjel amplitúdója a  $P_1$ – $P_4$  potenciométerek értékétől függ. Méréseim, valamint az ITT által közölt adatok szerint 2,5 V kimenőfeszültségnél a torzítás kisebb, mint 0,2%.

Az oszcillátor jelét a  $T_3$  tranzisztor kollektorköréből csatoljuk ki, a kimenőfeszültség így szeparált a Wien-hídra visszacsatolt feszültségtől. Az  $R_{46}$  ellenállásról az oszcillációs feszültséget a  $C_{12}$  kondenzátoron át visszük a feszültségerősítő fokozat bemenetére.

## Feszültségerősítő

Feladata, hogy függetlenítse a generátor kimenetét az oszcillátortól, valamint tegye lehetővé a kimenőjel folyamatos és lépcsőzetes leosztását.

A generátor jele a  $C_{12}$  kondenzátoron és az  $R_{50}$  ellenálláson át az  $IC_1$  műveleti erősítő invertáló bemenetére jut. A felerősített jel közvetlen csatlással a  $T_4$  tranzisztor bázisára kerül. A  $T_4$  tranzisztor emitterkövető kapcsolatban működik. Az alacsony kimenőimpedancián megjelenő jel az  $R_{56}$ ,  $R_{57}$ ,

$R_{58}$ ,  $R_{59}$  és  $R_{60A}$ ,  $R_{60B}$  ellenállásból felépített osztóra jut. A  $K_5$  kapcsoló 20 dB-es lépésekben csökkenti a kimeneti feszültséget. Az  $R_{56}$  ellenállás a  $T_4$  tranzisztor védelmét szolgálja: a  $K_5$  kapcsoló 5 V-os állásában a kimenet zárata esetén korlátozza a létrejövő áramot.

Az  $IC_1$  erősítése 0,5 és 3,5 szerez érték között változtatható a  $P_5$  potenciométerrel. A feszültségerősítő harmonikus torzítását megmértem a 20 Hz ... 20 kHz-es sávban. A torzítás az erőteljes negatív visszacsatolásnak köszönhetően rendkívül alacsony, kisebb mint 0,1%! (A 20 kHz feletti mérést a torzításmérő nem tette lehetővé.)

A frekvenciamenetet is ellenőriztem 5 V kimenőfeszültségnél, 20 Hz és 300 kHz közötti frekvenciasávban; színtingadozást nem lehetett mérni. A feszültségerősítő megfelel az elvárásoknak, sáv szélessége nagy, torzítása, valamint kimenőimpedanciája alacsony.

A hangfrekvenciás mérések során időnként szükségünk lehet négyyszögjelre. A régebbi szakkönyvekben megtalálhatók ezek a mérések. Az erősítő kimenetén megjelenő négyyszögjel alakjából meghatározhatók az átviteli tulajdonságok. A  $K_4$  kapcsoló 1-es állásában a műveleti erősítő Schmitt-triggerként működik. A szükséges pozitív visszacsatolást a kimenet és a neminvertáló bemenet közé kapcsolt  $R_{55}$  ellenállás hozza létre. A műveleti erősítő invertáló bemenete és a  $T_4$  tranzisztor bázisa közé a  $K_4$  kapcsoló „a” szegmensén keresztül az  $R_{54}$  ellenállás kerül, az erősítés így nagyobb lesz.

A négyyszögjel felfutása és lefutása (100%-ra) 2,5 ms. Oszcilloszkóppal vizsgálva a jelalakot, körülbelül 60 kHz frekvenciáig a klasszikus négyyszögjel látható. E feletti frekvenciáknál a fel- és a lefutás egyre jobban összemérhető az impulzusszélességgel. A 200 kHz-es négyyszögjel már a trapézjelhez hasonló.

Négyyszögjel (Schmitt-trigger) üzemmódban a kimenőamplitúdó más értelmezést nyer. Vegyünk egy példát. Szinuszos üzemmódban a  $K_5$  kapcsoló felső állásában 5 V effektív feszültség vehető le. Négyyszög hullámformánál ezen a ponton 14,1 V mérhető. Ez a feszültség egyezik az 5 V effektív kétszeres csúcspontjával. Négyyszög üzemmódban a  $K_5$  kapcsoló felső állásában 14 V, míg a legalsó pozícióban 14 mV feszültség vehető le. A többi

állás feszültségei értelemszerűen adódnak. Négyyszög üzemmódban a hangfrekvenciás voltmérő nem működik.

A műveleti erősítő típusa TL081. Korszerű JFET bemenetű kettős (pozitív, negatív) tápfeszültségű műveleti erősítő. Kimenete rövidzár ellen védett, harmonikus torzítása kellően kicsi. Az egytelepes táplálásra több áramköri megoldás ismert. Műszerünkben az ellenállásosztós megoldását alkalmaztuk. A féltápfeszültséget az  $R_{48}$  és az  $R_{49}$  ellenállásból felépített osztóval állítjuk elő. Az osztó hidegítését a  $C_{13}$  elektrolitkondenzátor végzi.

## Hangfrekvenciás voltmérő

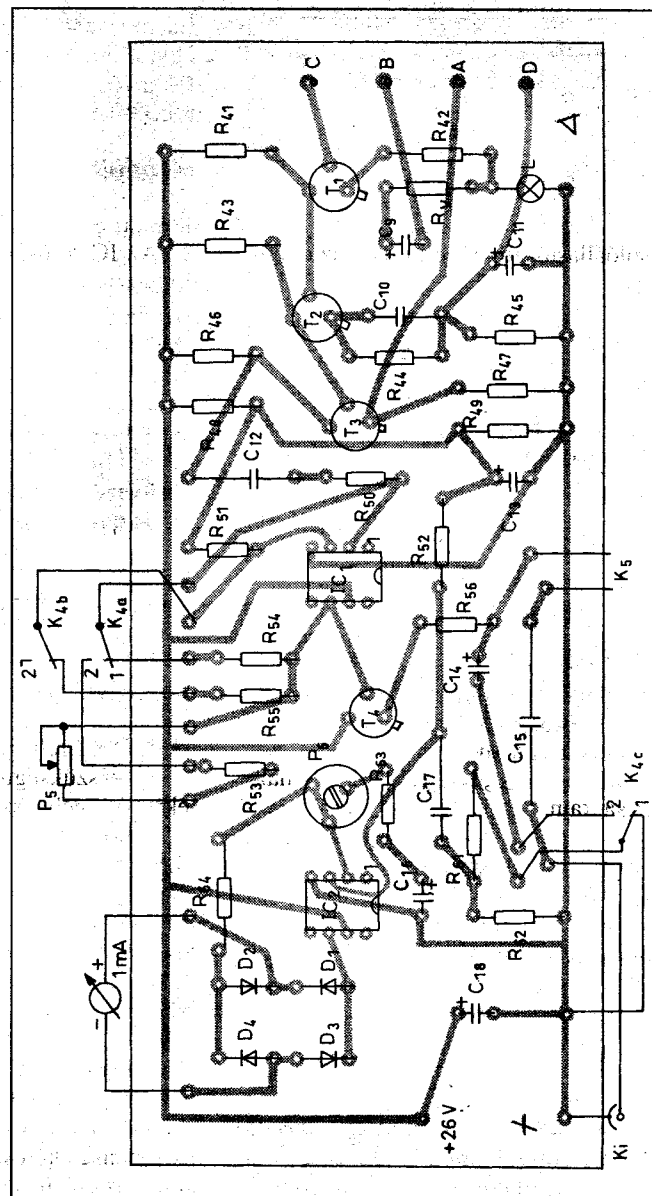
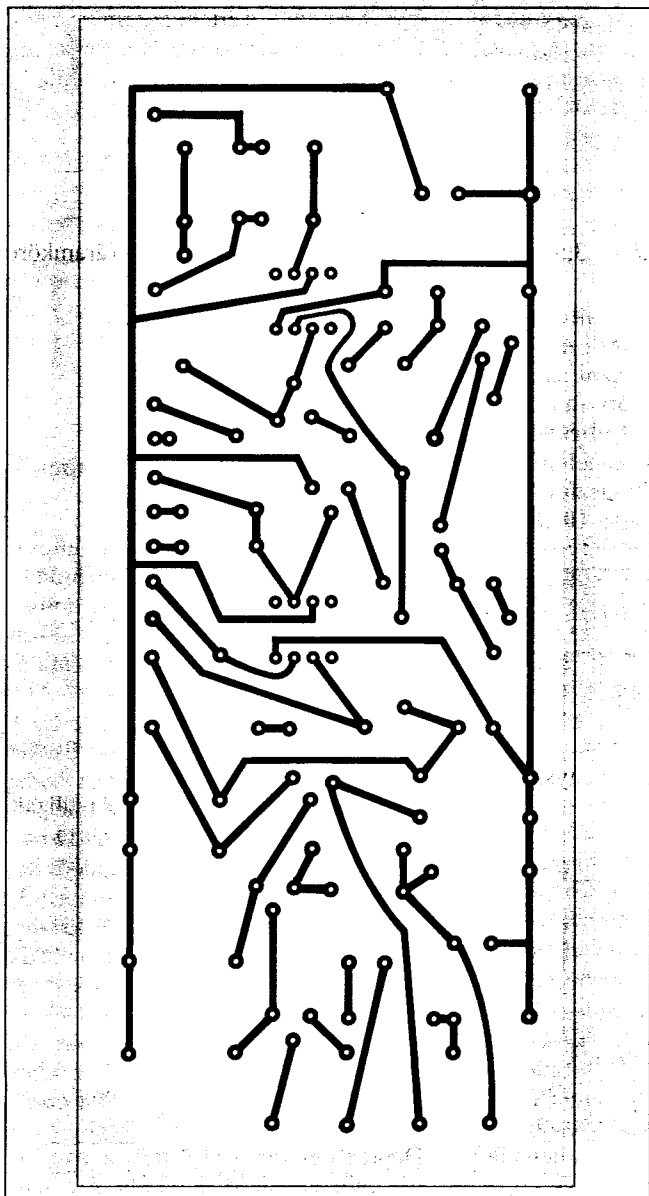
Feladata a hanggenerátor kimenőfeszültségének mérése. Erre a feladatra az egyszerű diódás voltmérő nem felel meg. A Deprez-műszert tápláló diódák nemlineáris karakterisztikája miatt a skála eleje nyomottá válik. A műszer-skálát egyedi úton kell felvenni. A műszerkör belsőellenállása kicsi, terheli a kimenetet.

Az  $IC_2$  műveleti erősítővel realizált áramkör lényegében egy hangfrekvenciás millivoltmérő. A mérendő jel a  $C_{14}$  kondenzátoron át az  $R_{61}$ ,  $R_{62}$  előosztóra jut. Az 5 V-os jel az osztáspontban 1,4 V-ra csökken. Ez a feszültség a  $C_{17}$  kondenzátoron át a műveleti erősítő neminvertáló bemenetére kerül. A kimeneten megjelenő felerősített jel egyenirányítását a  $D_1$ – $D_4$  diódákból felépített Graetz-híd végzi. A híd kimenetén található az 1 mA végkiterésű Deprez-műszer. Az  $IC_2$  műveleti erősítő áramgenerátorként táplálja a műszerkört. A kalibrálás a  $P_6$  trimmerpotenciométerrel történik, lényegében az erősítést szabályozzuk a megfelelő értékre.

A műszer kitérése arányos a neminvertáló bemenetre juttatott váltakozó feszültség nagyságával. A műszer-skála lineáris. A műveleti erősítő munkapontját (féltápfeszültség) szintén az  $R_{48}$ – $R_{49}$  osztó állítja be. Megmértem a voltmérő frekvenciamenetét 20 Hz és 300 kHz közötti sávban, 5 V végkiterésnél. A voltmérő mutatója stabilan állt az 5 V-os osztásnál, szintesést vagy kiemelést nem tapasztaltam.

## Tápegység

Feladata a hanggenerátort ellátni alacsony zajú, stabil egyenfeszültséggel. Kapcsolási rajza a 7. ábrán látható.



8. ábra. A Wien-hidas generátor fóliarajza

9. ábra. A generátor alkatrész-beültetési rajza

Az egyenirányítást a D<sub>5</sub>–D<sub>8</sub> Graetz-híd végzi, a pulzáló egyenfeszültséget a C<sub>18</sub> elektrolitkondenzátor simítja. A stabilizálást az IC<sub>3</sub> integrált áramkör végzi, típusa 7824, de a kimeneti feszültség 26 V.

Ez úgy jön létre, hogy az R<sub>66</sub> ellenállásból és a P<sub>7</sub> potenciométerből álló osztó 2 V-tal felemeli a stabilizátor-IC testpotenciálját. A tápfeszültség jelenlétét, a műszer működését az előlapon elhelyezett D<sub>9</sub> LED fénye jelzi. A dióda áramát az R<sub>65</sub> ellenállás állítja be 17 mA-ra.

A hálózati transzformátort megvásárolhatjuk vagy elkészíthetjük. Az üzletekben kapható transzformátorok mi-

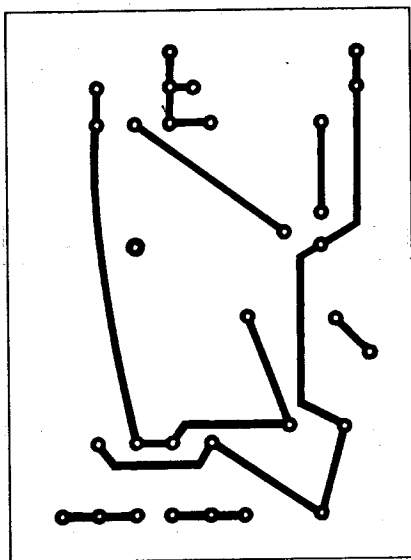
nősége változó. Szekunder feszültségük a névleges terhelés mellett áll be. Kisebb terhelésnél a kimeneti feszültség jelentősen emelkedik. Némelyik típusnak nagy a mágneses szórása: a vas-magból kilépő erővonalak a közelükben lévő vezetékekben, fóliákban zajfeszültséget indukálnak. Javaslom jó minőségű hálózati transzformátor vásárlását.

Amennyiben lehetőségünk van, készítsük el saját magunk a hálózati transzformátort. Adatait kiszámoltam hagyományos szilícium ötvözetű transzformátorlemezre, valamint hiperszil ötvözetű tekercselt szalagmagra is. A gerjesztést alacsony értékre állí-

tottam be, a transzformátorok szórása minimális. A hálózati transzformátor adatai:

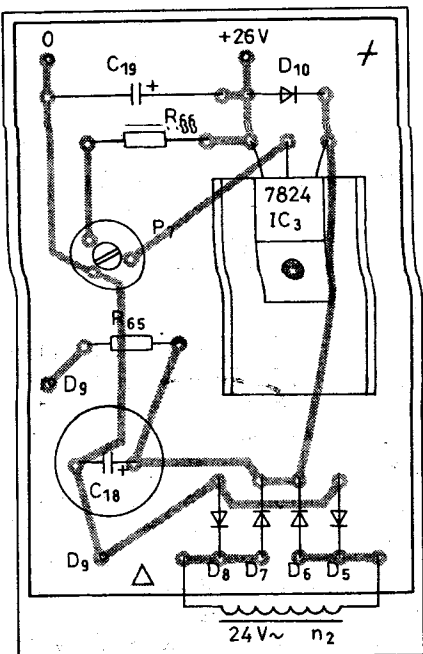
- EI 66/22; a primer 2300 menet Ø0,2 mm Mz huzalból, soronként 0,05 mm transzformátorpapír-szigetelés; a szekunder 260 menet Ø0,35 mm Mz, soronként 0,05 mm transzformátorpapír; a primer és a szekunder között 4 réteg 0,2 mm-es prespán,

- SM55; a primer 2410 menet Ø0,18 mm, soronként 0,05 mm transzformátorpapír-szigetelés, a szekunder 275 menet Ø0,35 mm, soronként 0,05 mm transzformátorpapír; a primer és a szekunder között 4 réteg 0,2 mm-es prespán.



10. ábra. A tápegység fóliarajza

A hálózati transzformátor elkészítéséhez a tárgyi feltételeken kívül némi gyakorlat is szükséges. A vékony huzalt ne a saját anyagából hozzuk ki, mert könnyen elszakad. Célszerű vastagabb, többszálás kivezetőhuzalt alkalmazni. A kivezetéseket vékony szigetelőcsőbe húzzuk. A szigetelőanyagot oldalanként 1,5 mm-rel vágjuk szélesebbre. A széleket ebben a mélységben 2 mm-es távolságra vagdossuk be ollóval. Ez a csévetest oldalán felhaj-

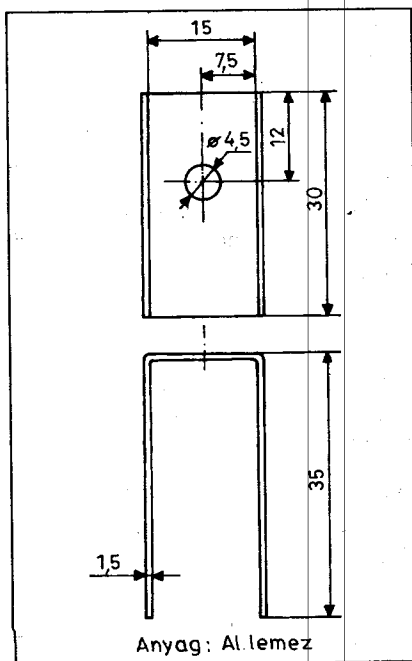


11. ábra. A tápegység alkatrész-beültetési rajza

lik, megakadályozza a széleken a sorok egymásba csúszását. (További ismeretek a 46. oldaltól kezdődően olvashatók.)

### Megépítés, bemérés

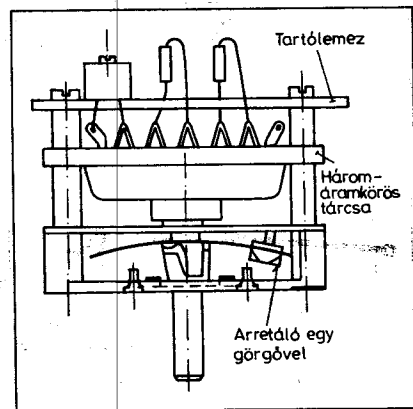
A munkát az alkatrészek beszerzésével kezdjük. Következő lépés a nyomtatott áramköri lapok elkészítése. A fóliarajzot szükség szerint módosítjuk, amennyiben nem sikerült a megadott méretű alkatrészt beszerezni. A generátor fóliarajza a 8. ábrán, míg az alkatrész-beültetési rajz a 9. ábrán látható. A tápegység külön panelon nyert elhelyezést a hálózati transzformátorral. A tápegység fóliarajzát 10. ábrán,



12. ábra. A hűtőlemez vázlatrajza

beültetési rajzát a 11. ábrán, az IC hűtőlemezét pedig a 12. ábrán szemléltetjük.

A  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$  és  $K_5$  kapcsolók forgótárcsás kivitelűek, KT1211-1 típusúak. Ehhez hasonló felépítésű kapcsolót több cég is gyárt (Siemens, Tesla stb.). A stabil működés feltétele a jó érintkezés, a kis átmeneti ellenállás. A megszerelt  $K_1$  és  $K_2$ ,  $K_3$  kapcsolók vonalas rajza a 13. ábrán és a 14. ábrán tekinthető meg. A  $K_1$  kapcsoló alkatrészeit nyomtatott áramköri lap hordozza. A nyák-lap távtartó segítségével a kapcsolótárcsa mögött foglal helyet. Az egyes pontokat szigetelt huzaldara-

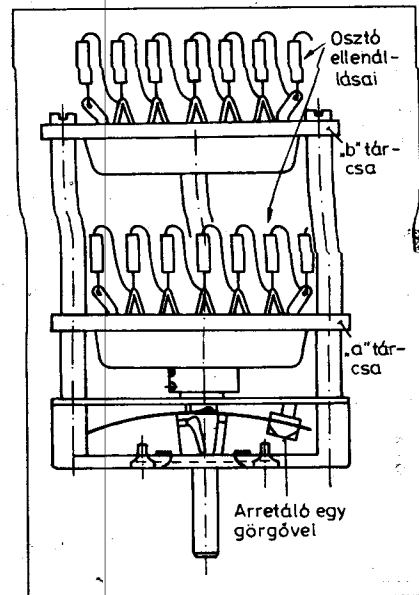


13. ábra. A megszerelt  $K_1$  kapcsoló rajza

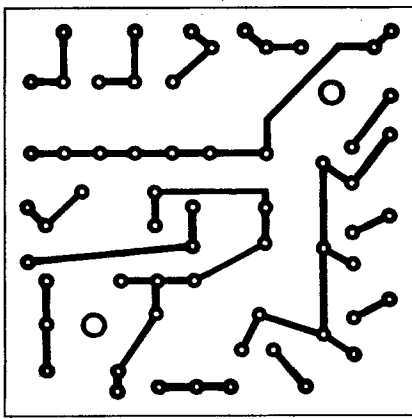
bokkal kötöttem össze. Az alkatrész-tartó-lap fóliarajzát a 15. ábrán találhatjuk meg, a 16. ábra a hozzá tartozó beültetési rajz. A Wien-híd osztóban lévő ellenállások fémréteg struktúrájúak, 1% pontosságúak ( $R_1$ - $R_{40}$ ).

Az osztóban találunk olyan értékeket, amelyeket nem gyártanak. Ezeket kis szerénccsel két ellenállás sorba kapcsolásával létrehozhatjuk. Íme például:  $R_2 = 1,67 \text{ k}\Omega$ , ezt az  $1,6 \text{ k}\Omega$  és a  $68 \Omega$  soros kapcsolásából rakjuk össze, az  $R_3$  ( $830 \Omega$ ) =  $820 \Omega + 10 \Omega$ , az  $R_4$  ( $500 \Omega$ ) =  $390 \Omega + 110 \Omega$ ... A lényeg, hogy az osztó ellenállásai 1%-on belül egyezzenek a kapcsolási rajzon megadott értékkel.

A  $C_1$ - $C_8$  kondenzátorok poliészter, ill. más műanyag dielektrikumú típusok legyenek. Kerámia kondenzátor erre a



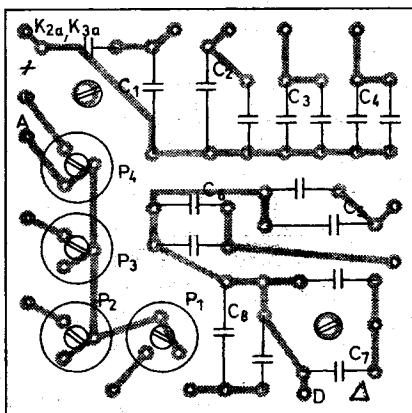
14. ábra. A megszerelt  $K_2$  és  $K_3$  kapcsoló



15. ábra. A K<sub>1</sub> alkatrésztartó fóliarajza

célra nem felel meg. Az előírt értéket több darabból rakjuk össze, majd kapacitásmérő hídval ellenőrizzük pontosságát. A C<sub>10</sub> kondenzátor kerámia dielektrikumú tárcsa-, vagy csőkondenzátor. A kimeneti osztó 1%-os, 0,6 W-os vagy ennél nagyobb teljesítményű ellenállásokból épül fel. A P<sub>5</sub> potenciométer a műszer előlapján található, karakterisztikája lineáris.

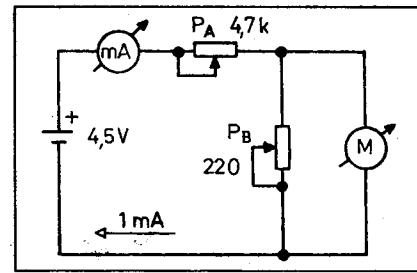
A hangfrekvenciás voltmérő Deprez-műszerének végkiterése 1 mA. A műszerre olyan skálát kell készíteni, amelynél a végkiterés 6. Ezen jól beállítható az 5 vagy 6 V-os maximális kimenőjel. Előfordul, hogy a beépítésre kerülő műszer ennél jóval érzékenyebb. A műszerrel párhuzamosan kapcsolt sőtellenállás a felesleges áramot átveszi. A sőtellenállás értékét csak akkor tudjuk kiszámolni, ha ismerjük az alampműszer belsőellenállását. Az is megoldás, ha összeállítjuk a 17. ábrán vázolt mérési sémát. A P<sub>A</sub> potenciométerrel a telepágban 1 mA-es áramot állítunk be. Ezután a P<sub>B</sub> poten-



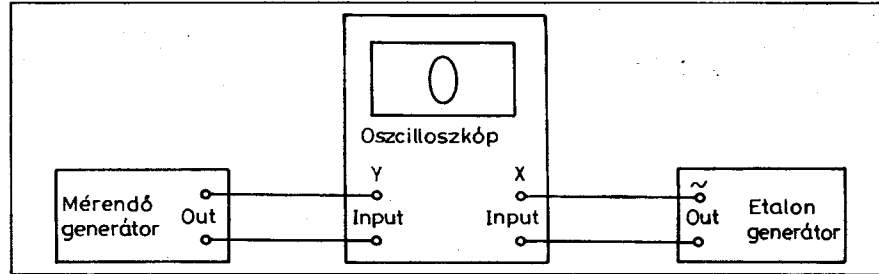
16. ábra. Az alkatrésztartó beültetési rajza

ciométerrel végkiterésbe hozzuk az M alampműszert. Lemérjük a P<sub>B</sub> potenciométer ellenállását. Egy ezzel egyező értékű ellenállást párhuzamosan kötünk az alampműszerrel.

Az élesztést a tápegységgel kezdjük. Feszültséget kapcsolunk a transzformátor primer (n<sub>1</sub>) tekercsére. A D<sub>9</sub> LED világít. Egyenfeszültséget mérünk a C<sub>19</sub> elektrolitkondenzátor sarkain. A P<sub>7</sub> potenciométerrel 26 V-ot állítunk be. Ellenőrizzük a terhelhetősé-



17. ábra. A Deprez-műszer sőtjének beállítása

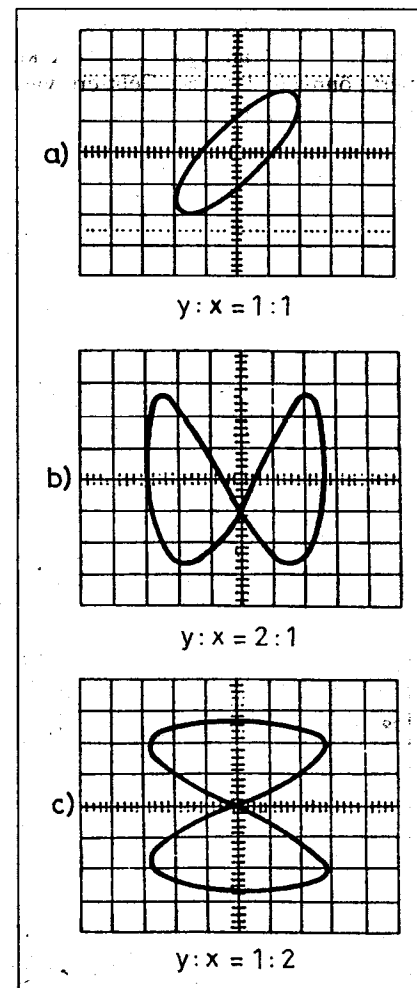


18. ábra. A Lissajous-módszer mérési elrendezése

get. Kapcsoljunk a kimenetre 100 Ω, 6 W-os huzalellenállást. A kimenőfeszültség csak néhány millivoltnyit csökkenhet.

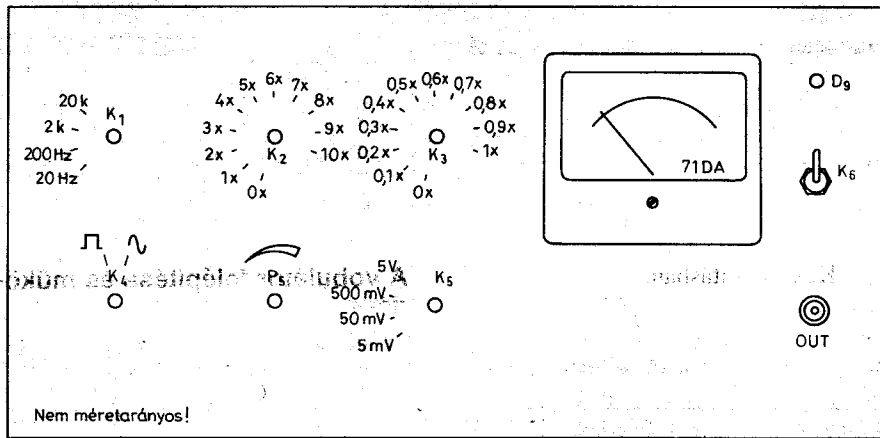
A 2. ábrán lévő kapcsolókat összekábelezük a generátorpanel megfelelő pontjaival. Tápfeszültséget kapcsolunk a berendezésre. Ellenőrizzük a kapcsolási rajzon megadott feszültségeket. A mért feszültség 1 V-tal térhet el az előírt értéktől.

A generátor frekvenciaválasztó kapcsolóit 1 kHz-es állásba helyezzük. Ez a következő beállítás: K<sub>1</sub> kapcsoló 200 Hz, a K<sub>2</sub> 5×, a K<sub>3</sub> 0× pozícióban van. Oscilloszkóppal és hangfrekvenciás voltmérővel feszültséget mérünk a T<sub>3</sub> tranzisztor kollektora és a test között. A P<sub>2</sub> potenciométerrel 2 V (effektív) feszültséget állítunk be. A szinuszjelnek torzításmentesnek kell lennie. A K<sub>1</sub> sávvaltó kapcsolót 20 Hz-re kapcsoljuk. Beállítjuk a P<sub>1</sub> potenciométerrel a 2 V-ot. A frekvencia 100 Hz. A 2 kHz-es sávban a P<sub>3</sub>, míg a 20 kHz-es állásban a P<sub>4</sub> potenciométerrel állítjuk be a 2 V-ot. Ezeknél a méréseknél a K<sub>4</sub> kapcsolót a 2-es állásban van. A K<sub>5</sub> kapcsolót az 5 V-os kimenetre kapcsoljuk. A kimeneti BNC-aljzatra kapcsoljuk az oscilloszkópot és a hangfrekvenciás voltmérőt. A P<sub>5</sub> potenciométerrel 5 V-ot állítunk be. A kimeneti osztót 500, 50, majd 5 mV-os állásba kapcsoljuk. Ellenőrizzük a kimenőfeszültség pontosságát. A mérést 1 kHz-es frekvencián végezzük.



19. ábra. A Lissajous-ábrák különböző frekvenciaarányoknál





20. ábra. A generátor előlapja vázlatosan

A hanggenerátor voltmérőjének beállítása a  $P_6$  potencióméterrel történik. Előzőleg már beállítottuk az 5 V kimenőfeszültséget a  $P_5$  potencióméterrel. Az alaplmszer mutatóját az 5 V-os osztásra állítjuk a  $P_6$  potencióméterrel. A  $K_4$  kapcsolót az 1-es állásba helyezzük. A kimeneti ponton négyszögjel jelenik meg.

A  $K_5$  kapcsoló 5 V-os állásában 14 V-os négyszögjel mérhető a kimeneten. A többi állásban arányosan csökken a feszültség. Sorrendben a következő amplitúdójú négyszögjelek állíthatók be: 14 V, 1,4 V, 140 mV és végül 14 mV.

### A frekvenciák ellenőrzése, beállítása

Az alábbiakban két mérési lehetőséget ismertetek. A rendelkezésre álló műszerek döntik el, hogy melyiket választjuk.

#### Frekvenciamérő

A hanggenerátor kimenetére kapcsoljuk a frekvenciamérő bemenetét. A sávváltó ( $K_1$ ) kapcsolót 20 Hz-re állítjuk. Frekvenciát mérünk 20 és 200 Hz-en. Ezt megismételjük a  $K_1$  sávváltókapcsoló 200 Hz-es, 2 kHz-es és 20 kHz-es állásában is. A mért frekvencia értéke (eltérése) a frekvenciaválasztó egységbe beépített RC-elemek pontosságától függ. Nagyobb eltérés esetén cseréljük a nem megfelelő értékű ellenállást vagy kondenzátort. Az eltérésnek megfelelően változtatunk az RC-tagok értékén. Például: sávon belül beállítható ( $K_2$  kapcsoló) a  $10\times$  átfogás. Amikor sávot váltunk a  $K_1$  kapcsolóval, eltérést mérünk. Ebben az esetben nincs meg a kondenzátoroknál a  $10\times$ -es kapacitásváltozás. Ettől kivé-

tel a  $C_4$  és a  $C_8$  kondenzátor, ezek kapacitása a legkisebb. (A szerelési kapacitás hozzáadódik a kondenzátorok kapacitásához.) Ide vélhetően 10...30 pF-dal kisebb értékűeket kell beépíteni. A legtöbb kapcsolásban egy-egy trimmerkondenzátort kapcsolnak párhuzamosan ezekkel a kondenzátorokkal. Ez megkönnyíti a beállítást. Tapasztalataim szerint a trimmerkondenzátorok néhány év alatt kontakthibásak lesznek. Az eredmény: a beállított frekvencia változik, „sétál”. Inkább egyszer állítsuk be kis értékű, párhuzamos kondenzátorokkal a sávhatárokat, az időt nem sajnálva, mint bosszankodjunk a bizonytalan működés miatt!

#### Lissajous-módszer

A méréshez hanggenerátor és olyan oszcilloszkóp szükséges, amelynek vízszintes (X) erősítője külön is hasz-

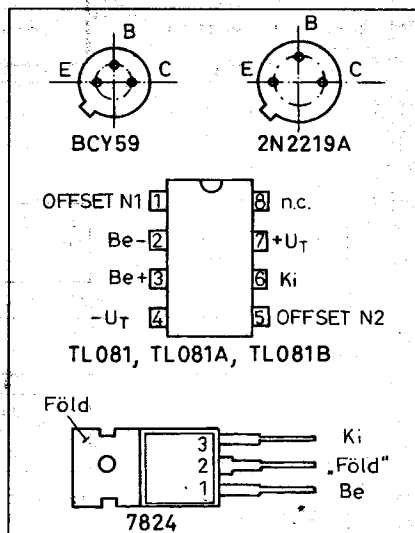
nálható. A mérési elrendezés a 18. ábrán látható. Az oszcilloszkóp függőleges (Y) erősítőjére az ismeretlen frekvenciájú mérendő jelet, a vízszintes (X) bemenetére a változtatható frekvenciájú, kalibrált skálájú generátor jelet vezetjük. Beállítjuk a két generátor amplitúdóarányát oly módon, hogy az ernyőn egy fényes négyzet jelenjen meg. Ezután folyamatosan változtatjuk a referenciagenerátor frekvenciáját. Amikor a két generátor frekvenciája egész számú többszöröse egymásnak, vagy egyezik, megjelenik a Lissajous-ábra. Az ábra alakja a két szinuszjel frekvenciájának arányától és a jelek egymáshoz viszonyított fázisától függ. Amikor a két frekvencia egyenlő, a fázishelyzetnek megfelelően kör, illetve ellipszis látható az oszcilloszkóp képernyőjén. Ezt szemlélteti a 19.a ábra. A b ábrarészleten a mérendő jel frekvenciája kétszerese az etalon frekvenciának. A c ábrarészleten ennek a fordítottja látható, az etalon frekvencia kétszerese a mérendő frekvenciának.

A kalibrálás menete a következő. Állóképnél (ellipszis vagy kör) leolvassuk a mérendő generátor frekvenciáját. Amennyiben eltérést tapasztalunk, korrigáljuk a frekvenciabeállító RC-tagok értékeit. Ne feledjük, hogy a Wien-híd mindkét tagját azonos mértékben kell változtatni. Ez alól a – már említett –  $C_4$  és  $C_8$  kivétel, mert itt a szerelési kapacitás nem egyforma. (A nagyobb kapacitású kondenzátoroknál a szerelési kapacitás már elhanyagolható.)

A 20. ábrán a hanggenerátor előlapjának vonalas rajza látható. Ettől természetesen eltérhetünk. A tárcsás kapcsolók helyett például nyomógombos kapcsolót is beépíthetünk a  $K_1$  ...  $K_5$  helyére. Természetesen olyan típus szükséges, amelynél egyik nyomógomb benyomása a másikat kioldja (váltókapcsoló).

Egy példa a műszer használatára. Hangerősítőt mérünk, ehhez szükségünk van 1 kHz, 40 mV-os szinuszos jelre. A hanggenerátoron a következő beállítást végezzük el. A  $K_1$  sávváltó kapcsoló 200 Hz, a  $K_5$   $5\times$ , a  $K_3$   $0\times$  állásban van. A  $K_4$  kapcsolót 2-es, a  $K_5$  kapcsolót az 50 mV-os pozícióba tesszük. A  $P_5$  potencióméterrel 4 V-ot állítunk be a feszültségmérőn. A kimeneti ponton ilyen beállításnál 1 kHz, 40 mV-os szinuszjelet kapunk.

A hanggenerátor félvezetőinek láb kiosztását a 21. ábra szemlélteti.



21. ábra. Félvezetők tokrajza: a tranzisztorok alulnézetben, az IC-k felülnézetben

# Hangfrekvenciás vobulátor

Konsanszky Róbert okl. villamosmérnök

Az amatőrlaboratóriumok fontos berendezései a különböző jelgenerátorok és műszerek. Az itt következő leírásban egy olyan hangfrekvenciás mérőberendezést ismertetek, amely alkalmas elő- és végerősítők, magnók, hangváltók, transzformátorok, valamint – megfelelő mérőmikrofonnal és erősítővel kiegészítve – hangsugárzók átviteli tulajdonságainak vizsgálatára. Az RT hársábjain eddig megjelent cikkek a vizsgálójelek előállításához szükséges berendezéseket ismertették, de csak érintőlegesen említették a kiértékeléshez szükséges oszcilloszkópot. A vizsgált rendszer átviteli függvényét csak pontonkénti leolvasások, számítások és hosszadalmas diagramkészítés után kaphattuk meg. Az itt ismertetett berendezés oszcilloszkópon közvetlenül megjeleníti az átviteli függvény Bode-diagramját.

Mielőtt rátérek a készülék részletes ismertetésére, röviden tekintünk át az üzemmódjait, amelyek a következők:

- Vobulátor üzem. Ebben az állásban a generátor a vizsgálandó berendezés bemenetére időben változó frekvenciájú jelet kapcsol. A válaszjelet egyenirányító és logaritmikus erősítő dolgozza fel, amelynek kimenőjele egy oszcilloszkóp Y csatornájára kapcsolandó. A generátor az oszcilloszkóp X csatornája számára olyan vezérlőjelet állít elő, ahol a fénypont vízszintes helyzete a mérőjel frekvenciájának logaritmikus arányos. A képernyőn így megjelenik a vizsgálandó berendezés Bode-diagramja.

- Folyamatos üzem. A készülék által előállított vizsgálójel frekvenciája és amplitúdója az előlapon elhelyezett potenciométerrel szabályozható, hullámformája kapcsolóval választható ki.

- Börsztjeles üzem. A generátor ebben az állásban beállítható frekvenciájú és hosszúságú 50% kitöltési tényezőjű hullámcsomagokat juttat a vizsgálandó berendezésre.

A műszer frekvenciatartománya vobulátor üzemmódban:

- 10...300 Hz,
- 100...3000 Hz,
- 1...30 kHz.

Kézi beállításban:

- 7...350 Hz,
- 70...3500 Hz,
- 0,70...35 kHz.

A börsztjel hossza 2, 4, 8, 16, 32 vagy 64 periódus lehet, a hullám formája szinuszos, szinuszhoz kevert túlimpulzus, illetve négyszög. A vobuláló jel exponenciális lefutású, frekvenciája (periódusideje):

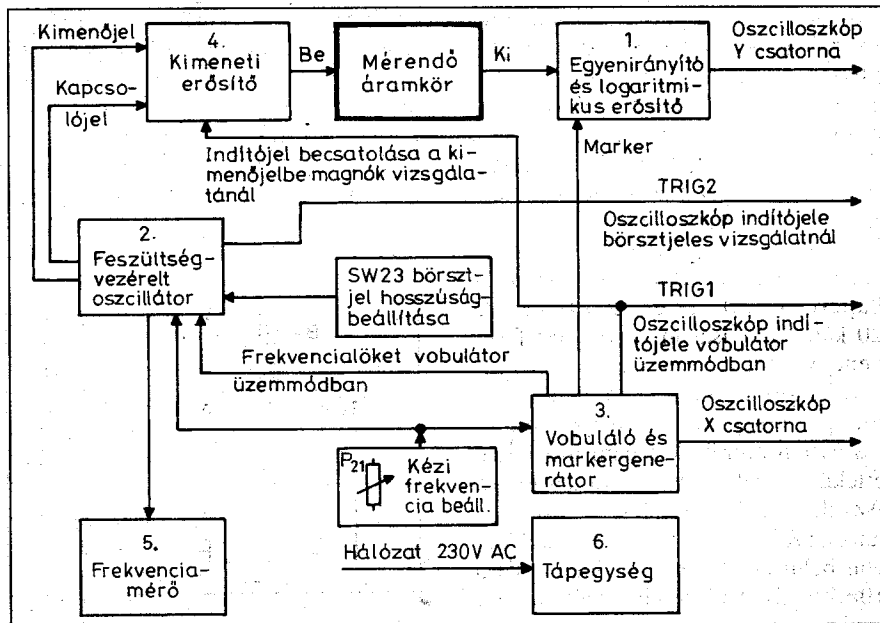
- 2,5...33 Hz (30 ms...400 ms)
- 0,25...3,3 Hz (300 ms...4 s)
- 0,025...0,33 Hz (3 s...40 s).

Az egyes áramköri egységek a tömör felépítés miatt esetenként több nyáklapon helyezkednek el. Az oszcilloszkóp jeleit BNC csatlakozókra vezettem ki, a frekvenciamérő külső csatlakozója független váltóérintkezős Ø6,3-es jack aljzat, a kisszintű hangfrekvenciás kimenetek és az egyenirányító bemenete RCA aljzatokon érhető el. Utóbbit egy BNC aljzattal is összekapcsoltam, így a mérendő áramkör válaszjele kétsugaras szkópon egyszerre megjeleníthető a belőle képzett Y jellel. A teljesítményerősítő kimeneti csatlakozóiként banánhüvelyeket alkalmaztam.

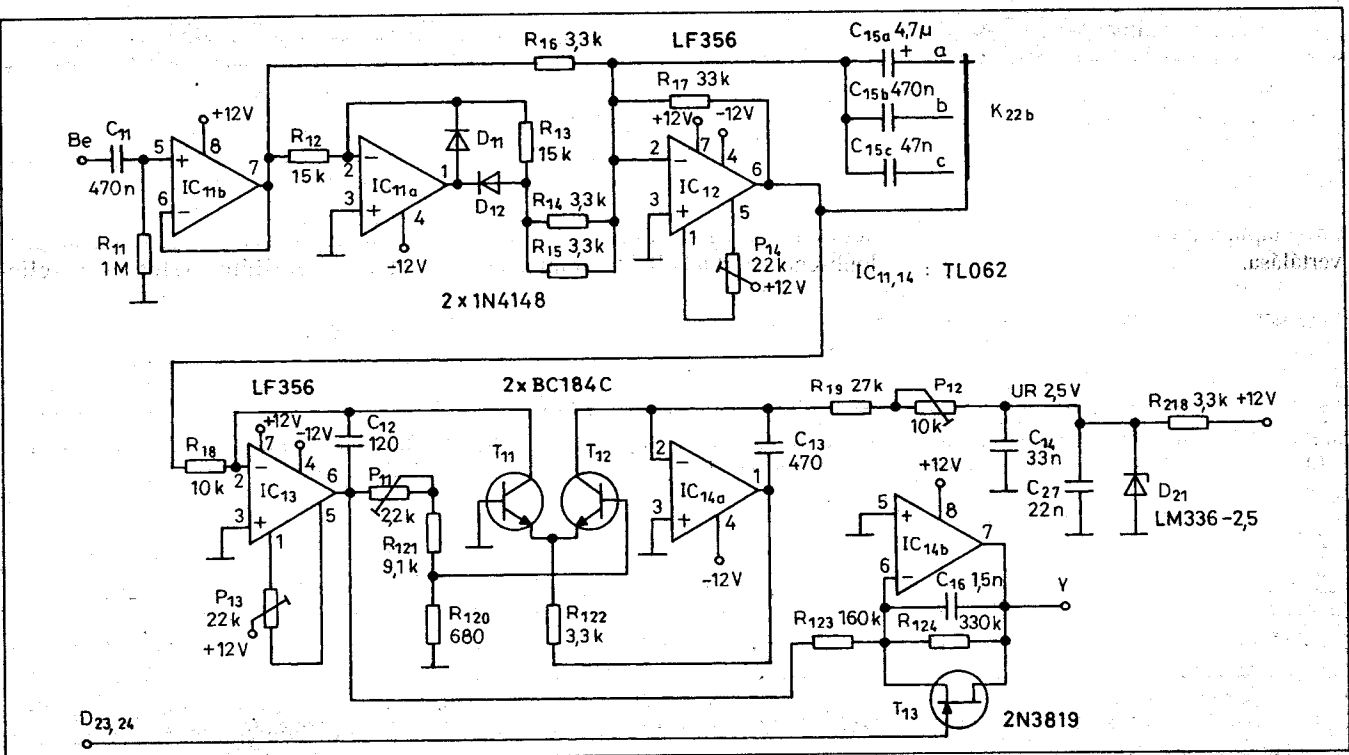
## A vobulátor felépítése és működése

A műszer működésének megértéséhez az egyes üzemmódokban kövessük végig a jeleket a tömbvázlat alapján (1. ábra). Az alkatrészek pozíciószáma – a tárgyalás során bemutatandó kapcsolási rajzokon – az egyes tömbök feladatának megfelelő számmal kezdődik, majd ezt követi az egységen belüli sorszám. Vobulátor üzemmódban a feszültségvezérelt oszcillátort a fűrészgenerátor vezérli az exponenciális erősítőn keresztül. Az oszcillátor kiválasztott jele a kimeneti erősítőn át a mérendő rendszer bemenetére kapcsolódik.

A mérendő rendszer kimenőjelét teljeshullámú egyenirányító és logaritmikus erősítő fogadja, amelynek kimenete a megjelenítéshez szükséges oszcilloszkóp Y bemenetére kapcsolódik. A fűrészgenerátor jelét elválasztó erősítőn át az oszcilloszkóp X bemenetére vezetjük, így az ernyőn megjelenik a mérendő rendszer Bode-diagramja. Ha az oszcilloszkóp nem rendelkezik X bemenettel, vagy azt nem akarjuk használni, akkor a fűrészjel visszafutásánál



1. ábra. A vobulátor tömbvázlata



2. ábra. Egyenirányító és logaritmusos erősítő (WOB1)

fellépő impulzussal szinkronizálható a vízszintes eltérítés (TRIG<sub>1</sub> kimenet).

A kézi frekvenciabeállító potenciométerrel egy markerjelet mozgathatunk az ernyőn. Ha átkapcsolunk folyamatos üzemmódba, a beépített frekvenciamérővel megmérhetjük a marker helyéhez tartozó értéket. A vizsgálójel hullámformáját kapcsolóval választhatjuk ki. Ez lehet szinuszos, szinuszos jelhez kevert tüimpulzus, illetve négyyszög. Kézi üzemmódban az exponenciális erősítőre a frekvenciabeállító potenciométer csúszkájáról levett feszültség kapcsolódik.

Ha borsztjeles vizsgálatot szeretnénk végezni, a feszültségvezérelt oszcillátorhoz kapcsolódó számláló is működésbe lép, és a leosztásnak megfelelő frekvenciával egy tranzisztor megszagatja az oszcillátor jelét. A hullámcsomagok hosszát szintén kapcsolóval választhatjuk ki. A szagatójel megjelenik a TRIG<sub>2</sub> kimeneten és az oszcilloszkóp indítójeleként felhasználható. A következőkben részletesen ismertetem az egyes egységek felépítését és működését.

### Egyenirányító és logaritmusos erősítő

A vizsgálandó berendezés kimenetét az IC<sub>11</sub>-gyel és az IC<sub>12</sub>-vel felépített tel-

jeshullámú egyenirányító követi, amelynek kimenőjelét logaritmusos erősítő dolgozza fel (2. ábra). A logaritmusos erősítő működési elve röviden a következő: a műveleti erősítő kimenetéről az invertáló bemenetre exponenciális karakterisztikájú elemet iktatva a kimenő feszültség az invertáló bemenetre vezetett áram logaritmusával arányos. A gyakorlatban ez az elem egy tranzisztor E–B diódája, amelynek kollektora a műveleti erősítő invertáló bemenetére (virtuális földpont) csatlakozik, bázisa földelt és emittere a műveleti erősítő kimenete táplálja.

Ennek az egyszerű alkapcsolásnak azonban túl nagy a hőmérsékletfüggése, ezért a gyakorlati áramkörök két egyforma tranzisztorral épülnek fel, ahol az azonos hőmérsékletű és kialakítású félvezetők hőmérsékletfüggése kompenzálja egymást. Ebben az esetben az egyik tranzisztor emitterárama a bemeneti feszültséggel arányos, a másik tranzisztoré egy hőmérsékletfüggetlen referencia-áramgenerátor árama, a kimenőjel pedig a skálatényezőnek megfelelően felerősítve a bázis-emitter feszültségek különbsége.

A logaritmusos vezérlőjelet és az oszcillátor vezérlőjelet előállító exponenciális erősítő működésének részletes ismertetése az [1] és [2]-ban megta-

lálható. Az oszcilloszkóp Y irányú elterítőjelének létrehozásához a vizsgált berendezés válaszeléből logaritmusosan változó egyenfeszültséget kell létrehozni. Ez aluláteresztő jelleg bevitelét jelenti, amely elvileg a jelüt bármely részén kialakítható (természetesen a gyakorlatban figyelembe kell venni a kivezérelhetőség, zajszint, frekvenciaátvitel szempontjait is). Az aluláteresztő szűrő időállandójának megválasztása kritikus: elég nagynek kell lennie a váltoösszetevő megfelelő csillapításához és elég kicsinek a szükséges követési sebességhez. Ahhoz, hogy az oszcilloszkópon viszonylag sima vonalat kapjunk, a váltoösszetevő viszonylagos értékét 5% alá kell csökkenteni.

Az aluláteresztő szűrő időállandóját az egyes frekvenciatartományokban a C<sub>15a</sub>...C<sub>15c</sub> kondenzátorok határozzák meg. A fokozat T<sub>11</sub> tranzisztorának kollektorárama az egyenirányított bemenőjellel arányos, a T<sub>12</sub> tranzisztor kollektoráramát a D<sub>21</sub> referenciaforrás, az R<sub>19</sub> ellenállás és a P<sub>12</sub> potenciométer határozza meg. A kapcsolási rajzon Z-diódaként ábrázolt D<sub>21</sub> valójában egy 2,5 V-os integrált band-gap referenciaforrás, amelynek a harmadik, itt be nem kötött lábán lehet a hőmérsékletfüggést minimalizálni [3]. Az IC<sub>13</sub> kimenetén jelenik meg a bemenőjel logarit-

musával arányos kimenőjel. A skáláté-  
nyező pontos értéke  $P_{11}$ -gyel, a nullá-  
zás ( $Y=0$ -hoz tartozó bemenőjel) a  $P_{12}$   
potenciométerrel állítható be. A  $P_{13}$  és  
 $P_{14}$  potik feladata az IC-k ofszetkie-  
gyenlítése. Az IC<sub>14</sub> műveleti erősítő  
szerepe  $T_{12}$  kollektorának áramgenerá-  
toros táplálása és az Y jelművet in-  
vertálása.

30017

### Feszültségvezérelt oszcillátor

Ez a fokozat az ICL8038 típusú integ-  
rált függvénygenerátorra épül, amely-  
nek részletes ismertetése megtalálható  
a [4]-ban és az [5]-ban, ezért erre nem  
tértek ki. Az IC néhány tized %-os tor-  
zítása miatt nem alkalmas csúcsmínő-  
ségű (High End) hangtechnikai eszkö-  
zök torzításmérésére, de leegyszerűsíti  
a vizsgálójelek feszültségvezérelt elő-  
állítását (3. ábra). Vobulátorüzemben  
az IC frekvenciavezérlő bemenetére  
olyan jelet kell kapcsolni, amelyik az  
oszcilloszkóp vízszintes eltérítőjé-  
nek exponenciális függvénye. Az IC<sub>21a</sub>  
szerepe a frekvencia-vezérlőfeszültség  
függvény linearizálása, az IC<sub>21b</sub> az ex-  
ponenciális erősítő pozitív kimenőjelét  
invertálja.

A  $P_{22}$  a minimális frekvenciát, a  $P_{23}$   
a frekvenciatartományt határozza meg egy  
frekvenciatartományon belül (ha a lök-  
et nagyságát és a helyzetét is szabá-  
lyozni akarjuk, akkor ezeket az előlap-  
ról kezelhetően kell elhelyezni). A  $D_{22}$   
szerepe az IC<sub>22</sub> vezérlőfeszültségének  
korlátozása, mert ha ennek feszültsége  
kb. 3,5 V alá esik, az oszcillátor leáll.

A frekvenciatartományok a  
 $C_{25a} \dots C_{25c}$  kondenzátoroktól függenek.  
A feszültségvezérelt oszcillátorhoz  
kapcsolódik az IC<sub>23</sub> számláló, amely-  
nek az  $K_{23}$  kapcsolóval beiktatott utol-  
só fokozata a borsztjeles vizsgálatok-  
hoz szükséges szaggatott kimenőjel  
előállítását vezérli, és indítójelet is  
szolgáltat az oszcilloszkóp számára  
(TRIG<sub>2</sub>). A folyamatos és a vobulátor  
üzem módban IC<sub>23</sub> reset bemenete ak-  
tív, ami a fokozat pozitív testelése miatt  
itt földpotenciált jelent.

A  $P_{21}$  előlapi potenciométerrel állít-  
ható be a kívánt frekvencia, a  $K_{24}$  a  
kimeneti hullámforma választókapcsoló-  
ja. A  $P_{24}$ ,  $P_{25}$  potenciométerek a ge-  
nerátor kimenőjelenek szimmetrizálá-  
sára, a  $P_{26}$  és  $P_{27}$  potenciométerek a  
szinuszkimenet minimális torzításának  
beállítására szolgálnak.

Az IC<sub>24</sub> és a  $T_{21}$ ,  $T_{22}$  tranzisztorok  
alkotják az exponenciális erősítőt,

amelynek bemenőjele folyamatos és  
borsztjeles üzemben a  $P_{21}$  potenciomé-  
terrel beállított feszültség, vobulátor  
üzemben a vobuláló fűrészel. Az ex-  
ponenciális erősítő felépítése és műkö-  
dése hasonló a logaritmikussá erősítő-  
hez, de itt a bemenőjel arányos része a  
két tranzisztor B-E feszültségének kü-  
lönbsége, ezért a kollektoráramok ará-  
nya arányos a bemenőjellel.

### Vobuláló és markerjel-generátor

A vobuláló jelet az IC<sub>31</sub> időzítő áram-  
körrel felépített fűrészegenerátor állítja  
elő. Az IC 3. lábán megjelenő jel az X  
bemenettel nem rendelkező oszcillosz-  
kópok indítójele (TRIG<sub>1</sub>).

A frekvenciameghatározó  
 $C_{31a} \dots C_{31c}$  kondenzátort a  $T_{31}$  áramge-  
nerátor tölti, és az  $R_{34}$  ellenállás sűti ki.  
Az IC<sub>32</sub> műveleti erősítő letapogatja a  
 $C_{31}$  feszültségét, és előállítja az oszcil-  
loszkóp X irányú eltérítőjé-  
letét (IC<sub>32a</sub>), valamint az exponenciális erősítő ve-  
zérlőjé-  
letét (IC<sub>32b</sub>). A fűrészfrequenciát  
aktivált kondenzátorok és a  $T_{31}$  kol-  
lektorárama határozza meg, ami az elő-  
lapon található  $P_{31}$  potenciométerrel  
szabályozható.

A TRIG<sub>1</sub> kimenet jele magnók mé-  
rése esetén a  $K_{24}$  kapcsolóval bevihető  
a hangfrekvenciás kimenet jelébe. Erre  
azért van szükség, mert a frekven-  
ciamenet eredményének kiértékelésé-  
nél akkor kell(ene) az oszcilloszkópot  
indítani, amikor a frekvenciatartomány  
alsó határához tartozó lejátszott jel  
megjelenik a lejátszóerősítő kimene-  
tén. A TRIG<sub>1</sub> kimenőjel-ugrása viszont  
reccsenésként rákerül a szalagra és eb-  
ből az oszcilloszkóp trigger áramköre  
már tud indítójelet képezni, így a frek-  
venciamenet képe az ernyőn megfelelő  
helyre kerül.

Az IC<sub>33b</sub> szerepe az exponenciális  
erősítő bemenőellenállásának megnö-  
velése. A markerképzéshez az IC<sub>33a</sub>  
komparátorként összehasonlítja a  $P_{21}$   
frekvenciabeállító potenciométer  
csúszkáján levő kimenőfeszültséget a  
fűrészegenerátor jelével. Amikor a fű-  
részel meghaladja a  $P_{21}$  csúszkájának  
feszültségét, IC<sub>33a</sub> kimenete pozitívba  
ugrik. Ez az  $R_{38}$ -on át kinyitja a  $T_{13}$   
tranzisztor, így az Y kimenet feszült-  
sége a felfutás további részében 0  
(2. ábra).

Az IC<sub>31</sub> 3. lábán megjelenő jel a  
visszafutás alatt kinyitja a  $T_{32}$  tran-  
zisztor, ami az  $R_{38}$  ellenálláson át a  
 $T_{13}$ -at is nyitja. Így az elektronsugár a

visszafutás alatt a 0 vonal alig látható  
képét rajzolja ki a képernyőn és nem  
valamilyen értékelhetetlen zavaró áb-  
rát.

### Kimeneti erősítő

Ez az egység nagy impedancián fogad-  
ja az oszcillátor jelet és a telje-  
sítmenyigényes vizsgálatokhoz is meg-  
felelő kimenőjelet állít elő. Borsztjeles  
vizsgálatnál az IC<sub>23</sub> kiválasztott kime-  
netéről vezérelt  $T_{41}$  tranzisztor meg-  
szaggatja az erősítő bemenőjelét. A ki-  
menőjel szintje a  $P_{41}$  potenciométerrel  
állítható be (4. ábra). A csúszkáról le-  
vett jelet először IC<sub>41</sub> kb. négyszeresé-  
re erősíti. Az 1 V-os jel az  $R_{43} \dots R_{46}$   
ellenállásokból álló osztóról eljut a  
kisszintű kimeneti csatlakozókra és az  
 $R_{47}$  ellenálláson át vezérli a telje-  
sítmenyerősítő IC<sub>42</sub>-t. Ez a megoldás  
lehetővé teszi, hogy  $P_{41}$  állítása ne be-  
folyásolja a kimenetek egyenszintjét,  
és ne kelljen a jel útjában még egy  
csatoló kondenzátort elhelyezni.

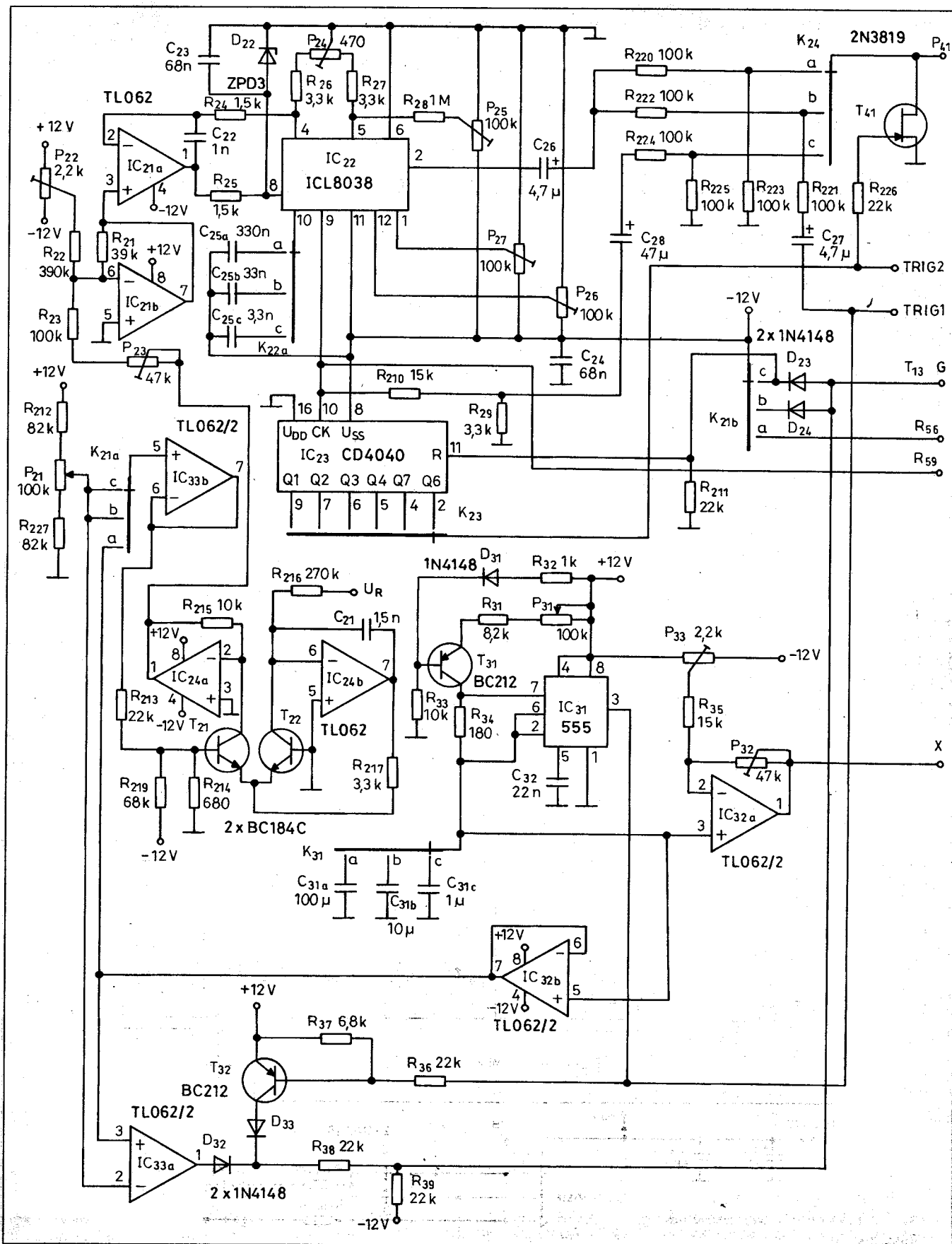
A teljesítmenyerősítőt a jó hűtés  
miatt a doboz bal oldallapjára erősítet-  
tem és itt helyezkedik el a TTL áram-  
körök stabilizátora is (IC<sub>63</sub>), szigetelten  
szerelve a földhurkok elkerülése miatt.

### Frekvenciamérő

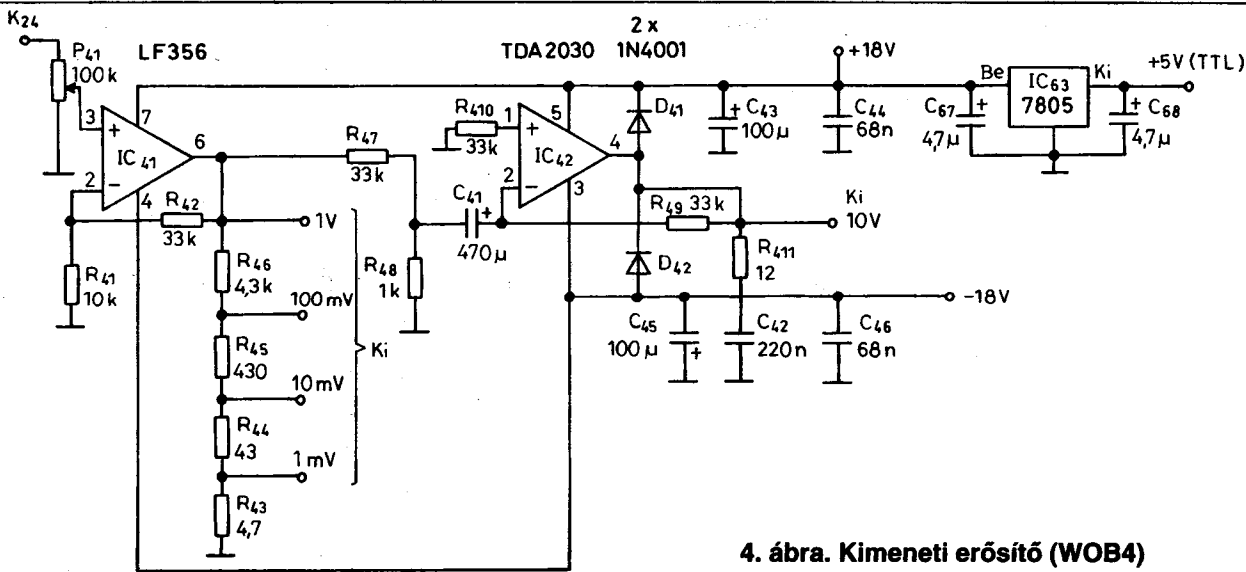
A frekvenciamérő kijelzőegysége 4 db  
TIL306 típusú IC-ből kialakított szám-  
lánc, amelynek vezérlését egy 7490-es  
számlálóból és egy 7400-ás IC kapui-  
ból kialakított logikai áramkör végzi  
(5. ábra). A frekvenciamérő nyáklap-  
ján helyezkednek el az üzemmóváltó  
kapcsolók, a  $T_{13}$  vezérlését végző  $D_{23}$ ,  
 $D_{24}$  diódák és az időzítő kondenzátorok  
is. A számlánc vobulátorüzemben nem  
kap bemenőjelet, így nem jelenik meg  
tévés kijelzés (az utolsó számjegy  
ilyenkor 1).

A frekvenciamérő bemenete átkap-  
csolható külső forrásra, így lehetőség  
van magnók törlőfrekvenciájának mé-  
résére is. Az időalap egy 4 MHz-es  
kvarcoszcillátor szükség szerint leosz-  
tott jele.

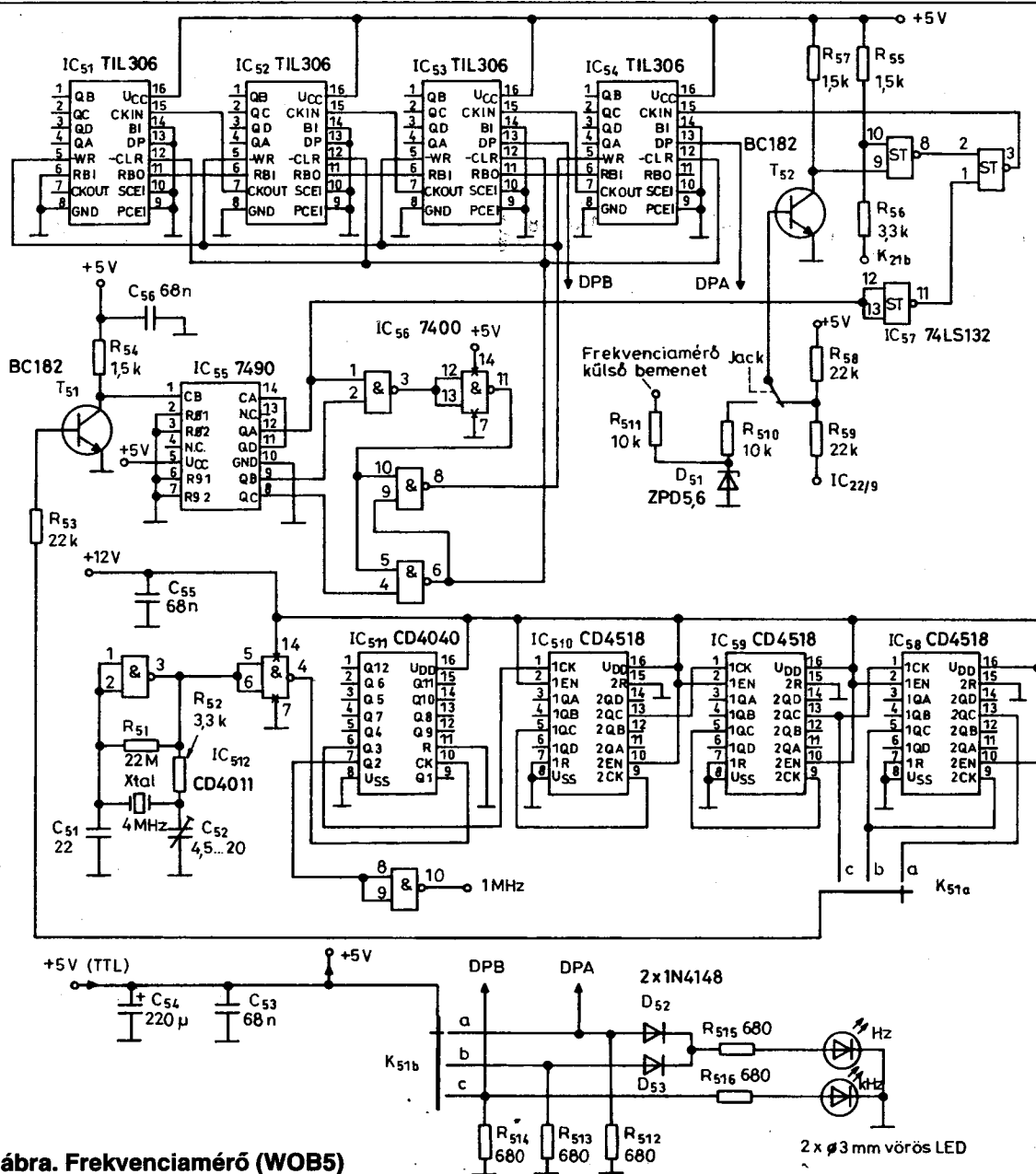
Az osztó megfelelő megcsapolását  
a  $K_{51a}$  kapcsoló iktatja be, a tizedespon-  
tokat és a mértékegység-jelző LED-  
eket a  $K_{51b}$  kapcsoló. A mintavételezési  
időtartamok: 100 ms, 1 s, 10 s. A mérési  
ciklusidő ezek kétszerese, így a  
10...300 Hz-es frekvenciatartomány-  
ban választhatunk a gyorsabb, vagy a  
pontosabb mérés között.



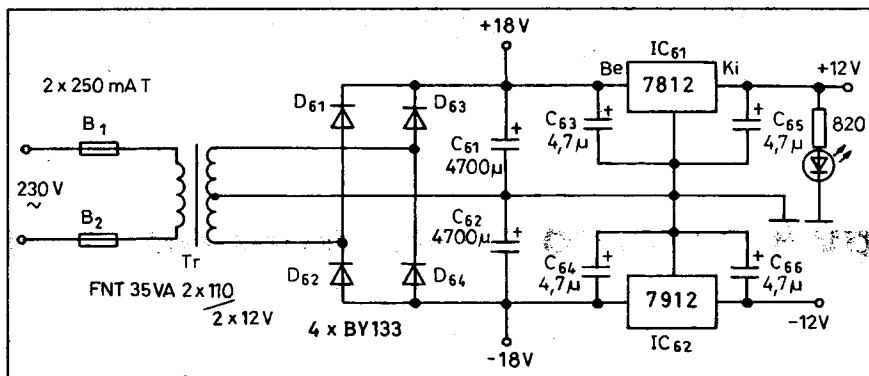
3. ábra. Feszültségvezérelt oszcillátor, vobuláló és markerjel-generátor (WOB2;3)



4. ábra. Kimeneti erősítő (WOB4)



5. ábra. Frekvenciamérő (WOB5)



6. ábra. Tápegység (WOB6)

### Tápegység

Az ismertetett fokozatokat az IC<sub>61</sub>, IC<sub>62</sub> stabilizátorok táplálják. Ezek az IC-k a hozzájuk tartozó C<sub>63</sub>...C<sub>66</sub> kondenzátorokkal együtt a kisteljesítményű fokozatok nyáklapján helyezkednek el. A hálózati trafó az egyenirányító diódákkal és a pufferekkel együtt egy külön nyáklapon kapott helyet. A készülék egyszerű felépítése érdekében a kimeneti erősítő közvetlenül a pufferkondenzátorokról kap tápfeszültséget (6. ábra).

### Megépítés, élesztés

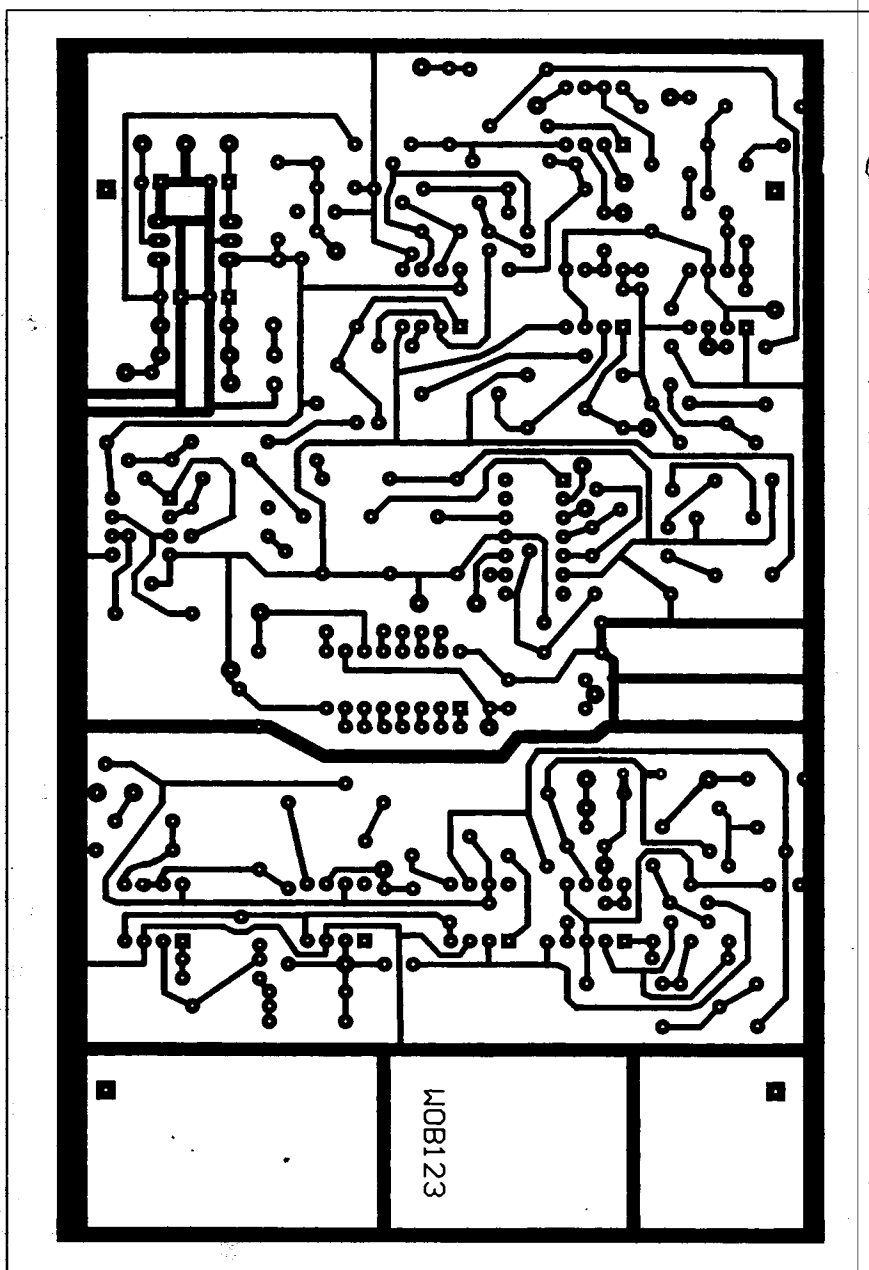
A berendezés élesztéséhez a következő műszerek szükségesek: 2 db multiméter, lehetőleg min. 3,5 digités felbontású, hanggenerátor, oszcilloszkóp, frekvenciamérő, tápegység kb.  $\pm 12 \dots \pm 24$  V-ig szabályozható és +5V feszültségű kimenetekkel. Ha a hanggenerátornak nincs beépített szintmérője és kalibrált osztója, az egyik multiméter legyen alkalmas mV szintű hangfrekvenciás feszültség mérésére is. A függvénygenerátor pontos beállításához jó, ha torzításmérőnk is van.

Az építést és az élesztést a WOB123 nyákkal kezdjük, mert ezen található a kisteljesítményű fokozatok stabilizátorai (7., 8. ábra). Először az átkötéseket ültessük be, ezek nagy része ugyanis más alkatrészek alatt halad. Ezeket szigetelt huzalból készítsük! A P<sub>14</sub> potenciométerről az IC<sub>12</sub>-re vezető átkötést az IC beültetése után annak 1. lábára alkatrészoldalon kell beforrasztani. Következő lépésben ültessük be a stabilizátor IC-eket és a D<sub>21</sub> referenciaforrást a hozzájuk tartozó alkatrészekkel együtt.

Mivel a bemérés alatt gyakran kell a nyákot ide-oda forgatni, célszerű a

furatokba egy-egy menetes távtartót, vagy hosszú M3-as csavart szerelni, fóliaoldalon szigetelő alátéttel. A tápbemenetek vezetőkeit rögzítsük a közeli távtartóhoz, így a mozgatás nem fogja letépni a forrszemeket vagy a tápvezetéseket és a fóliaoldallal fölfelé elhelyezett nyák a távtartókon támaszkodik meg.

A széles földfóliákat rakjuk fel önna! A tápbemenetekre kapcsoljunk kb.  $\pm 18 \dots \pm 20$  V-ot, és ellenőrizzük a tápfeszültségeket az IC-k forrszemein is. Ha minden rendben van, az egységek számozásának megfelelően ültessük be a



7. ábra. A WOB123-as nyák rajza

# Olvassa a **HOBBY** Elektronika -t?

**Ha még nem, egy kis ízelítő a tartalomból:**



Elektronika a lakásban  
Járműelektronika  
Elektroakusztika  
Műszerek  
Antennák  
Kapcsolási rajzok szervizhez  
Katalógus  
Rádió - TV - videó  
Hardver  
Játék, modell  
Zenei elektronika  
Műhelysarok  
Riasztók lakásba, járműbe

Keresse havonta az újságárusoknál!

## **De van egy jobb ötletünk:**

Fizessen elő a lapra a szerkesztőségben, így a nyák-filmet ingyenesen kapja minden számhoz!

A szerkesztőség címe:  
Hobby Elektronika szerkesztősége  
Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em.  
Levélben (1374 Budapest, Pf. 603.)  
vagy telefonon (239-4932, 239-4933)  
vagy a [hambazar@radiovilag.hu](mailto:hambazar@radiovilag.hu) címen is megrendelheti a lapot!



# Olvassa a **HOBBY** Elektronika -t!



megfelelő alkatrészeket és élesszük fel a fokozatokat!

A méréseknél gyakran kell az áramkörök megfelelő pontjaira ideiglenesen csatlakozni, ezért a nyák kímélése miatt forrassunk a megfelelő pontokra levágott alkatrészlábákat, és a bemérési munkák alatt ezekre csatlakozunk. A berendezés gyakorlati használhatóságát döntően befolyásoló alkatrészek jó minőségűek legyenek, 2%-os, vagy finomabb tűrésű ellenállásokat használjunk az erősítést és időzítést meghatározó helyeken!

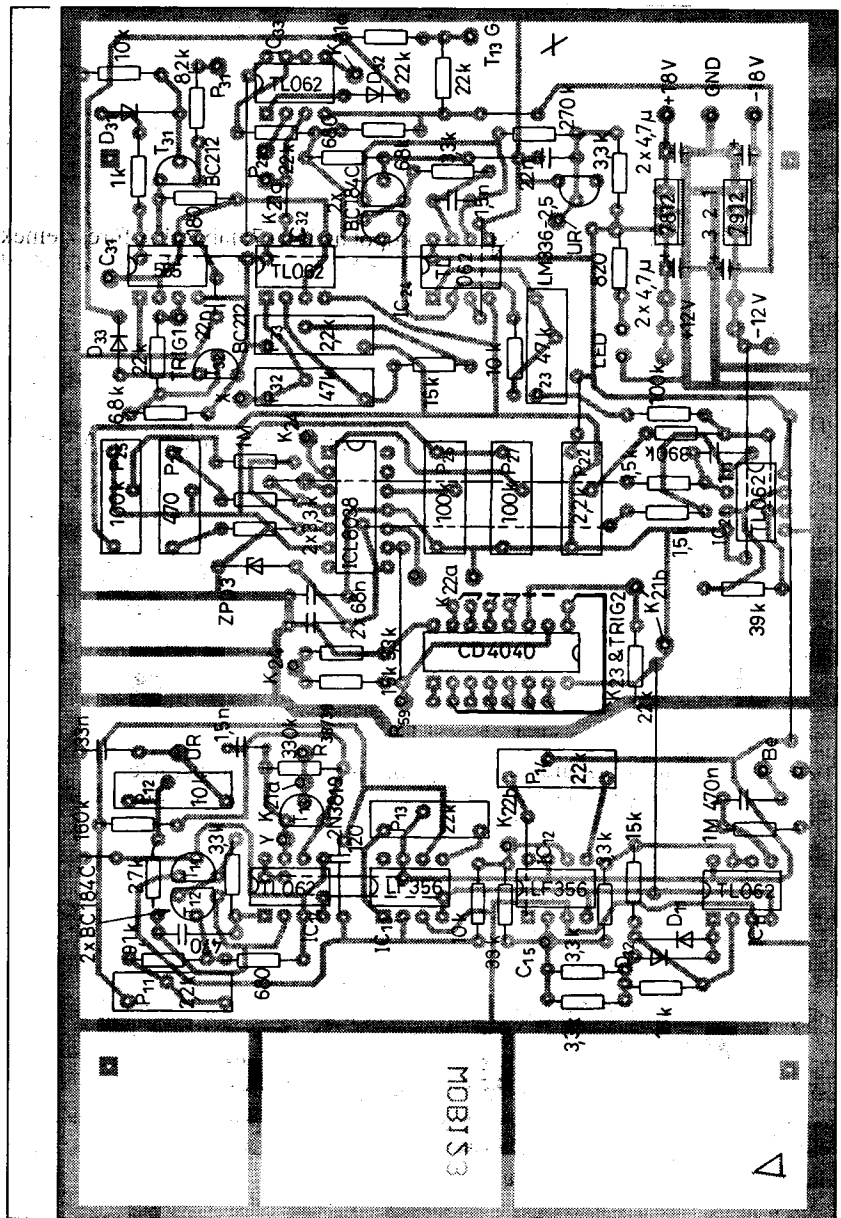
### Egyenirányító és logaritmikusan erősítő

A teljes hullámú egyenirányító erősítést meghatározó  $R_{12}$ ,  $R_{13}$ , valamint  $R_{14}$ ,  $R_{15}$ ,  $R_{16}$  csoportokban lehetőleg azonosra válogatott alkatrészeket használjunk, a szimmetria fontosabb, mint a névleges értékek betartása. A logaritmálást végző  $T_{11}$ ,  $T_{12}$  tranzisztorpár helyébe a pontos működéshez duáltranzisztor (BCY88, LM394) kellene, ennek hiányában 2 db BC...C típusú műanyagtokos tranzisztort válogassunk össze  $U_{EB}$ -re, rövidzárt kollektorbázis mellett  $1\mu A...1mA$  áramtartományban. A mérésnél ügyeljünk arra, hogy a tranzisztorok szobahőmérsékleten maradjanak. A tranzisztorok tokját egymással szembe fordítva pillanatragsztóval ragasszuk össze beültetés előtt.

A  $T_{13}$  lezárásához ültessük be az  $R_{39}$  ellenállást és az összekötő vezetékét. Minden pontos beállítást csak kb. 15 perccel bekapcsolás után végezzünk. A beállítás első lépése az IC-k ofszetkiegyenlítése. Ehhez kis huzaldarabbal zárjuk rövidre a bemenet  $R_{11}$  közelében, majd  $P_{14}$ -gyel állítsuk 0-ra  $IC_{12}$  kimenetét.

Az IC-k ofszetkiegyenlítéséhez ideiglenesen zárjuk rövidre a  $C_{12}$ -t, majd a  $P_{13}$ -mal állítsuk 0-ra a kimeneti feszültséget. Távolítsuk el a rövidzárat, és a továbbiakban az ofszetpotenciométerekhez ne nyúljunk! Az  $R_{17}$ -tel kapcsoljunk párhuzamosan  $4,7\mu F$ -os kondenzátort, a bemenetre csatlakoztassunk olyan hanggenerátort, amelynek kimeneti feszültségét  $1\text{ mV}...1\text{ V}$  tartományban szabályozhatjuk. Jó, ha a generátor kalibrált osztóval rendelkezik. Ha a generátornak nincs beépített szintmérője, a bemenetre csatlakoztassunk feszültségmérőt!

A  $P_{11}$ ,  $P_{12}$  potenciométereket állítsuk kb. középállásba. Adjunk a beme-



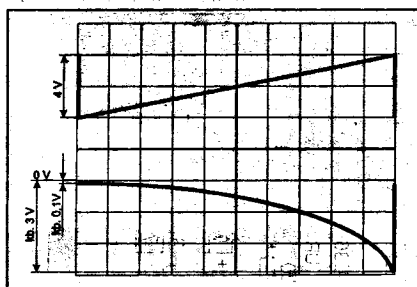
8. ábra. A WOB123-as nyák beültetési rajza

netre  $1\text{ V}$  effektív értékű  $50...100\text{ Hz}$ -es szinuszelet és mérjük meg a feszültséget az  $IC_{14}$  7. lábán (Y kimenet). Kb.  $2\text{ V}$ -nak kell lennie, a pontos érték egyelőre nem lényeges. Csökkentünk a bemeneti jelet  $10\text{ mV}$ -ra. A mért feszültségnek  $4\text{ V}$ -tal kell csökkennie. A  $P_{11}$  megfelelő állításával érjük el, hogy a bemeneti feszültség  $40\text{ dB}$ -es változásától az Y kimenet feszültsége  $4\text{ V}$ -ot változzon. Ezzel a skálatényezőt beállítottuk. Adjunk a bemenetre  $100\text{ mV}$ -ot és  $P_{12}$ -vel állítsuk az Y jelet 0-ra. Mérjük meg az Y jel feszültségét  $10\text{ mV}$ -os és  $1\text{ V}$ -os bemenőjelnél is, szükség esetén igazítsunk  $P_{11}$ -en. Ne

sajnáljuk a fáradságot a beállításra, műszerünk gyakorlati használhatóság ezen múlik. A RIAA korrektorok átfogása közel  $40\text{ dB}$ , a hatékony lyukszűrők leszívása is legalább ennyi. Ellenőrizzük az egység működését  $20\text{ kHz}$ -es is, sajnos itt már romlik a pontosság!

### Feszültségvezérelt oszcillátor

Ennél az egységnél először ültessük be az  $IC_{21}$ -et  $R_{22}$  és  $R_{23}$  nélkül,  $IC_{22}$ -t és  $IC_{23}$ -at a hozzájuk tartozó alkatrészekkel együtt.  $IC_{21}$  6. lábára ideiglenesen forrassunk egy  $R_{21}$ -gyel közel azonos értékű ellenállást, amelynek szabad vé-



9. ábra

gére adjunk potenciométerről akkora feszültséget, hogy a 7. láb feszültségét a 0...-3,3 V tartományban szabályozhassuk. A P<sub>24</sub>...P<sub>27</sub> potmétereket állítsuk középhelyzetbe!

Az IC<sub>22</sub> 9. lábára kapcsoljunk frekvenciamérőt és oszcilloszkópot. A C<sub>25</sub> helyére ideiglenesen forrassunk 3,3 nF-os kondenzátort. Az IC<sub>21</sub> 7. lábán állítsunk be 3,0 V-ot. Az oszcilloszkópon látható négyszögjelet P<sub>24</sub>-gyel állítsuk szimmetrikusra! Ha a mért frekvencia lényegesen eltér 30 kHz-től, változtassunk az időzítőkondenzátor értékén úgy, hogy szimmetrizálás után a 30 kHz-et akkor kapjuk, ha IC<sub>21</sub> 7. lábán a feszültség kb. 3,0 V. Ezután állítsuk be IC<sub>21</sub> 7. lábán a feszültséget úgy, hogy a mért frekvencia 1 kHz-re csökkenjen, ez kb. -100 mV-nak felel meg.

A P<sub>25</sub> állításával szimmetrizáljuk a négyszögjelet, majd álljunk vissza 30 kHz-re, és szükség szerint ismételjük meg a beállításokat. Ezután az oszcilloszkópot tegyük át az IC<sub>22</sub> 2. lábára. Ha van torzításmérőnk, azt is kapcsoljuk ide és a P<sub>26</sub>, P<sub>27</sub> állításával csökkentsük minimumra a szinuszel torzítását. Az 1 kHz és 30 kHz frekvenciahatárokhoz tartozó vezérlőfeszültség-értékeket jegyezzük meg! A korábban említettek alapján válogassuk és ragasszuk össze a T<sub>21</sub>, T<sub>22</sub> tranzisztorpárt, és ültessük be az exponenciális erősítő többi alkatrészével és az IC<sub>33</sub>-mal együtt!

Az IC<sub>33</sub> 5. lábára változtatható egyenfeszültséget, az IC<sub>24</sub> 1. lábára feszültségmérőt kapcsolunk. Ha az IC<sub>33</sub> 5. lábán mért feszültség 4 V, az IC<sub>24</sub> 1. lábán a feszültség kb. 95 mV. Az exponenciális erősítő bemenőfeszültségét 8 V-ra növelve a kimenőfeszültsége is kb. 8 V lesz. A frekvencialöket beállítását a vobuláló generátor felélesztése után végezzük, mert a pontos határokat IC<sub>31</sub> fűrészelének határai és IC<sub>32b</sub> ofszetfeszültsége befolyásolja.

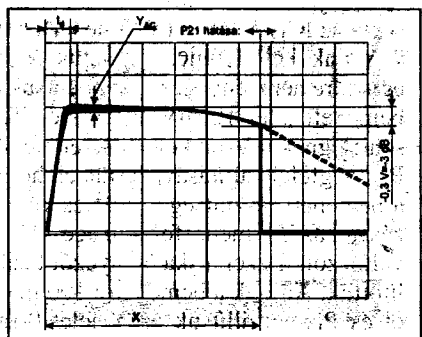
Ültessük be az IC<sub>31</sub>...IC<sub>33</sub> áramköröket a hozzájuk tartozó egyéb alkatrészekkel együtt! A C<sub>31</sub> kondenzátor helyébe forrassunk be 220 nF-ot, az R<sub>31</sub>-es ellenállás P<sub>31</sub> felőli végét kapcsoljuk +12 V-ra! Csatlakoztassunk oszcilloszkópot az IC<sub>32</sub> 7. lábára! A fűrészelnek 4...8 V között, kb. 55 Hz frekvenciával kell jelentkeznie.

Attezzük az oszcilloszkópot az X kimenetre, és idekapcsoljuk a feszültségmérőt is. A P<sub>32</sub>-vel beállítjuk az amplitúdót csúcstól csúcsig 10 V-ra, a P<sub>33</sub>-mal a középpértéket 0-ra. A két potenciométer kissé elhúzza egymást, ezért ellenőrizzük az amplitúdót, és szükség esetén állítsunk utána. Az X kimenet közepes egyenfeszültségének 100 mV alatt kell lennie!

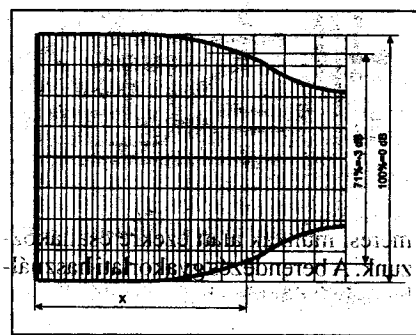
A frekvenciahatárok beállításához ültessük be R<sub>22</sub>-t és R<sub>23</sub>-at, a P<sub>22</sub>-t és a P<sub>23</sub>-at állítsuk középre. Az oszcilloszkóp Y bemenetét kapcsoljuk IC<sub>21</sub> 7. kivezetésére és triggereljük IC<sub>31</sub> 3. lábáról. Az ernyőn megjelenő exponenciálisan lefutó amplitúdójú jelet a P<sub>22</sub> és a P<sub>23</sub> állításával illesszük rá a korábban kimért vezérlőfeszültség-határokra! A két jel a 9. ábrán látható, olyan időeltérítéssel, hogy vízszintesen teljesen kitöltse az ernyőt.

Ezután tegyük át a szkóp Y bemenetét a függvénygenerátor négyszögjel-kimenetére, a triggerbemenetét az IC<sub>32</sub> 7. lábára és az időeltérítés, valamint a triggerszint állítgatásával próbáljuk meg elkapni a fűrészfeszültség visszafutásának környezetét, ahol dinamikus működés közben mérhetjük a frekvenciát. Mivel a fűrészel visszafutási ideje kb. 44 ms, az első és az utolsó szabálytalan periódust ne vegyük figyelembe!

Ültessük be a hiányzó alkatrészeket és az IC<sub>33</sub> 2. lábára kb. 4...8 V közötti



10. ábra. A logaritmusos erősítő kimeneti jele



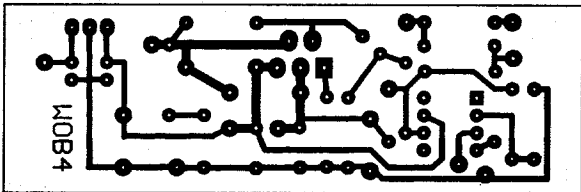
11. ábra. Az aluláteresztő szűrő kimeneti jele (burkológörbe)

feszültséget kapcsolva ellenőrizzük a T<sub>13</sub> vezérlését! A komparátor átbillenése után és a fűrészel visszafutása alatt az IC<sub>14</sub> 7. lábán a feszültségnek folyamatosan nullán kell maradnia, nem lehet rajta semmilyen tüske!

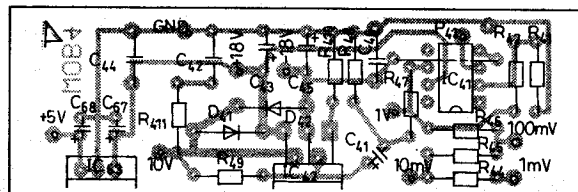
A vobulátor kipróbálásához hagyjuk C<sub>25</sub> helyén a korábban használt 3,3 nF-os kondenzátort, forrassunk be a C<sub>31</sub> helyébe 1 µF-ot, az IC<sub>22</sub> 2. lábára –méréndő áramkörként– egy 22 kΩ-os ellenállásból és 1 nF-os kondenzátorból álló elsőfokú passzív aluláteresztő szűrőt! Ennek kimenetét kössük össze az egyenirányító bemenetével! A fűrészelgenerátor kimenetét (IC<sub>32</sub> 7. láb) kapcsoljuk rá az exponenciális erősítő bemenetére (IC<sub>33</sub> 5. láb)!

Az IC<sub>33</sub> 2. lábát kössük össze a +12 V és a földpont közé iktatott néhány kΩ-os potenciométerrel, amit a +12 V közelébe állítunk! A C<sub>15</sub> helyébe 47 nF-ot forrassunk be. Az oszcilloszkóp X bemenetét az X kimenetre kapcsoljuk, Y bemenetét egyelőre a földre kötjük. A megjelenő vízszintes vonalat az X erősítés szabályozásával úgy állítjuk be, hogy az ernyő használható részét vízszintesen teljesen kitöltse. A szkóp Y bemenetét kapcsoljuk a mérendő aluláteresztő kimenetére, és a DC szintek kiegyenlítődése után állítsuk be az Y erősítést úgy, hogy az ábra eleje (a frekvenciasáv alsó része) pontosan két osztásvonal közé kerüljön! Keressük meg azt a pontot, ahol a burkológörbe 3 dB-lel, azaz 71%-ra csökken, és olvassuk le ennek X koordinátáját!

Az oszcilloszkóp Y bemenetét ezután tegyük át a logaritmusos erősítő kimenetére és a szkóp Y erősítőjének és függőleges helyetteszabályozójának állításával illesszük az ábra kisméretű részét valamelyik vízszintes osztásvonalra! A logaritmusos erősítő átvitele 1 V/10 dB, ezért az átvitel 3 dB-es



12. ábra. A WOB4-es nyák rajza



13. ábra. A WOB4-es nyák beültetési rajza

pontja ott van, ahol a görbe 0,3 V-ot esik a kisfrekvenciás tartományhoz képest. Ennek X koordinátája elvileg egybeesik az előző méréssel felvett értékkel. Az IC<sub>33</sub> 2. lábára kötött potenciométer állításával tologathatjuk azt a helyet, amitől jobbra a kimeneti feszültség 0-ra ugrik.

Ha átkapcsoljuk az exponenciális erősítő bemenetét a potenciométerre, megmérhetjük az ide tartozó frekvenciát. A mintakészülék ellenőrzésénél a 10., és a 11. ábrán látható jelalakokat figyeltem meg. A 10. ábra elején látható, hogy amikor a frekvencia visszaugrik a sáv elejére, a jelnövekedés az egyenirányító szűrőjének hatása miatt késve jelenik meg a logaritmusos erősítő kimenetén ( $t_d$ ), ezért fontos a megfe-

lelően kis eltérítési sebesség megválasztása.

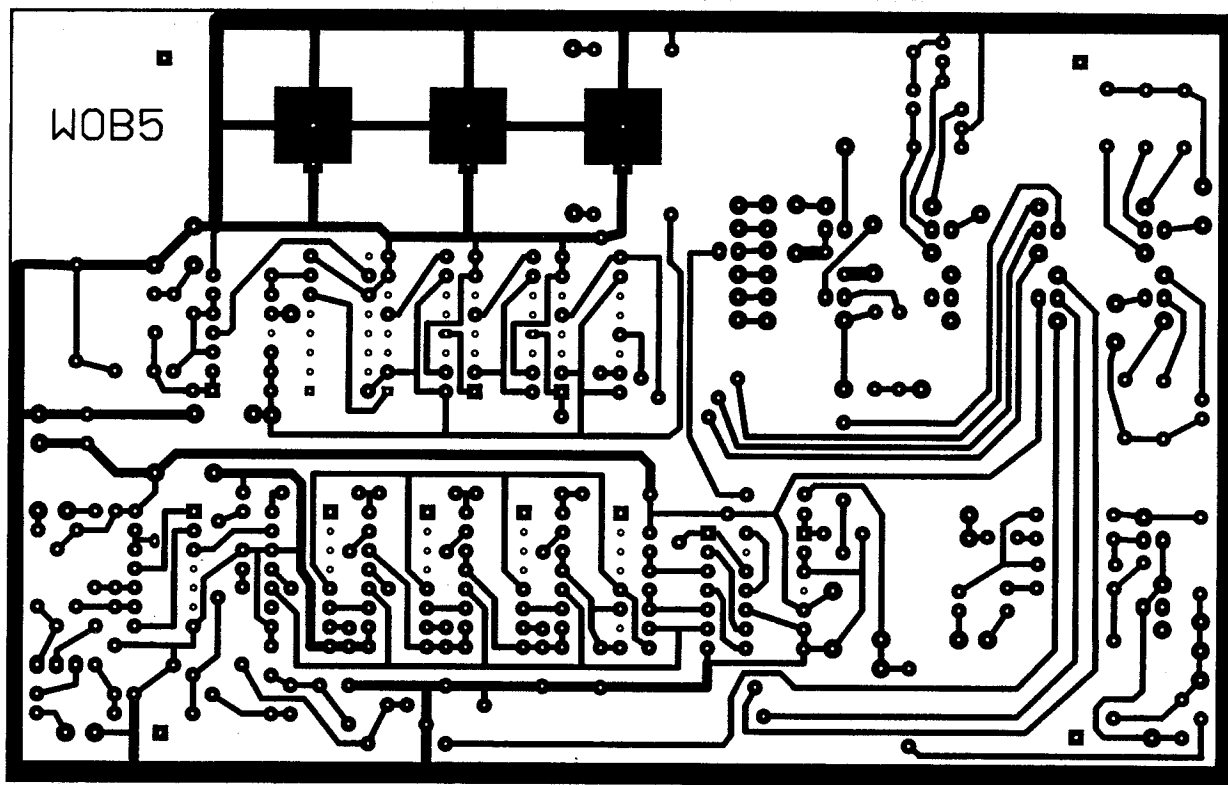
A vízszintes méret időben kb. 80 ms-ot, kimenő frekvenciában 1,5 dekádöt jelent. Az egyenirányító késleltetése kb. 6,5 ms, összhangban az elméleti 1,55 ms-os időállandó 3...5-szörösével. A jel kisfrekvenciás részén jól látható az egyenirányító kimenőjelenek maradék váltófeszültségű összetevője is ( $Y_{AC}$ ).

A logaritmusos erősítő kimenőjében a szaggatott vonalnak megfelelően alakul a jel, ha a markert a sáv felső határa fölé állítjuk. Az alsó részen a jelnél vékonyabb vonal alulról a második osztásvonal fölött a visszafutási 0-vonal. Ha a szkópunk kétsugaras(ítható), kipróbálhatjuk a következőt: a két

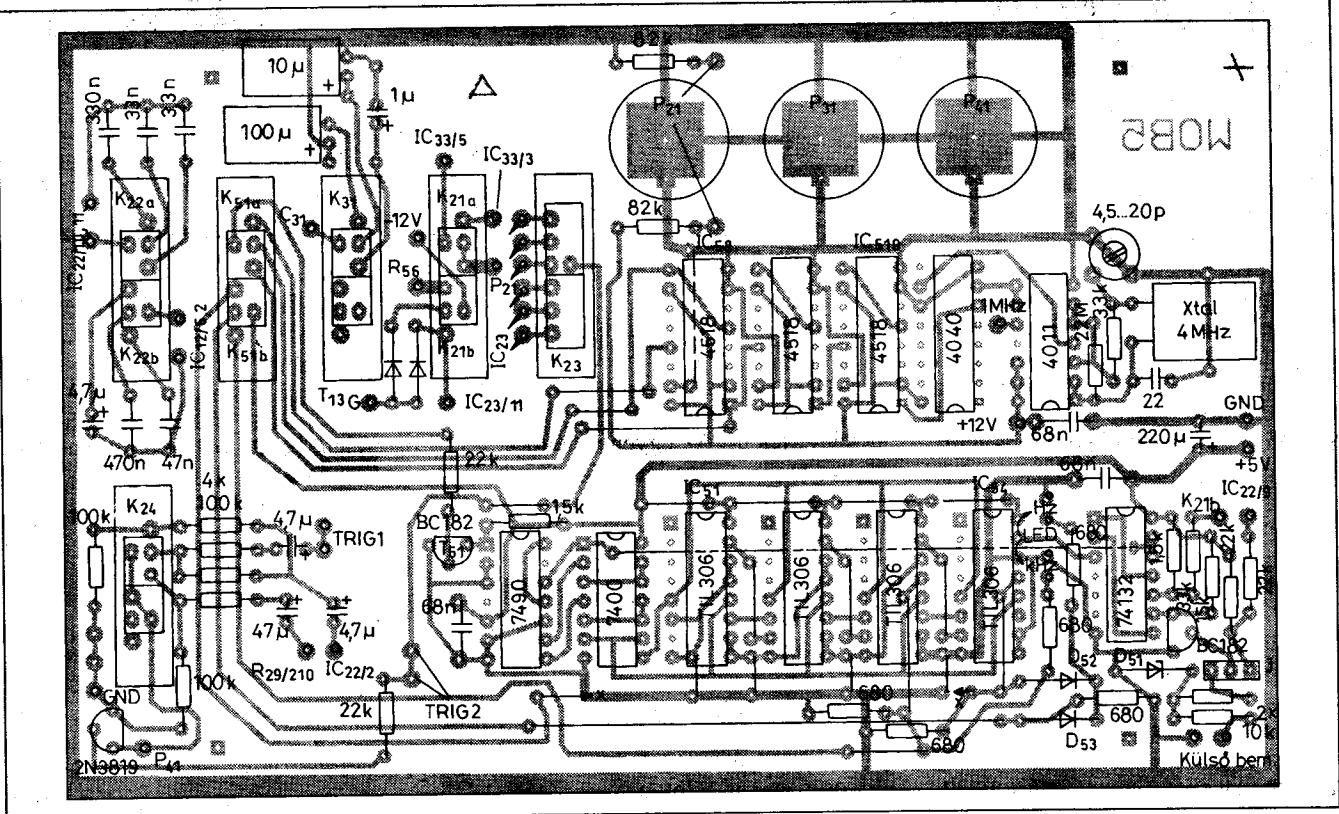
függőleges bemenetet kapcsoljuk a mérendő áramkörre, illetve az Y kimenetre, a triggerbemenetet pedig a TRIG<sub>1</sub> kimenetre! A kezelőszervek megfelelő beállításában egyszerre láthatjuk a korábbi két képet. Természetesen a vízszintes méretet most az oszcilloszkóp és a vobulátor fűrészfutásának időaránya határozza meg. Ezzel az 1.-3. egységek ellenőrzését és előzetes beállítását elvégeztük. A nyakok összeszerelése után csak a beállítások finomítására van lehetőségünk, alkatrészcsereére nincs.

#### Kimeneti erősítő

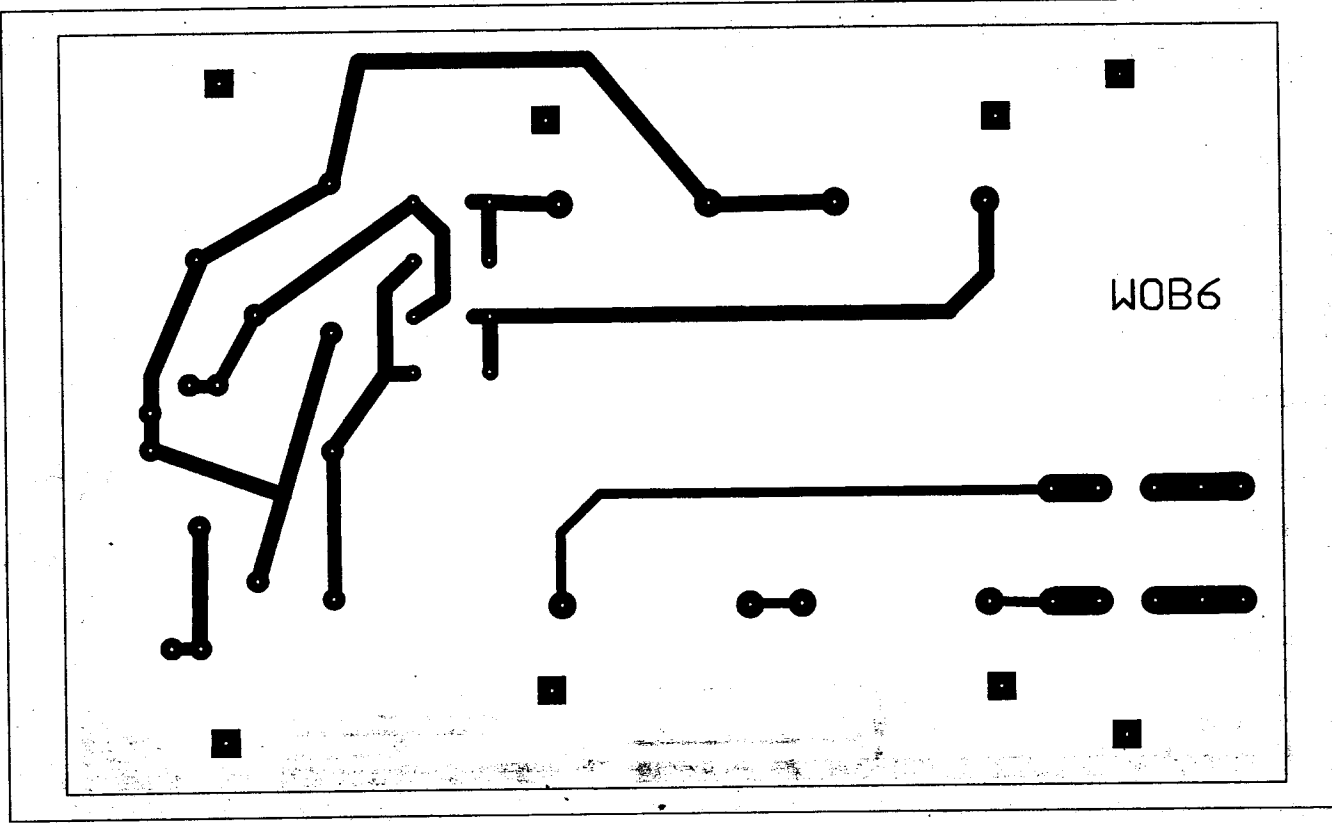
Az egység nyákrája a 12. ábrán, a beültetési rajza pedig a 13. ábrán lát-



14. ábra. A WOB5-ös nyák rajza



15. ábra. A WOB5-ös nyák beültetési rajza



16. ábra. A WOB6-os nyák rajza

ható. Ennél a panelnél az IC-eket forrasztjuk be utóljára. Szereljük fel ezeket egyelőre csillám alátét és szilikonzsírozás nélkül a doboz oldallapjának megfelelő részére, húzzuk meg a rögzítőcsavarokat, majd forrasszuk be a lábukat! A nagyáramú fóliacsíkokat rakjuk fel ónnal! Ezután szereljük le az IC-eket, majd a megfelelő alátétek behelyezésével és zsírozás után rögzítsük véglegesen! Ellenőrizzük, nincs-e zárlat az oldallap és a hűtőlemezek között, majd próbáljuk ki az áramkört! A tapasztalatom szerint a TDA2030 belső túláramvédelme nem véd a kimenet és a  $\pm$  táppontok közvetlen zárlata ellen, ezért járjunk el óvatosan!

### Frekvenciamérő

Az átkötések és az alkatrészek beültetése (14., 15. ábra) után a +12 V-os és a +5 V-os pontokra kapcsoljunk megfelelő feszültséget! A  $T_{52}$  tranzisztor bázisát ideiglenesen kössük össze az  $R_{58}$  és  $R_{59}$  közös pontjával és az  $R_{59}$  szabad végére adjunk néhány V-os, néhány kHz-es négyzögjelet! A  $K_{51}$  kapcsolót állítsuk az 1 ms-os állásba! A kijelzőn meg kell jelennie a generátor frekvenciájának.

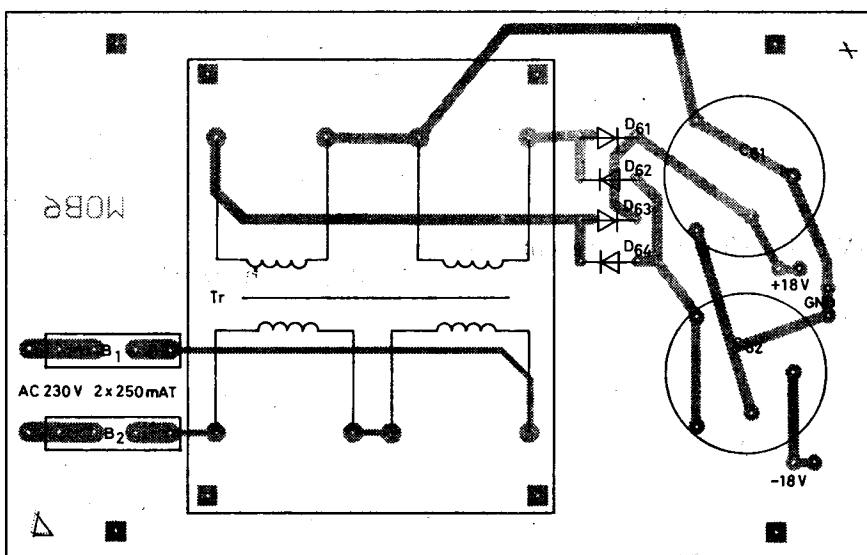
A helyes működést a  $K_{51}$  és a  $K_{21}$  másik két állásában is ellenőrizni kell még a nyákok végleges összeépítése előtt. A frekvenciamérő egyetlen beállítóelemet tartalmaz, a  $C_{52}$  kondenzátort, amellyel a kvarcoszcillátor finomhangolása végezhető el.

Mivel a kijelzés felbontása az alsó sávhatárokon 1 %, ez csak akkor szükséges, ha az oszcillátort etalon frekvenciaforrásnak is szeretnénk használni. A pontosításhoz szükséges frekvenciát (99,99 kHz) hiteles generátorból beadva a  $C_{52}$  forgatásával végezzük el a finombeállítást!

### Tápegység

A tápegység nyáklapját a 16. ábrán, beültetési rajzát a 17. ábrán látjuk. A kisfeszültségű részek fóliacsíkjait rakjuk fel ónnal! Beültetés után, még a többi áramkörrel való összekapcsolás előtt ellenőrizzük a pufferkondenzátorok feszültségét, ezzel megelőzhetjük a nagyobb károkat!

Ha mindent rendben találunk, szereljük fel egy nyáklemezből készített árnyékoló lapot a hálózati részek véletlen érintése ellen, amelyet a trafó rögzítőcsavarjai tartanak és kössük össze a



17. ábra. A WOB6-os nyák beültetési rajza

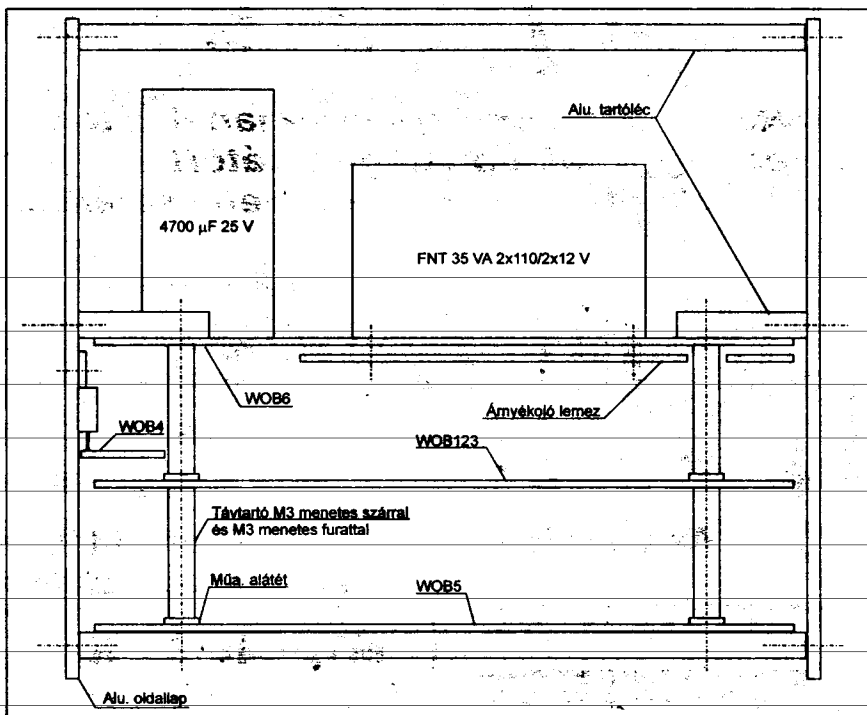
GND ponttal, így elektrosztatikus árnyékolást is kapunk!

### Összeszerelés

Az előzetesen már beállított WOB123 és WOB5 nyákokat szereljük össze menetes távtartókkal és szigetelő alátétekkel a 18. ábra alapján! Ezután forrasszuk be a megfelelő pontokat összekötő vezetékeket! Ehhez a művelethez hosszú, vékony és esetleg hajlított pákacsúcsot kell használni, de biztos,

hogy nem fogjuk letörni a korábban már beforgasztott vezetékeket a nyákok ide-oda forgatásával. Vigyázzunk a huzalszigetelések épségére, mert az esetleges zárlatok nagy kárt okozhatnak!

A WOB123 és a WOB5 nyák összehuzalozása után próbáljuk ki a berendezés minden üzemmódját! A  $P_{41}$  melegpontján oszcilloszkóppal ellenőrizzük az egyes kimeneti jelformákat! A  $K_{24}$  középső állásában nehéz észrevenni a TRIG<sub>1</sub> kimenetről jövő keskeny impulzust. A megfigyelést nem



18. ábra. A vobulátor mechanikai felépítése

tároló szköppal a következők szerint végezzük: 0,1 ms/osztás eltérítést és 1 V/osztás erősítést beállítva hozzuk a 0-vonalat az ernyő bal szélére! A függőleges bemenetet ezután kapcsoljuk a P<sub>41</sub> meleg pontjára és állítsunk be kb. 1 kHz frekvenciát!

A szinuszjel egy kis darabja kb. 4 V-tal lejjebb ugrik, ez a triggerimpulzus. Ennek hossza K<sub>31</sub> átkapcsolásával változik. Ezután a távtartók és szigetelő alátétek felhasználásával az előzőkhez rögzítjük a WOB6 nyákokat is. A doboz bal oldallapjára felszereljük a ki-és bemeneti csatlakozókat, beforrasztjuk a WOB4 nyákba menő vezetékeket, majd rögzítjük az oldallapot.

A teljesítménykimenet hidegpontját a pufferkondenzátorok közös pontjára csatlakoztatjuk, így a kimenő áram nem hoz létre zavarfeszültséget. A kimeneti osztó alsó tagja (R<sub>43</sub>) a nyák fóliaoldalán helyezkedik el, a beültetési rajzon nem szerepel.

A háromerős hálózati kábelt a doboz jobb oldallapján elhelyezett kisméretű tömszelencén át vezessük be, a zöld/sárga eret forrasztjuk az itt elhelyezett banánhüvely forrcsúcsára! Az alacsony áramfelvétel miatt (kb.

100 mA a teljesítménykimenet terhelése nélkül) nem építettem be hálózati kapcsolót. Az oldallap rögzítése után forrasztjuk be a jobb oldallapon elhelyezett földelő banánhüvelyt és a bal oldallap valamelyik csatlakozóját összekötő vezetéket is, mert a fémváz nem alkalmas villamos kötés helyettesítésére!

### A vobulátor használata

Ebben a részben csak a vobulátor üzemmódról lesz szó, bizonyos szempontok azonban érvényesek a másik két üzemmódra is. A mérendő áramkör bemenetére adjuk a megfelelő szintű és terhelhetőségű kimenet jelét, a mérendő hálózat kimenetét az egyenirányító bemenetére kapcsoljuk. Itt szükség esetén osztót kell használni, mert az egyenirányítót túlvétele annak határolása a logaritmikus erősítő kimenőjelében nem feltétlenül hoz létre olyan látványos torzulást, mint pl. egy szinuszjel vágása.

A mérendő kapcsolás bemeneti impedanciájának lényegesen nagyobbak kell lennie a kiválasztott kimenet impedanciájánál, ezért trafókat, hangváltókat, hangsugárzókat mindig a teljesítménykimenetre kapcsoljuk. Érzékeny

kisjeli erősítőket viszont a kisszintű kimenetek valamelyikéről kell táplálni, mert ekkor elmarad a teljesítményerősítő zaja + brummja és legkisebb a valószínűsége, hogy a mérendő áramkört károsítjuk egy véletlenül ráadott túl nagy jellel.

Érzékeny erősítők bemeneti tranzistorai bezajosodnak egy jelentősebb túlvészérléstől (ezért nem célszerű fogdosással ellenőrizni az egyes csatornák működőképességét). Természetesen a jeltorzulás hatása most is érvényesülhet, de ezt könnyen kivédhetjük a mérendő áramkör kimenőjelének közvetlen oszcilloszkópos ellenőrzésével. A vobuláló frekvencia helyes megválasztása viszont alapos megfontolást igényel.

Az egyenirányító aluláteresztőjének időállandója az Y jel késését okozza, ezt a 10. ábra bal oldalán t<sub>d</sub>-vel jelöltem. Ha az egyenirányító időkésés nélkül tudná szolgáltatni a bemenőjel középértékét, a frekvencia ugrásakor az Y jel is ugrana. Ez természetesen nem fordulhat elő, mert a fűrészfűrészes ideje nem 0, és a frekvenciaugrásra adott tranziens válasz sem lehet ugrásszerű. A kísérletben hasz-

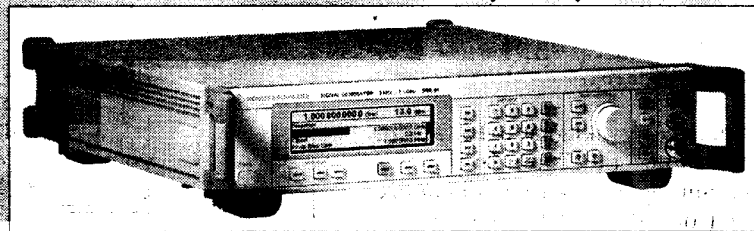
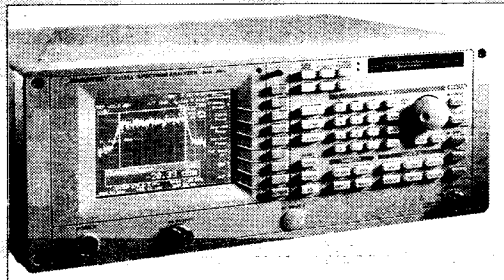
## Márkás műszerek, kedvező áron

### TARTÓS BÉRELETBE

Vegyen most

R3131/32 típusú spektrumanalizátort és/vagy SML típusú generátort, és takarítson meg az eredeti listaárból

**15%-ot!**



Az akció ideje: 2001. november 15-től 2002. március 31-ig.  
Hívjon minket a részletekért!

**ADVANTEST®**

**MTA-MMSZ Kft.**

Budapest XI., Etele út 59-61.  
Telefon: (1) 481-1263



**ROHDE & SCHWARZ**

nált aluláteresztőnél, ha a teljes löket (1,5 dekád) ideje 80 ms, a 6,5 ms-os késés  $10^{(1,5 \cdot 6,5/80)} = 1,32$ -szer nagyobb frekvenciának felel meg a vízszintes tengelyen, mint a tényleges frekvencia.

A valóságban a helyzet kicsit jobb, mert a mérendő áramkör válaszeje az átviteli sávban általában nem ilyen meredeken változik. Ha a 10. ábrán látható jelalaknál a -3 dB-es pontban átkapcsoljuk  $K_{21}$ -et folyamatos állásba, akkor a kijelzőn megjelenik a marker állásához tartozó frekvencia, viszont a vízszintessé váló vonal nem esik egybe a -3 dB-es pont magasságával, hanem alatta halad.

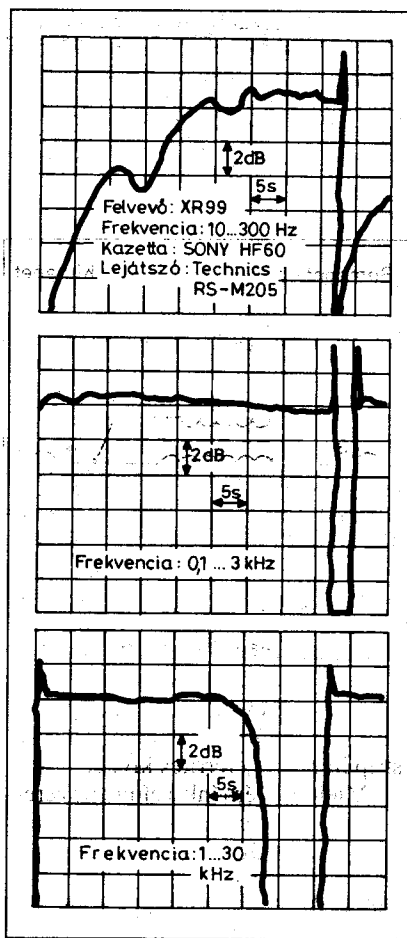
Ha megmérjük az eltolódást, kb. 30 mV-ot kapunk. Figyelembe véve, hogy az elsőfokú aluláteresztő szűrő meredeksége a törésponti frekvencián -10 dB/dekád, a frekvenciatöbbletre  $10^{0,03} = 1,071$ -et kapunk. Ha a  $P_{21}$  állításával a vonalat visszavisszük a -3 dB-es magasságba, megmérhetjük a frekvencia helyes értékét. Ha a fűrészdőt 30 ms-ra csökkentjük, az ábra már minőségi jellegében is durván eltér az előbbtől, gyakorlatilag értékelhetetlenné válik, míg a fűrészdőt 400 ms-ra nyújtásánál már csak az induló szakasz hibáját látjuk.

A gyakorlatban hasonló hatással kell számolni hangsugárzók és környezetük mérésénél is, mert itt még a hang terjedési sebessége is késést okoz. Ha a hangsugárzóktól 3 m-re levő hallgatási helyünkön mérünk, ez további 8,82 ms késés, ennek megfelelően a leolvasott frekvencia 1,94-szorosa a valóságosnak. A közel oktávnyi hibával végzett mérés értékelhetetlen!

Az időkésésen túl még egy szempontot is figyelembe kell venni, ez a spektrumtisztaság [6, 7]. Frekvenciamodulálásnál megjelennek a modulált jel oldalfrekvenciái, amelyek annál szélesebb sávban terülnek szét, minél nagyobb a moduláló frekvencia. Lassú fűrészzel viszont a nem tároló szópokon a villogó ábra értékelése nehéz, sőt lehetetlenné válik, és a mérési idő is megnő. Magnók mérésénél további korlátozó tényező a lejátszott jel egyenetlensége állandó bemenőjellel készített felvételnél is (drop out).

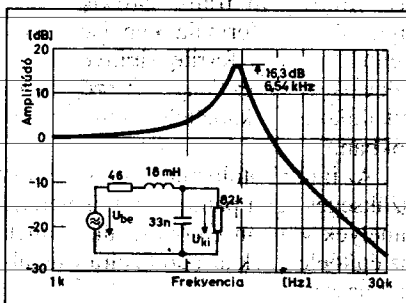
## Gyakorlati tapasztalatok

A műszer gyakorlati használhatóságának bemutatására mellékelek néhány példát, melyeket a Hitachi VC-6025 típusú digitális tároló oszcilloszkópja-



19. ábra. Hangkazetta mérésének eredményei

val vettem fel. Az ábrák a képernyőre helyezett raszteres pauszra átrajzolással készültek. A magnófelvételeknél használt XR99 típusú készülék az én átalakított SC1810-esem kikapcsolt Dolbyval. Lejátszásra minden esetben egy Technics RS-M205 típusú magnót alkalmaztam, amelynek az MPX szűrője sajnos kikapcsolhatatlan, amit az átviteli görbék zuhanórepülése is mutat 15 kHz fölött.



20. ábra. Aluláteresztő szűrő mérési eredménye

Magnók mérése: a mérésnél a  $K_{24}$ -et a középső állásba célszerű kapcsolni, így a löket elején a triggerimpulzus rákerül a szalagra és a lejátszásnál viszonylag könnyen meghatározhatjuk az átvitel jellemző pontjaihoz tartozó frekvenciákat. Az ábrákon egy vízszintes osztás  $10^{(1,55/42)} = 1,51$ -szere frekvenciaváltozásnak felel meg, tehát a felső -3 dB-es pont frekvenciája kb. 14,5 kHz a diagramon.

A 10 Hz...300 Hz-es mérésnél jól látható, hogy az ábra eleje lefelé kilóg a képernyőről, mert ilyen kis frekvenciájú jelet a magnók nem visznek át. Több kazettatípussal végeztem méréseket és megállapítottam, hogy a kazetta szalagtípusa jelentősen befolyásolja az átvitelt. Az én készülékemet a Sony hangkazettához (19. ábra) kalibráltam. A Technics lejátszó vasoxid szalagról mért felső határfrekvenciája a Hi-Fi Magazin mérése szerint (9. szám, 1982/2.) 14 kHz, sajnos nem közlik a szalagtípust. Az általuk közölt diagram viszont hasonló az én méréséhez.

Másodfokú passzív aluláteresztő szűrő mérése (20. ábra): az áramkör soros ágát 18 mH és 46  $\Omega$  alkotja (ez a tekercsellenállás, a vasvesztéséget elhanyagolva), a párhuzamos ága; 8,2 k $\Omega$  és 33 nF (névleges értékek).

Elméleti adatok:  $f_0 = 6,53$  kHz,  $Q = 6,56$ , kiemelés  $20\log Q = 16,3$  dB. A szűrőt az 1 V-os kimenetről tápláltam, mert így kis impedancián kapta a jelet. A vobulátoron mért értékek 100 ms-os fűrészzel:  $f_0 = 7,2$  kHz. Kiemelés az Y jelben: 15,6 dB. Kézi letapogatással mért értékek:  $f_0 = 6,61$  kHz, feszültségmérés alapján  $Q = 6,13$ ;  $20\log Q = 15,74$  dB. A vobulátoron 1 s-os fűrészzel  $f_0$ -ra 6,63 kHz adódott, ez gyakorlatilag azonos a kézi letapogatás eredményével.

## Irodalom:

1. Herpy Miklós: Analóg integrált áramkörök. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974.
2. Tietze-Schenk: Analóg és digitális áramkörök. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981.
3. Linear Circuits Data Book. Texas Instruments 1992.
4. Sipos Gyula: Integrált áramkörök. RT 84/4...7.
5. Linear ICs for Commercial Application. Harris Corporation 1990.
6. Csepregi-Horváth Kázmér: A frekvencia függvényében változó jellemzők mérése. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982.
7. Nagy Miklós: Vobler-funkciógenerátor. RT ÉK 1996.

# Szélessávú, ferrites iránycsatolók

Bus László okl. villamosmérnök

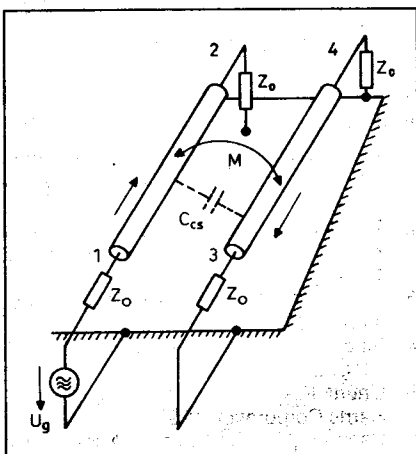
Nagyfrekvenciás adás-, és mérés-technikában továbbá kisebb közösségi rendszerekben és kábeltelevíziós hálózatokban (CATV: Cable Television,) széles körben alkalmazzák az iránycsatolókat. Az iránycsatolók négykapus, passzív, lineáris áramkörök, amelyek elnevezésüket onnan kapták, hogy a beérkező jel irányától függően más-más kapukon jelenik meg a kimenőjel.

Az iránycsatolók felépítésüket tekintve két csatolt vonalból állnak: egy fővonalból és egy segédvonalból. A fővonalon a generátor jele halad a fogyasztó felé, míg a segédvonalon mérjük a kicsatolt jelet. A jelnek a két vonalon történő haladási iránya szerint az iránycsatolók családját két csoportra osztjuk:

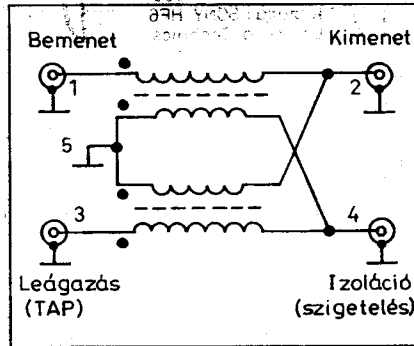
- haladóhullámúra,
- reflektálthullámúra.

A haladóhullámú iránycsatoló esetén mind a fővonalon, mind a segédvonalon az energiaáramlás iránya megegyezik, míg a reflektálthullámúaknál a segédvonalon haladó energiaáramlás iránya ellentétes a fővonaléhoz képest.

Az iránycsatolóknak csatolás szempontjából két típusa van: szoros és laza csatolású. A szakirodalom a 10 dB vagy efeletti csatolási csillapítást laza, míg az ennél kisebb értékűt szoros csatolásnak nevezi. Az iránycsatolóknak sokféle konfigurációja létezik, mint



1. ábra. Reflektálthullámú csatolás keletkezése



2. ábra. Az iránycsatoló egyszerűsített elvi rajza

például: merev koaxiális, hajlékony koaxiális (kábeles), szalagvonalas (strip line) vagy ferrites kivitel.

Mielőtt rátérnénk a címben szereplő család egyes tagjainak ismertetésére, először az 1. ábra alapján vázlatosan ismertetjük a reflektálthullámú iránycsatolóknál a csatolás keletkezését. A csatolás viszonylag hosszú ún. csatoló-zóna mentén jön létre. Az 1-es kapun bejövő hullám eljut a 2-es kapura. A másik vonal (segédvonal) elektromágneses csatolásban áll a fővonalal. A mágneses erőter hatására a segédvonalon feszültség indukálódik, így az itt kialakult feszültség-hullám iránya ellentétes lesz a fővonalon haladóéhoz képest.

Ezáltal az 1→3 irány csatolásban van, míg az 1→4 irányban nem lesz csatolás, azaz ideális esetben a 4. kapura nem kerül jel.

Tárgyalásunk további alapját a mikrohullámú technikából ismert reflektálthullámú iránycsatolók egyik megvalósítási formáját képviselő koncentráltleemes, ferrites iránycsatolók képezik, mivel ezek nyertek széleskörű alkalmazást a kábeltelevíziós hálózatokban.

Az iránycsatoló működését illetően szükséges azon paraméterek ismerete, amelyek alapján eldönthetjük ennek az építőelemnek az adott célra való alkalmasságát.

Ezen paraméterek definiálásához a 2. ábrát használjuk fel segítségül és az egyes kapukon mérhető teljesítmény il-

letve feszültség logaritmikus viszonyát képezve az alábbi jellemzőkhöz jutunk (a jobb áttekinthetőség végett az egyes kapukat lezáró  $Z_0$  hullámimpedanciákat elhagyjuk):

1) áteresztő irányú vagy beiktatási csillapítás (németül Durchgangsdämpfung, angolul insertion loss)

$$A = 10 \lg \frac{P_{be}}{P_{ki}} = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \quad [\text{dB}],$$

feszültségviszonyra áttérve:

$$A = 20 \lg \frac{U_1}{U_2} \quad [\text{dB}].$$

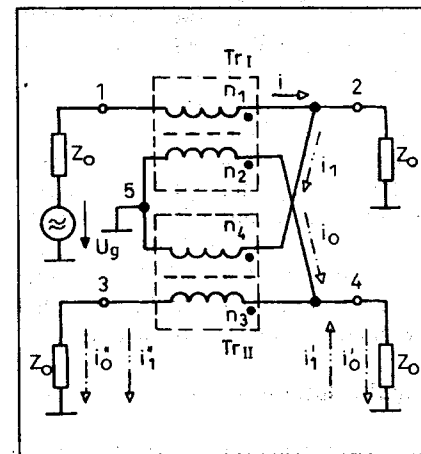
2) csatolási csillapítás, irányított-ság (németül Koppeldämpfung, angolul coupling)

$$C = 10 \lg \frac{P_{be}}{P_{hal.}} = 10 \lg \frac{P_1}{P_3} \quad [\text{dB}],$$

a vételtechnikában leágazási csillapításnak is nevezik, németül Abzweigdämpfung.

$$C = 20 \lg \frac{U_1}{U_3} \quad [\text{dB}],$$

a vételtechnikában ezt a pontot leágazási pontnak, angolul Tap-nek, németül Stich-nek nevezik.



3. ábra. Az iránycsatoló működését illusztráló elvi kapcsolás



3) szigetelés (angolul isolation)

$$I = 10 \lg \frac{P_{be}}{P_{refl.}} = 10 \lg \frac{P_1}{P_4} \quad [\text{dB}],$$

$$I = 20 \lg \frac{U_1}{U_4} \quad [\text{dB}].$$

4) zárócsillapítás (németül Richtdämpfung, angolul out-tap v. directivity)

$$A_z = 10 \lg \frac{P_{ki}}{P_{hal}} = 10 \lg \frac{P_2}{P_3} \quad [\text{dB}],$$

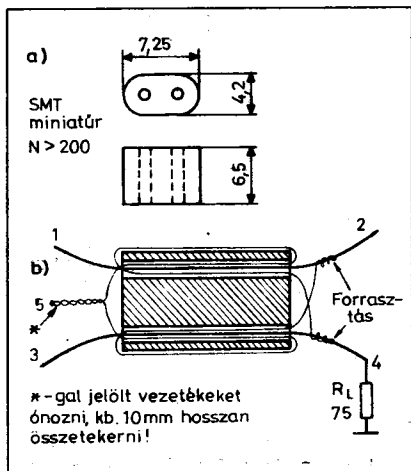
$$A_z = 20 \lg \frac{U_2}{U_3} \quad [\text{dB}].$$

5) ütközési -, visszaverődési csillapítás (németül Rückflussdämpfung, angolul return loss)

$$S = 10 \lg \frac{P_{hal.}}{P_{refl.}} \quad [\text{dB}],$$

$$S = 20 \lg \frac{U_3}{U_4} \quad [\text{dB}].$$

Ez utóbbi összefüggés mindkét vonalra érvényes (az indexek értelemszerű behelyettesítéssel), és azok illesztésének jóságára utal. Ha az iránycsatoló paraméterének értéke dB-ben kifejezve minél nagyobb, akkor a vonalak jól illesztettek a rendszerimpedanciához. Az iránycsatolóknak eleget kell tenniük az illesztés követelményének, mivel a definiált paraméterek csak illesztett lezárás mellett érvényesek továbbá ez a jó működés feltétele is. A továbbiak-



4. ábra. Az iránycsatoló magmérete és típusjelölése a), elkészített példány b)

ban az iránycsatolóval szemben támasztott fontosabb követelményeket ismertetjük, amelyeknek a működési sávban teljesülniük kell, ezek az alábbiak:

a) saját reflexiója ne legyen nagyobb egy előírt  $\Gamma_0$  értéknel:

$$|S_{ii}| \leq \Gamma_{0,i}$$

ahol:  $S_{ii}$  az egyes kapukhoz tartozó reflexió.

b) csatolása csak adott  $\Delta C$  értékkel térjen el egy előírt  $C_0$  értéktől:

$$|C - C_0| \leq \Delta C,$$

c) irányhatása ne legyen kisebb, mint egy előírt  $D_0$  érték:

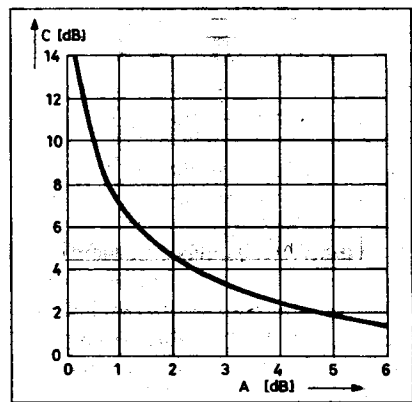
$$I - C = D \geq D_0.$$

Az irányhatást a gyakorlatban a szigetelés és a csatolás mért értékéből számoljuk.

Ezek után rátérünk a címben szereplő szélessávú, ferrites iránycsatoló család ismertetésére. Itt említjük meg, hogy vételtechnikában gyakran használják az iránycsatoló helyett a leágazó kifejezést. A későbbiekben mi is fogjuk használni ezt az elnevezést. A ferrites iránycsatoló működését – az üzemszerű állapotnak megfelelően – a 3. ábrán látható vázlatos rajz alapján ismertetjük. A ferrites iránycsatoló két transzformátorból épül fel. Ezeknek a transzformátoroknak széles sávban kell működniük, azaz a teljes VHF/UHF sávban. A hagyományos transzformátor elrendezések nem alkalmasak nagyfrekvenciás célokra, mivel a tekercselemek (menetek közötti) kapacitása rezonanciába lép a szórt induktivitással, és ez korlátozza a nagyfrekvenciás átvitelt.

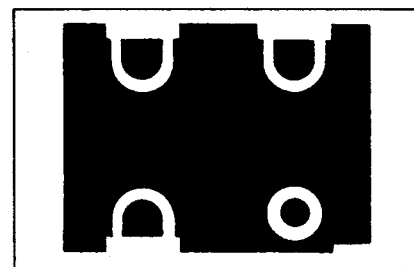
A nagyfrekvenciás transzformátorok tekercsét vagy tekercseit úgy rendezzük el, hogy tápvonalas szerkezetet alkossanak. Ezáltal a menetek közötti kapacitást beépítjük a vonal karakterisztikus impedanciájába, ily módon nem lép fel rezonancia. A szélessávú, jó átvitel érdekében a csatolás minden frekvencián szoros legyen, különben megszűnik a transzformátor hatás, ezért a meneteket szorosan egymás mellé tekerjük.

Korábban már említettük, hogy a ferrites iránycsatolók két szélessávú transzformátorból épülnek fel. Az ábrából jól látható, hogy a  $T_{\Pi}$  primer tekercsén ( $n_1$ ) átfolyó  $i$  áram hatására a

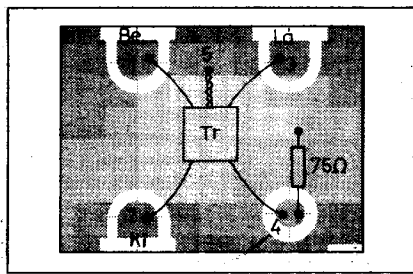


5. ábra. A csatolási- és az áteresztő irányú csillapítás közötti kapcsolat

szekunder tekercsében ( $n_2$ ) feszültség indukálódik, amely feszültség ellentétes irányú az öt létrehozó hatással ( $i$  áram). Ugyanakkor  $i_1$  áram folyik a  $T_{\Pi}$  transzformátor szekunder ( $n_4$ ) tekercsén, és feszültséget indukál  $T_{\Pi}$  primer ( $n_3$ ) tekercsében. Ez utóbbi indukált feszültség hatására a segédvonal 3-as és 4-es pontját lezáró  $Z_0$  hullámmellenállásokon egy  $i'_1$  (3-as pont) és egy  $i'_1$  (4-es pont) áramkomponens fog átfolyani. A  $T_{\Pi}$  transzformátor  $n_2$  tekercsében indukált feszültség a 3-as pontot lezáró  $Z_0$  hullámmellenálláson egy  $i''_0$  és a 4-es pontot lezáró  $Z_0$ -on egy  $i'_0$  áramot fog áthajtani. Mint az ábrából látjuk, az egyik kapun a két áramkomponens összeadódik (3-as), addig a másik kapun a két összetevő kivonódik egymásból. Ideális esetben az egyes komponensek megegyeznek egymással, így a 4-es kapura *elvi*ekben nem kerül nagyfrekvenciás jel. A valóságban ez nem létezik, mert az egyes kapukon valamint a szerkezeti felépítésből adódóan mindig fellép illesztetlenség, így valamilyen nagyságú RF jel mérhető lesz a 4-es kapun. Itt utalnánk arra, hogy a ferrites iránycsatolóknál nem egy hosszú zóna mentén alakul ki a csato-



6. ábra. A leágazó (iránycsatoló) nyákrajza



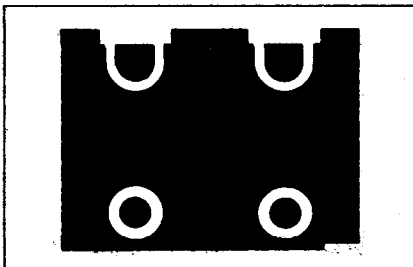
7. ábra. A leágazó beültetési rajza (a család 7 dB-es tagja látható)

lás, hanem egy rövid szakaszon és a kapacitív csatolásból nem keletkezik áramösszetevő (lásd 1. ábra).

Ma már vannak olyan ferritek, amelyeknek alacsony frekvencián nagy a permeabilitásuk, míg nagyfrekvencián ez csökken. Ez másképpen azt jelenti, hogy néhány menettel is nagy reaktancia valósítható meg. A permeabilitás csökkenésével a reaktancia nagyságát a frekvenciában bekövetkező növekedés tarja fenn. A ferritanyag belsejében elhelyezett csatoló zónák hosszának optimalizálása révén tekercsformában kivitelezett vezetők hossza lerövidíthető, ami a felső határfrekvencia növelését, míg a ferritanyag permeabilitásának növelése az alsó határfrekvencia csökkenését eredményezi.

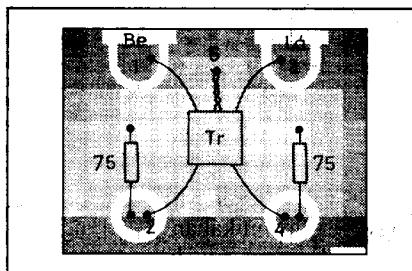
Esetünkben  $N > 200$ -as, kétlyukú, lila színjelölésű ferritmagnet választottunk. Ezzel a magtípus választással sikerült a VHF/UHF sávot átfogni, amely frekvenciában 40-től 862 MHz-ig terjedő tartományt jelenti. A leágazó készítéséhez használt ferritmagnet profilját és méretét a 4a. ábrán látjuk.

A  $Tr_1$  transzformátor tekercseit a következőképpen készítjük el: először a méretre vágott szekunder huzaldarabját átdugjuk a ferritlyukon és jobbról balra történő tekercselési iránnyal a kicsatolási csillapítás értékéhez tartozó menetszámot föltekercjük a ferrittestre.



8. ábra. A véglezárás változat fóliázata

A szekunder meneteit a ferritlyukban és a ferrittesten szorosan egymás mellé tekerjük. Most a primer 30 mm hosszú darabját átdugjuk a ferritmag egyik lyukán. Ugyanezzel a tekercselési móddal elkészítjük a  $Tr_{II}$  trafó tekercseit, ahol a szekunder tekercselésének iránya megegyezik  $Tr_1$  transzformátor szekunder irányával, lásd a 4b. ábrán. Ezután a szabadon maradt szekunder végeiről kb. 10 mm hosszban késsel kaparjuk le a zománcreteget és 4b. ábra bal oldalán látható szekunder végeit sodorjuk össze, majd önozzuk be. A jobb oldalon levő szekunder végeket keresztbe hajtva, azaz  $Tr_1$  szekunderének végét  $Tr_{II}$  primerére 2–3 menettel rátekerjük, majd  $Tr_2$  szekunder végét



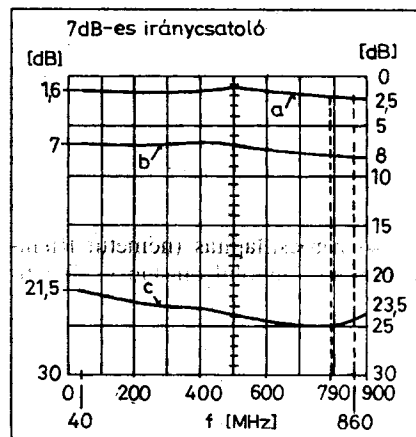
9. ábra. A véglezárás változat beültetése (a 7 dB-es tagot választottuk)

$Tr_1$  primerére 2–3 menettel rátekerjük és leónozzuk. Ezzel készen vagyunk az iránycsatoló elkészítésével. Az egyes változatok transzformátorainak elkészítéséhez tartozó hosszadatokat az 1. táblázatban foglaltuk össze.

### 1. táblázat

Csatolási csillapítás	Menetszám	Huzal anyaga	Huzal mérete
7 dB	$n = 1$	CuZn vagy CuZ	$\varnothing 0,2 \dots 0,25$ $l = 60$ mm
10 dB	$n = 2$	CuZn vagy CuZ	$\varnothing 0,2 \dots 0,25$ $l = 80$ mm
12 dB	$n = 3$	CuZn vagy CuZ	$\varnothing 0,2 \dots 0,25$ $l = 110$ mm
16 dB	$n = 5$	CuZn vagy CuZ	$\varnothing 0,2 \dots 0,25$ $l = 150$ mm

Elkészített leágazók (4b ábra) vastag vonallal jelölt primer tekercsének adatai  
 vonalal jelölt primer tekercsének adatai  
 menetek változatnál ugyanazok:  
 $n = 1/2$  menet,  $l = 30$  mm,  
 anyaga: ónozott réz,  $\varnothing 0,6$  mm

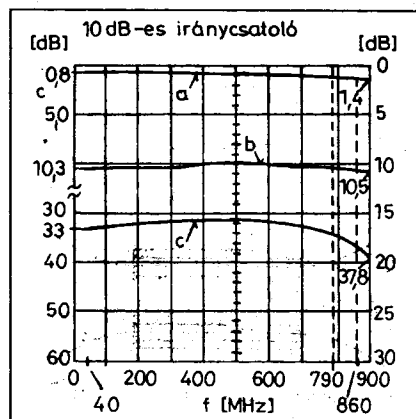


10. ábra. 7 dB-es iránycsatoló jellemzőinek változása a frekvencia függvényében: beiktatási csillapítás a), kicsatolási (leágazási) csillapítás b), záró csillapítás c)

Még mielőtt rátérnénk az iránycsatoló család egyes változatainak ismertetésére, szólnunk kell a csatolási (leágazási) csillapítás és a beiktatási (átteresztő irányú) csillapítás közötti összefüggésről. Egy jól megépített leágazó szigetelése többnyire jóval 30 dB feletti. Ez azt jelenti, hogy a bemeneti  $U_1$  feszültségnek kb. 32-ed része jut erre a 4-es kapura (lásd a 3. ábrát). Ennek figyelembe vételével, írjuk fel veszteségmentes esetre a bemeneti teljesítményt az egyes kapukon meglévő teljesítménnyel:

$$P_1 = P_2 + P_3 + P_4.$$

$P_4$ -et elhanyagolhatjuk a nagy szigetelés (izoláció) miatt, így:



11. ábra. 10 dB-es iránycsatoló jellemzőinek változása a frekvencia függvényében: beiktatási csillapítás a), leágazási csillapítás b), záró csillapítás c)

$$P_1 \approx P_2 + P_3.$$

Ha a csatolási csillapítást ismerjük, akkor ki tudjuk számítani az áteresztő irányú csillapítást, és viszont. Mind-egyik kapu illesztetten van lezárva, azaz  $Z_0$  hullámellenállással.

Legyen a leágazó csatolási csillapítása 7 dB, akkor  $U_3 = 0,4466 U_1$

$$\frac{U_1^2}{Z_0} = \frac{U_2^2}{Z_0} + \frac{U_3^2}{Z_0}$$

$$U_1^2 - 0,4466^2 U_1^2 \approx U_2^2,$$

$$U_1^2 - 0,1995 U_1^2 \approx U_2^2,$$

$$0,8005 U_1^2 \approx U_2^2,$$

$$A = 20 \lg 1,118 = 0,969 \text{ dB}.$$

A két mennyiség közötti kapcsolatot diagramban ábrázolva az **5. ábrán** látható görbét kapjuk.

Az iránycsatoló nyákráját az **6. ábrán** adtuk meg. Egyoldalasan folírozott nyáklemezre ültetjük be az elemeket a **7. ábra** szerint, a fólia felőli oldalon. A lezáró ellenállás 0,9 W-os R534 típusú fémréteg. Az elemeket rövid kivezetésekkel a földfóliához közel, ügyelve a zárlatveszély elkerülésére, forrasszuk be. Az alapfelépítés egy módosított változatának -véglezárósnak - nyákrája a **8. ábrán**, míg ennek a beültetési rajza a **9. ábrán** látható. A leágazók egyes változatainak elkészítéséhez tartozó adatokat 1. táblázat tartalmazza.

A táblázatban található tekercs-  
adatok 1 transzformátor elkészítésére vonatkoznak!

Az RF leágazókat célszerű dobozba építeni, melynek anyaga lehet 0,5 mm-es ónozott vaslemez vagy 1,5 mm-es, egyoldalon folírozott nyáklemez. A doboz magassága 20 mm s a nyákot úgy helyezük bele, hogy a doboz alsó élétől a nyák síkja 8 mm-re legyen (nem fóliás oldal).

A doboz oldalára először a koaxiális csatlakozókat forrasztjuk fel, a bemenetre koaxdugó a kimenetekre koaxhüvely kerül. Ezután helyezük bele a nyákot és a doboz oldalaihoz forrasztjuk. A munka utolsó fázisaként ültetjük be az iránycsatolót a 75  $\Omega$ -os lezáró ellenállással és a kompenzáló kapacitással vagy kapacitásokkal együtt. A kompenzáló kapacitások kerámia

cseptípusúak legyenek, helyük az alkalmazási részben bemutatott ábrákon láthatók.

Ezekután bemutatjuk az iránycsatoló család egyes tagjait:

### 7 dB-es iránycsatoló

Műszaki adatok	
Frekvenciatartomány	40–862 MHz
Beiktatási csillapítás	1,5–2,5 dB
Csatolási csillapítás	7 $\pm$ 1 dB
Záró csillapítás	> 20 dB

A 7 dB-es leágazón végzett mérések eredményeit diagramban ábrázoltam, amelyek a **10. ábrán** láthatók.

### 10 dB-es iránycsatoló

Műszaki adatok	
Frekvenciatartomány	40–862 MHz
Beiktatási csillapítás	0,7–1,5 dB
Csatolási csillapítás	10 $\pm$ 0,8 dB
Záró csillapítás	> 30 dB

Ennek a változatnak a nyák- és beültetési rajza megegyezik a 7-dB-sel, a tekercs-  
adatok a táblázatban találhatóak. A méréseket diagramban ábrázoltuk, ezeket a **11. ábrán** látjuk.

### 12 dB-es iránycsatoló

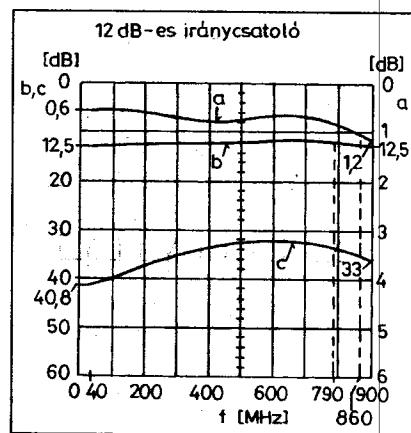
Műszaki adatok	
Frekvenciatartomány	40–862 MHz
Beiktatási csillapítás	0,5–1,3 dB
Csatolási csillapítás	12 $\pm$ 0,8 dB
Záró csillapítás	> 30 dB

Az előbbi változatnál elmondottak itt is érvényesek. A mérési eredmények a **12. ábrán** láthatók.

### 16 dB-es iránycsatoló

Műszaki adatok	
Frekvenciatartomány	40–862 MHz
Beiktatási csillapítás	0–0,8 dB
Csatolási csillapítás	15...16,5 dB
Záró csillapítás	> 28 dB

Lásd az előzőeket, a mért értékeket diagram formájában a **13. ábra** tartalmazza.

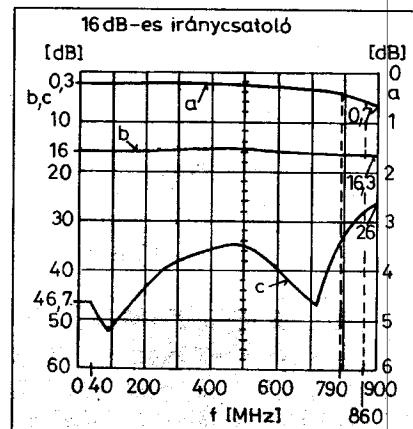


**12. ábra.** 12 dB-es leágazó paramétereinek változása a frekvencia függvényében: áteresztő irányú csillapítás a), kicsatolási csillapítás b), záró csillapítás c)

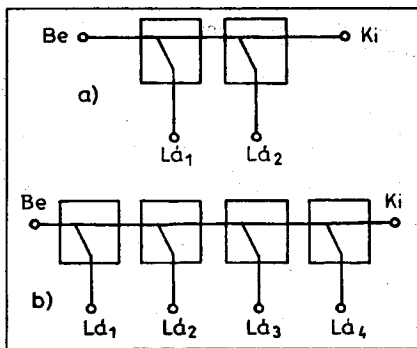
Az egyes változatoknál a jó átvitel és a megfelelően nagy zárócsillapítás érdekében kompenzáló kapacitásokat építettünk be az áramkörbe, melyeknek értéke a **2. táblázatban** található. Ennél a változatnál a szekunder tekercs-  
menetei a ferritmag lapos részére is tekerhetjük.

### 2. táblázat

	Leágazás	Izoláció
7 dB-es	–	–
10 dB-es	1,2 pF	1 pF
12 dB-es	–	1,2 pF
16 dB-es	–	4 pF

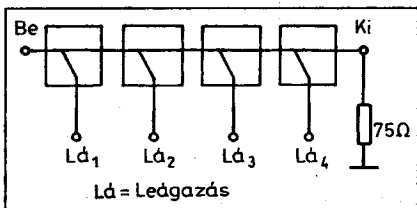


**13. ábra.** 16 dB-es leágazó paramétereinek változása a frekvencia függvényében: áteresztő irányú csillapítás a), kicsatolási csillapítás b), záró csillapítás c)



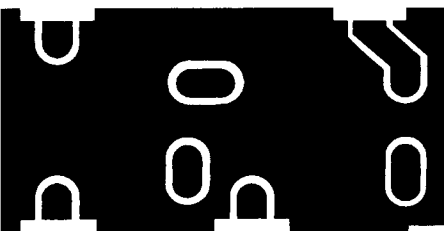
14. ábra. Iránycsatolók felfűzése (láncbakapcsolása) vázlatosan: két kimenettel a), négy kimenettel b)

A frekvenciatengelyen két frekvenciaértéket jelöltem meg, amelyek közül az egyik az UHF tartomány 60. csatornájához tartozik (eddig van a sáv nálunk kihasználva földi sugárzásra), míg a másik a 69-es csatornára értendő (ez a nagyobbik érték a nyugat-európai országokra vonatkozik illetve már vannak nálunk KTV (kábeltevé) hálózata-

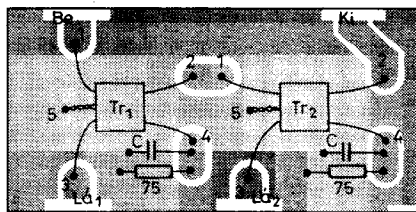


15. ábra. Iránycsatolók felfűzése (láncbakapcsolása) vázlatosan: négykimenetű véglezárós változat

tok, amelyek felső határfrekvenciája 862 MHz). Az eddigiekből azt láthatjuk, hogy jó paraméterekkel rendelkező leágazókat megfelelő tekercselési móddal és megfelelő relatív permeabilitású ferritmag választásával készíthetünk. Eddig még nem esett szó a veszteségekről. A leágazókban fellépő



16. ábra. Kétkimenetű leágazó fóliarajza

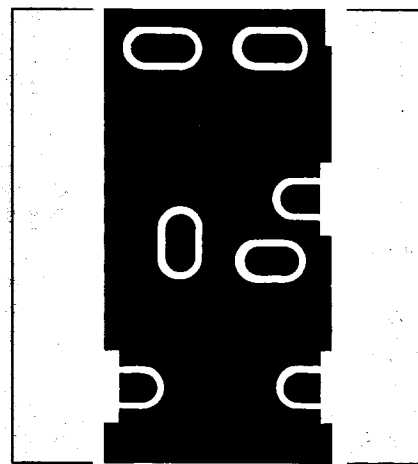


17. ábra. Kétkimenetű leágazó beültetési rajza (12 dB-es változót adtuk meg)

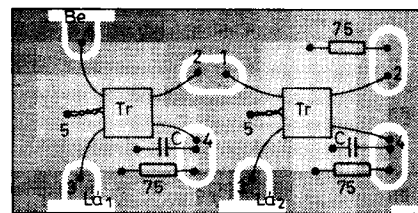
veszteség függ a választott ferritanyagtól, a ferritesten kívül futó (csatoló zónán kívül eső) vezetékek hosszától. Ezek a vezetékdarabok sugároznak, tehát sugárzási veszteség lép fel. A sugárzási veszteség a ferritalakzatok méreteinek optimalizálásával redukálható, egyébként a veszteségek közül ez a legkisebb. Továbbá veszteség keletkezik a szkin-hatás miatt és az illesztélségből. Megfelelő kompenzáló elemek beépítésével az illesztés javítható, így az ebből eredő veszteség csökkenthető.

### Leágazók összekapcsolása

A leágazók feladata: a koaxiális kábelbe táplált RF jelből egy vagy több felé különböző szintű jeleket ágaztassunk le úgy, hogy a továbbvezetett jelben bekövetkező veszteséget kis szinten tartjuk. A nagyfrekvenciás jel külön-

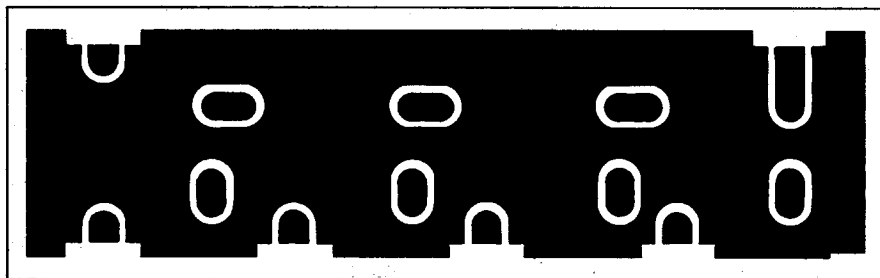


18. ábra. Kétkimenetű, véglezárós leágazó nyákrajza

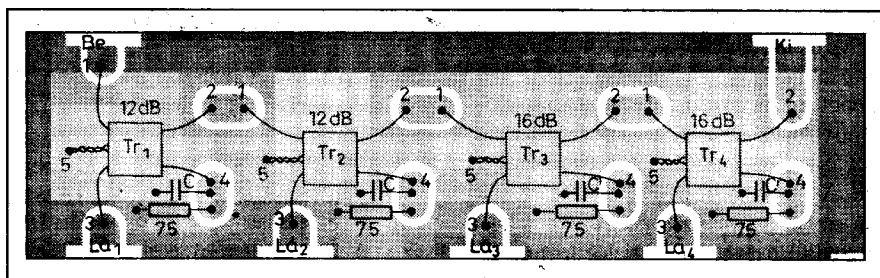


19. ábra. Kétkimenetű, véglezárós leágazó beültetési rajza (itt is a 12 dB-es látszik)

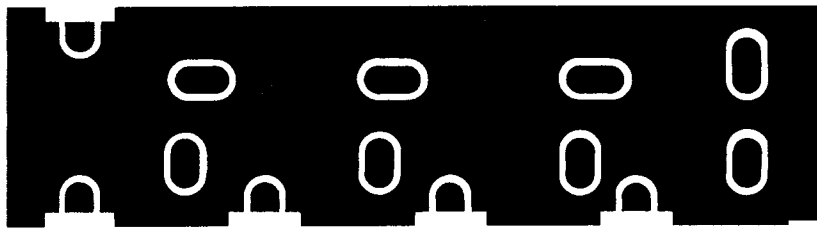
böző teljesítményszinten történő kicsatolását a leágazók soros felfűzésével illetve szétosztással tudjuk megvalósítani.



20. ábra. Négykimenetű leágazó fóliázata



21. ábra. Négykimenetű leágazó beültetése

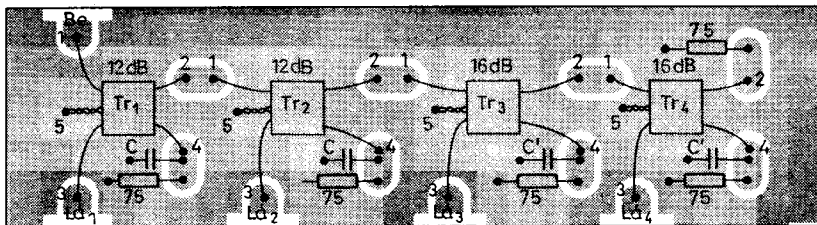


22. ábra. Négykimenetű, véglezáros iránycsatoló nyákja

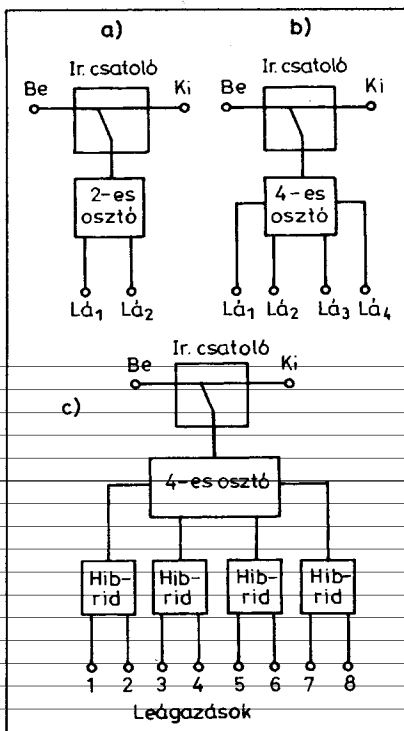
a) lépcsős (felfűzött) változat

A felfűzéssel többkimenetű leágazókat készíthetünk. A gyakorlatban ezeknek a legelterjedtebb típusa a 2- és a 4-

menetű, de gyártanak 6- és 8-kimenetűeket is. Mi a 2- és 4-kimenetű típusokat mutatjuk be. Az egyes változatok alapját az egykimenetű képezi, melynek realizált formáját a 7. ábrán láthat-



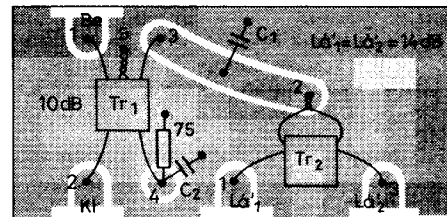
23. ábra. Négykimenetű, véglezáros iránycsatoló beültetése



24. ábra. Szétosztott kimenetű leágazók vázlatos rajza: kétkimenetű a), négykimenetű b), nyolckimenetű c)



25. ábra. Szétosztott, kétkimenetű leágazó fóliarajza



26. ábra. Szétosztott, kétkimenetű leágazó beültetési rajza (a család 10 dB-es tagja látszik)

dezés fóliázatát a 22. ábra mutatja, míg a beültetési rajz a 23. ábrán látszik.

b) szétosztott kimenetű változat

Többkimenetű leágazót úgy is megvalósíthatunk, hogy a leágazási (tap) pontra teljesítményosztót kapcsolunk. Ez a változat lényegében egy „hibrid” változat, mert magában egyesíti a jel-szétosztót és az iránycsatolót. Ez a leggyakrabban alkalmazott típus, melynek elvi rajzát a 24. ábrán látjuk. A főágban levő iránycsatoló kicsatolási csillapításértékét 3...5 dB-es lépésekben változtatva egy család alakítható ki. A kimeneteket 2-es, 4-es vagy 8-as szétosztással (egyenlő arányú) hozzuk létre. Ezzel a konfigurációval elérjük, hogy valamennyi leágazási pont azonos szintű. Mi a 2-es és a 4-es változatot ismertetjük. A kimenetek közötti áthallási csillapítás jobb mint 22 dB.

A 2-es változat fóliázatát a 25. ábrán, míg a beültetési rajzát a 26. ábrán látjuk. 4-es elrendezés fólia rajza a 27. ábrán van megadva, a beültetési rajz a 28. ábrán. A véglezáros kétkimenetű konfiguráció nyákrajza a 29., míg ennek a beültetése a 30. ábrán látható. A 31. ábrán láthatjuk a négykimenetű, véglezáros változat nyákrajzát, ugyanennek a beültetési rajza a 32. ábrán látható.

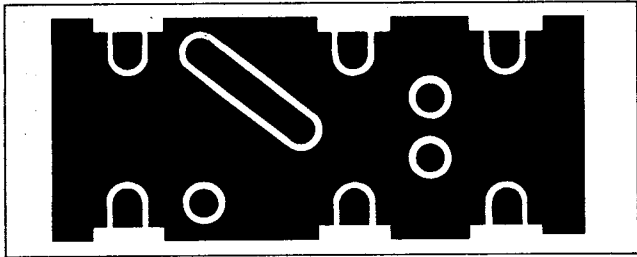
A „3-lábú trafók” ( $Tr_2, Tr_3, Tr_4$ ) elkészítési módja az 1999-es RT ÉK 104. old. 3. ábráján található.

juk. A leágazók elvi rajza a 14. ábrán látható, a négykimenetű, véglezáros változatát a 15. ábrán.

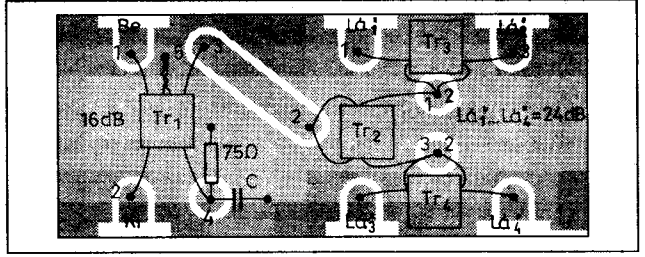
Az ún. lépcsős kicsatolási csillapítású változatoknál a leágazások csillapítási értéke között a 0,5...1,5 dB-es különbségek mérhetők. Ez egyes hálózati felépítéseknél előnyös lehet, mivel a távolabb eső csatlakozási ponton egy kisebb csillapítású kimenetről biztosított csatlakozással közel azonos jel-szintek érhetők el a többi ponthoz viszonyítva.

Itt az egyes kimenetek között mérhető csillapítás az áthallási csillapítás, ami a 14.a ábra alapján  $L_{A1}-L_{A2}$  (tap) pontok között mérhető. A felfűzött változatok kimenetei között  $\geq 30$  dB áthallási csillapítás érhető el. Ez kedvező, mert egy kisközösségi rendszer egyik előfizetőjénél fellépő reflexiós hibák nem észlelhetők a másik előfizetőnél.

A kétkimenetű változat fóliarajzát a 16. ábrán adtuk meg, míg a beültetési rajz a 17. ábrán látható. A kétkimenetű véglezáros konfiguráció nyákja 18. ábrán, a beültetési rajza a 19. ábrán látszik. A négykimenetű változat fóliarajzát a 20. ábrán látjuk, míg a beültetését a 21. ábrán. A 4-es véglezáros elren-



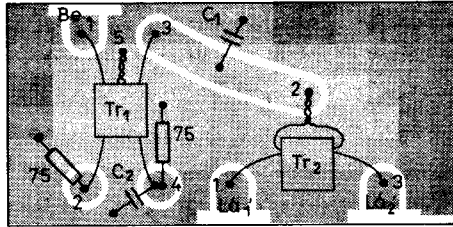
27. ábra. Szétosztott, négykimenetű leágazó nyákrája



28. ábra. Szétosztott, négykimenetű leágazó beültetési rajza (a család 16 dB-es változata)



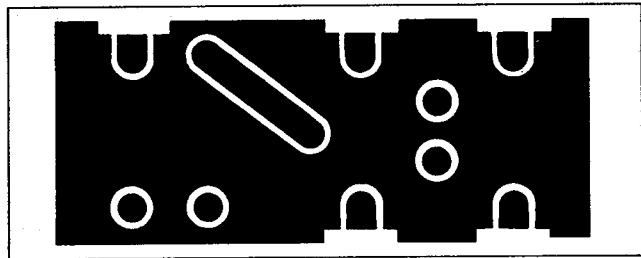
29. ábra. Szétosztott, kétkimenetű, véglezárós iránycsatoló fóliarajza



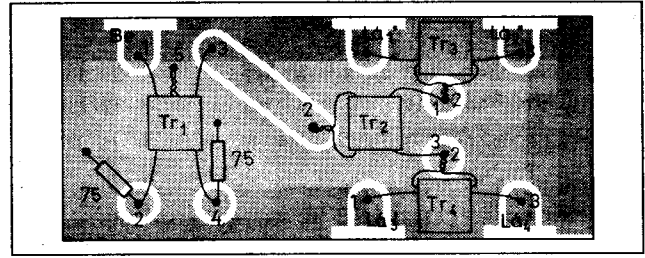
30. ábra. Szétosztott, kétkimenetű, véglezárós iránycsatoló beültetési rajza (a 10 dB-es változat lett választva)

mindkét esetben fogunk utalást találni. A 33. ábra azt az esetet mutatja, amikor két tv-készüléket egymástól függetlenül akarunk üzemeltetni. Ekkor a két készülék a nagy záró csillapítás miatt nem „látja” egymást.

Egy FM-rádióadó és egy tv-adó vagy két FM-rádióadó beköztetése a konvencionális szűrőzéssel nem oldható meg, mivel az egyes adók közötti frekvenciatávolság néhány megahertz is lehet. Ennek a vételtechnikai kérdésnek a megoldása a leágazó „közösítő szűrőként” történő alkalmazása. A



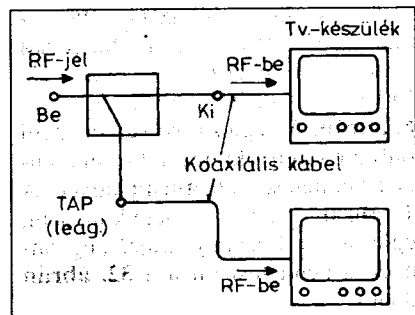
31. ábra. Szétosztott, négykimenetű, véglezárós iránycsatoló nyájkja



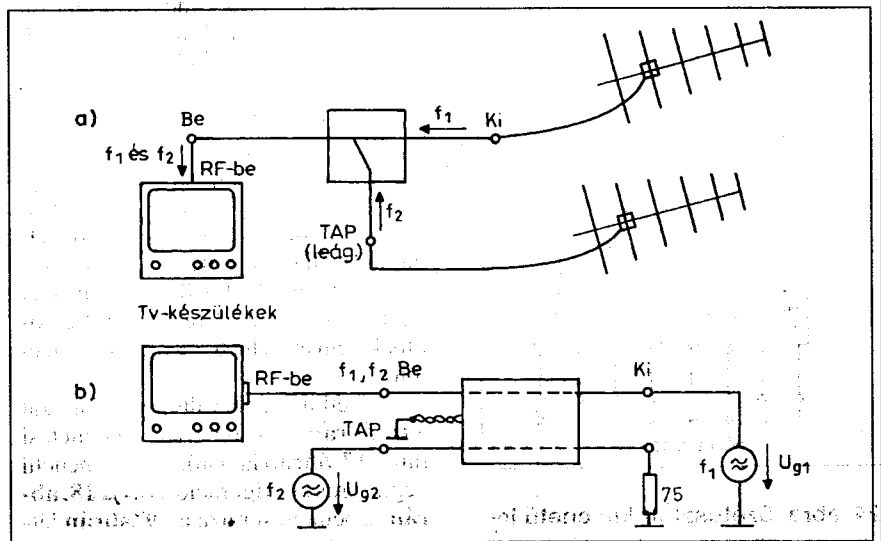
32. ábra. Szétosztott, négykimenetű, véglezárós iránycsatoló beültetése (a család 7 dB-es tagja látható)

## Alkalmazás

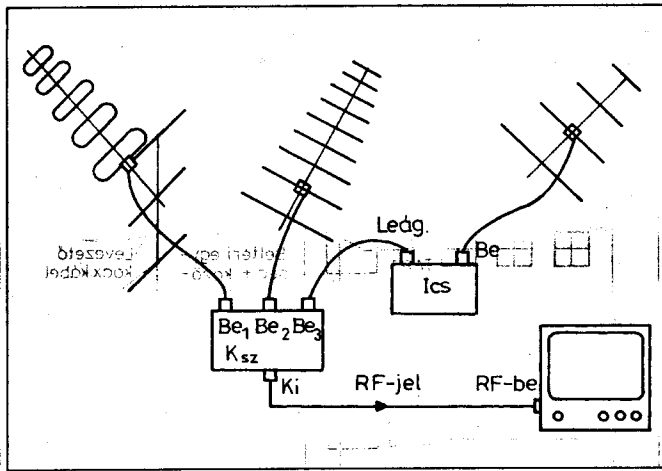
A cikk ebben a részében a leágazók gyakorlati alkalmazására mutatunk megoldásokat. A vételtechnikai kérdések lehetnek egyedi vagy közösségi jellegűek. A közlemény ebben a részében



33. ábra. Leágazó alkalmazása „szétosztóként”



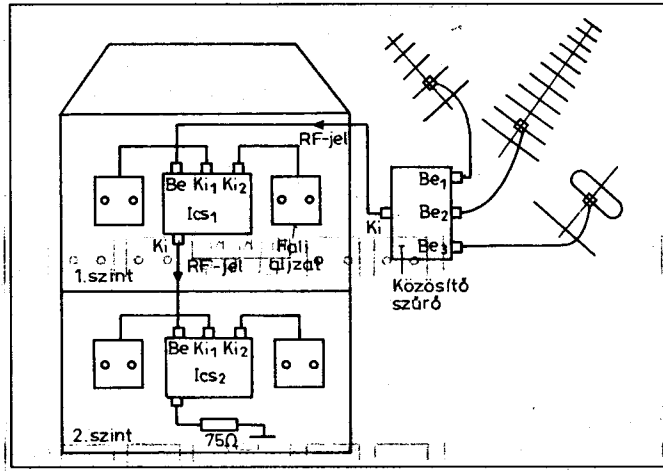
34. ábra. Leágazó mint „közösítő szűrő”: az egyes antennák bekötése a) a bekötés helyettesítőképe b)



35. ábra. Véglezáros leágazó jelszint csökkentőként

34. ábra arra a vételi esetre mutat példát, amikor egy távoli és egy közeli UHF-sávú tv-adót akarunk venni, amelyek 8 MHz-re vannak egymáshoz (szomszédos csatorna). Ez a vételtechnikai probléma sem oldható meg a hagyományos szűrőtechnikával a frekvenciák közelsége miatt. A megoldás itt is az iránycsatoló „közösítő szűrőként” való alkalmazása. Az egyes adók antennájának csatlakozását az iránycsatolóhoz a 34a. ábra mutatja. A kistérerejű távoli adót a leágazó fővonalára kapcsoljuk, a 34a. ábrán látható „Ki” pontra, a közeli (nagytererejű) adót TAP pontra. A leágazó bemenetén megjelenik a két adó  $f_1$  és  $f_2$  frekvenciával, ami a levezető kábelén keresztül jut a tv-vevő RF-bemenetére. Ezt a helyzetet teszi szemléletessé a 34b. ábra. Az ábrából jól látszik, hogy az egyes antennák által szolgáltatott jelet feszültséggenerátorral utánozzuk le ( $u_{g1}$  és  $u_{g2}$ ). E két generátort egymástól a zárócsillapítás választja el egymástól. A lapelferítés véglezáros formájára (9. ábra) a gyakorlatban ritkábban használatos. Egy lehetséges alkalmazása a 35. ábrán látható, ahol különböző sávokban működő tv-adók jelét vesszük különböző jelszintekkel. A három adó jelét a hárombemenetű közösítő szűrőn (Ksz) keresztül juttatjuk el a tv-készülék RF-bemenetére. A nagytererejű adó jelét Ics iránycsatolón keresztül vezetjük, azért, hogy ne vezérelje túl a vevő nagyfrekvenciás bemenő fokozatát. Ebben az esetben a jelszint csökkentésére az iránycsatoló csatlakozási csillapítását használtuk ki.

Az iránycsatolók további vételtechnikai alkalmazását láthatjuk a 36. ábrán, ahol egy kétszintes, négy lakásos



36. ábra. Kétszintes társasház műsorjellel való ellátása szétosztott, kétkimenetű leágazókkal (véglezáros és nem véglezáros változat)

társasház tv- és FM-rádió műsorral való ellátása a feladat. Az antennák jeleinek közösítő szűrővel történt beköztetése után az RF-jel rákerül az Ics<sub>1</sub> bemenetére, majd ennek a kimenetéről a nagyfrekvenciás jel koaxkábelén keresztül rákerül Ics<sub>2</sub> bemenetére. Az egyes szintekre érkező nagyfrekvenciás jelet teljesítményosztóval osztjuk szét két felé, egyenlő arányban. Szétosztott kimenetű leágazókat alkalmaztunk, melynek itt mindkét változatára (véglezáros és nem véglezáros) szükség volt a realizálás során. Szintén a szétosztott kimenetű leágazó gyakorlati alkalmazására mutat példát a 37. ábra. Az ábrából látható, hogy a közösítő szűrőről az egyes szintekre bejövő nagyfrekvenciás jelet négy egyenlő arányban osztjuk szét valamint az egyes szinteken beépített fali aljzatokon azonos szintű jelek jelennek meg.

A leágazó család újabb konfigurációját mutatja be a 38. ábra, a felfűzött változatot. Ezen az ábrán egy négykimenetű, véglezáros elrendezést látunk. Az egyes kimenetek között 0,5–2,5 dB-es szintkülönbség lehet, hogyha azonos kicsatolási csillapítású elemekből építjük fel a leágazót. Itt különféle variációk valósíthatók meg az adott vételi viszonyoknak megfelelően. Visszatérve az ábrához látjuk, hogy a földfelszíni – és a műholdas vétel közösítése a beltéri egységben történik és a levezető koaxkábelén át az RF-jel rákerül a leágazó bemenetére, majd az egyes szinteken (emeleteken) kicsatoljuk. Itt mi egy olyan kombinációt választottunk, amikor két – két iránycsatoló kicsatolása megegyezik egymással. Legyen például a felső kettő 16 dB-es, míg az

alsó kettő 12 dB-es kicsatolású. Ez utóbbi lehetővé teszi, hogy a kiépítéskor hosszabb bekötő koaxkábelrel használjunk. Természetesen sok más kombináció is létezik, amit a telepítési körülmények és helyi vételi viszonyok határoznak meg.

*Kis és nagy elosztó hálózatoknál alapkövetelmény, hogy a fali aljzatokon azonos vagy 1–2 dB-en belül azonos szintek legyenek!*

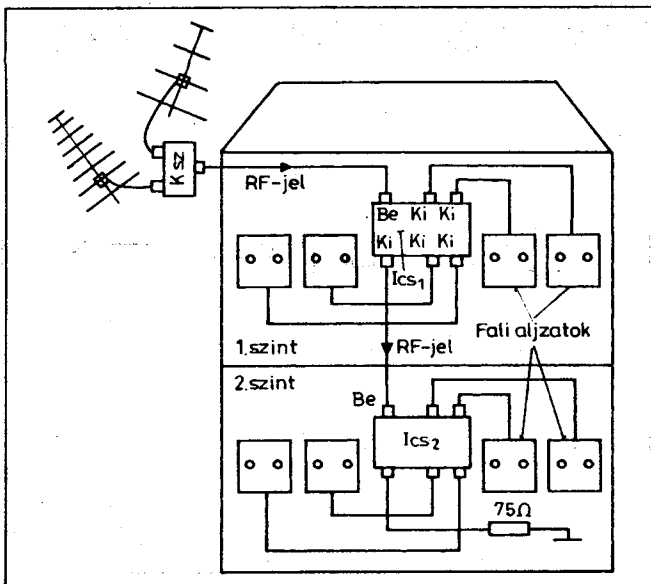
E témakör zárószavaként annyit jegyeznék meg, hogy ez a közlemény folytatása az RT Évkönyv 1999-es kiadásában megjelent „Szélessávú, ferrites teljesítményosztók és -összegzők” című leírásnak. A két közleménnyel az volt a célunk, hogy Rádiótechnika olvasói előtt teljessé tegyék a ferrites eszközök vételtechnikai alkalmazását.

A leírásból látható, hogy a leágazók (iránycsatolók) elkészítése különbözőbb műszaki felkészültséget nem igényel. A cikk alapján otthon bárki műszerezettség nélkül elkészítheti a neki megfelelő változatot, és a gondosan elkészített példányok jól működnek; tulajdonképpen ez volt a cikk megírásának az alap gondolata. (Amennyiben a ferritek beszerzésében, illetve a tekercsek elkészítésében nehézségek merülnek fel, a szerző készségesen áll rendelkezésre).

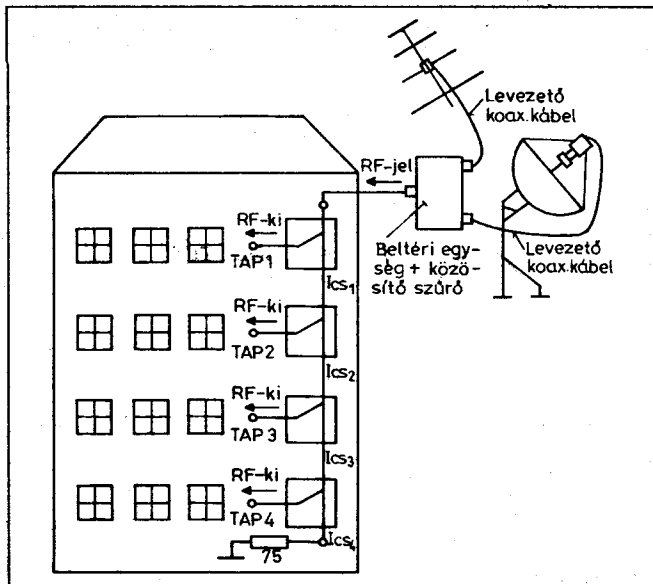
Befejezésképpen ezúton szeretném megköszönni Fehér Józsefnek, hogy lehetőséget biztosított a ferrites leágazók bemérésére.

#### Felhasznált irodalom

- Kim, Takahashi stb.: Optimum design of the power dividers with ferrite toroids for CATV and/or MATV systems. IEEE Transactions on Consumer Electronics CE-29 No. 1, February 1983, 27–38 oldal.



37. ábra. Kétszintes társasház műsorjellel való ellátása szétosztott, négykimenetű leágazókkal (véglezáros és nem véglezáros változat)



38. ábra. Földi és műholdas programok szétosztása egy négyszintes lakóházban: felfűzött, négykimenetű, véglezáros leágazóval

- Solti Miklós: Kábeltelevíziós elosztó hálózatok tervezése, Távközlési Könyvkiadó 1995.
- Dr. Kása István: Mikrohullámú integrált áramkörök, Műszaki Könyvkiadó 1978.
- Dr. Kovács Ferenc: Félvezetők nagyfrekvenciás alkalmazása, Műszaki Könyvkiadó 1978, 2. kiadás.
- Bus László: Iránycsatolók az RH- és az URH-technikában, Rádiótechnika Évkönyv 1992, 166-175. oldal.

**ELSŐ KÉZBŐL...**

**... KÖZVETLEN A GYÁRTÓTÓL**

**TIMONTA**

ZAVARSZŰRŐ

**narda**

MIKROHULLÁMÚ ELEMÉK

**MÁR 10 ÉVE...**

**PIHER**

POTMÉTER, TRIMMER



OLVADÓBETÉT  
FOGLALAT



MOTOR

**NEOSIO**

INDUKTÍV ELEMÉK

**MARQUARDT**

HÁLÓZATI KAPCSOLÓ  
MIKROKAPCSOLÓ

**clau**

HŰTŐBORDA  
TRIMMERKONDENZÁTOR



KKT

Raktár & Iroda  
1033 Budapest, Zab u. 11.  
www.mgb.hu meggyes@mgb.hu  
Tel: 250 6378 \* Fax: 367 4180



INFRAHŐMÉRŐ CALEX



# Tápegység elektroncsöves áramkörök vizsgálatához

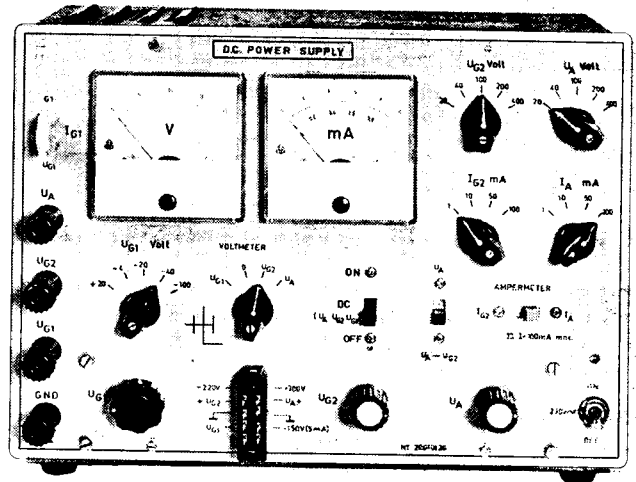
Dr. Hetényi László okl. villamosmérnök, HA5BK

A rádióamatőr gyakorlatban időnként előfordulhat, hogy elektroncsöves áramköröket kell táplálnunk egyenfeszültséggel. Ezt a feladatot régen a fűtés- és anódpótlók teljesítették. Jelen készülékünk is egy „anódpótló”, azzal a bővítéssel, hogy nemcsak a kisebb teljesítményű elektroncsövek anódfeszültségét, hanem azok segédrács-, illetve rácselepfeszültségeit is szolgáltatni képes. A vizsgálni kívánt áramkör csöveinek fűtőfeszültségét viszont más, erre a célra alkalmas transzformátor segítségével kell megoldanunk.

Készülékünk megoldása olyan, hogy félvezető áramkörökkel való kísérletezéseknél is alkalmazható, amennyiben kimenőfeszültségei egészen 0 V-ig le szabályozhatók és így akár csupán néhány voltos feszültségtartományokban is tápáramforrásként szolgálhat. Elektroncsöveknél a 0...+250 V-os anód-, illetve segédrácsfeszültség-tartomány a szokásos, valamint a 0...-100 V-os előfeszültség a vezérlőrács számára. NPN típusú félvezetővel kivitelezett kisebb teljesítményű áramkörök vizsgálata esetén a 0...+30 V kollektorfeszültség az általános, de gyakran szükség van a 0...+200 V-os feszültségtartományra is a videoerősítő tranzisztorok esetén.

Tápegységünk a MOSFET-ek, valamint a „zero-bias” elektroncsövek vizsgálatához nem csak a 0...-100 V-os negatív előfeszültség, hanem 0...+20 V pozitív előfeszültség leadására is képes. Természetesen a fenti feszültségek az előlapi kezelőszervekkel egyenként beállíthatók. A három, egymástól független kimenőfeszültség 5-5 fokozatban durván kijelölhető, majd ezen belül finoman és folyamatosan szabályozható.

Az anód- és segédrácsfeszültség terhelhetősége az egész üzemi tartományban  $I_{max} = 100 \text{ mA}$  úgy, hogy a két kimenet áramának összege ne lépje túl ezt a 100 mA-es határt! A negatív és pozitív előfeszültség maximális terhelhetősége 5 mA. A kimeneti feszültségek mérésére egy átkapcsolható voltmérő szolgál az előlapon. Az anódáramot és a segédrácsáramot árammérő

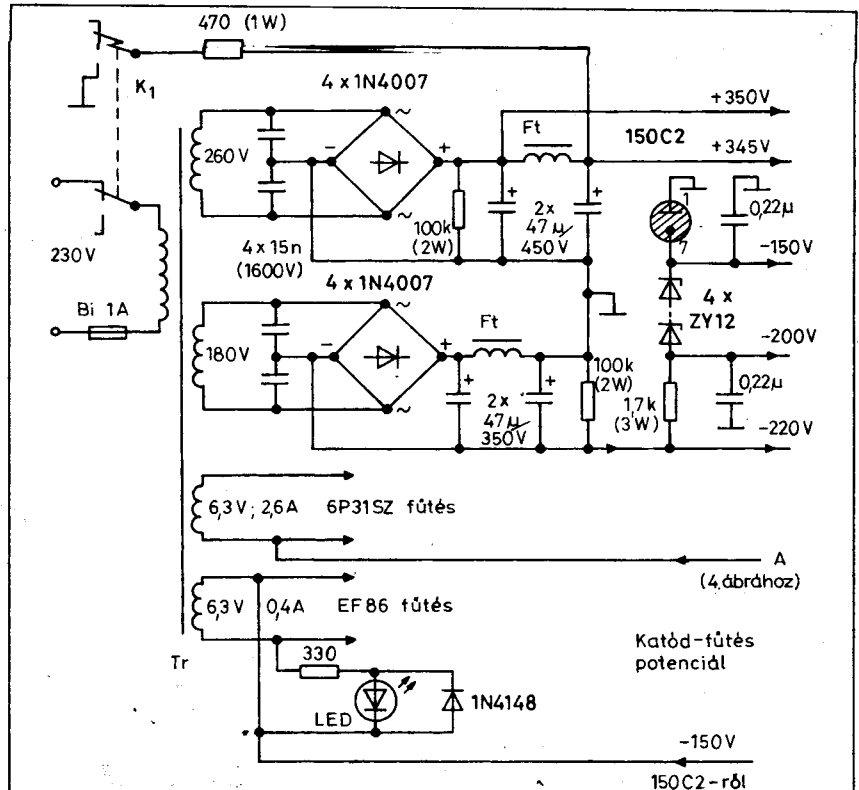


1. ábra. A tápegység előlétzetben

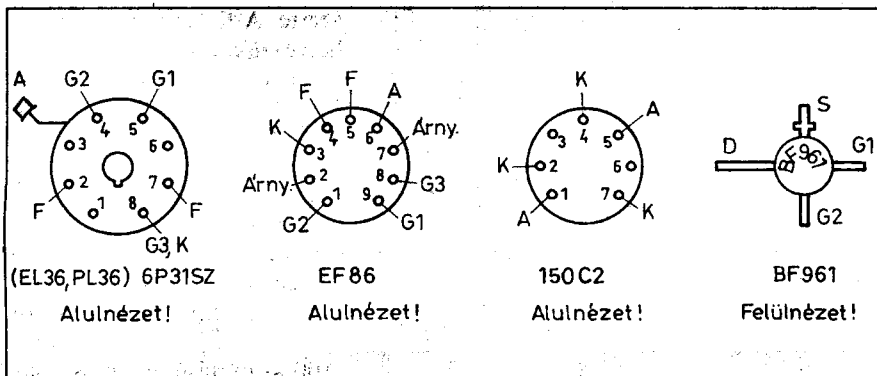
mutatja, amely 4 méréshatárban átkapcsolható (1 - 10 - 50 - 100 mA).

Az anódfeszültség és a segédrácsfeszültség egy-egy átteresztőcsöves stabilizátorral stabilizált. A negatív (és

pozitív) előfeszültség a hálózat oldaláról stabilizált, az esetleges terhelésváltozással szemben nem védett, de mindenkor értéke az előlapi voltmérőről leolvasható.



2. ábra. A készülék egyenirányító áramkörei



3. ábra. A csövek és a MOSFET bekötési rajzai

A mintapéldány előlnézeti képe az 1. ábrán látható. A készüléket egy 325 × 235 mm előlapméretű és 180 mm mély fémlémez dobozba építettem be.

A tápegység hálózati részének kapcsolási rajzát a 2. ábra mutatja. A hálózati transzformátornak egy 180 V-os és egy 260 V-os nagyfeszültségű szekunder tekercse, valamint két 6,3 V-os fűtőtekercse van. A 260 V-os tekercsre csatlakozó Graetz-egyenirányítóhíd (4 × 1N4007) szolgáltatja a pozitív tápfeszültséget, részben közvetlen kapcsolattal, részben a fojtótekercses szűrőtagon keresztül. A 180 V-os tekercs egy ugyancsak Graetz-hídon keresztül a szűrt negatív feszültséget hozza létre a Z-diódás és ködfénylámpás negatív stabilizátor számára. A 6,3 V-os fűtőtekercsek a 2 db 6P31SZ (EL36) átteresztőcsövet, illetve a két szabályzócsövet fűtik (EF86). A 6P31SZ csövek helyett EL36-okat, vagy a nálunk jobban elterjedt PL36-ot is használhatjuk. A fűtőfeszültséget természetesen az alkalmazott csőhöz kell megválasztani. Az EF86-ok helyett az EF80 is megfelel, de annak más a lábkiosztása. A csövek és a MOSFET bekötését a 3. ábra szemlélteti.

A  $K_1$  hálózati kapcsoló külön említést érdemel, mert az egyik ága a hálózati ki-be kapcsolást végzi, a másik kapcsolós-fél pedig a készülék kikapcsolásakor a 470  $\Omega/1$  W-os ellenálláson keresztül kisüti a földhöz képest pozitív polaritású szűrőkondenzátorokat. Ha ez nem így történne, akkor a kikapcsolás alkalmával a beállított feszültség szint egy rövid időre jelentősen megnövekedne a negatív ági (állandóan terhelt) feszültség (-200 V) gyors megszűnése következtében.

Mind a negatív, mind a pozitív feszültség szűrőkondenzátorait egy-egy

100 k $\Omega/2$  W-os ellenállás terheli, hogy kikapcsolás után (vagy a hálózati csatlakozódugó kihúzása után) néhány másodperccel a feszültségek az életvédelmi határ alá csökkenjenek. Így elkerülhetők a véletlen áramütések a készülék kidobozolt állapota esetén. Mind a pozitív, mind a negatív feszültség szűrőkörében fojtótekercset alkalmaztunk a lehető minimális feszültségvesztés érdekében (egy ellenállásos szűrészhez képest). A tápegység áramköréhez rajzoltuk a negatív feszültségek stabilizátor-egységét, amely egy ködfénylámpás (gáztöltésű) csőből és 4 db ZY12 jelű Z-diódából áll. A 150C2 típusjelű stabilizátorcső szolgáltatja a -150 V-os referenciafeszültséget, míg az ezzel sorba kapcsolt 4 db Z-dióda ehhez kb. -50 V-ot ad hozzá. Így rendelkezésünkre áll egy -200 V szintű, stabilizált negatív feszültség is. A stabilizálatlan -220 V-os egyenfeszültségre – esetleg nagyobb áramterheléssel is – szükség lehet kísérletezés közben, ezért azt az előlapi „DS-csatlakozóra” is kiveztettük.

A 11 cm<sup>2</sup> vasmagkeresztmetszetű transzformátor és az M42-es vasmagokra csévelt fojtótekercsek adatai az alábbiak:

Tekercs	Menetszám	Huzal
230 V	850	Ø0,35 CuZ
180 V	715	Ø0,15 CuZ
260 V	1030	Ø0,18 CuZ
6,3 V	26	Ø1 CuZ
6,3 V	26	Ø0,5 CuZ
Fojtótekercs:	550	Ø0,18 CuZ

Az átteresztőcsövek közös fűtőtekercsét az  $U_A$  és  $U_{G2}$  kimeneti feszültségek átlagértékére kell hoznunk, hogy

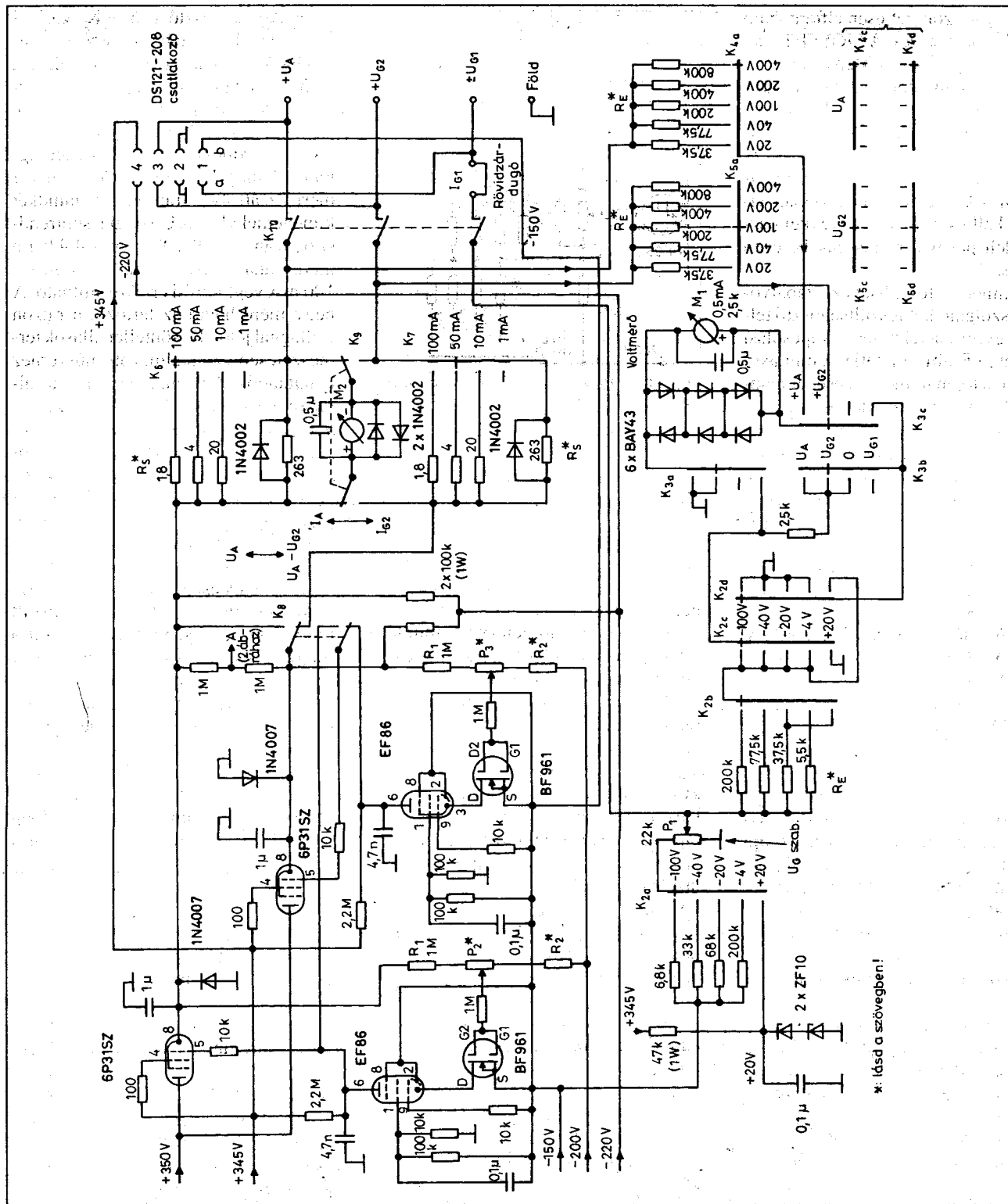
a csövek katód-fűtőszál közötti feszültség-terhelését a lehető minimálisra csökkentjük. Ezért a fűtőtekercs és így a fűtőszálak, egy 2 db 1 M $\Omega$ -os ellenállásból álló feszültségosztó közepére csatlakoznak. Az EF86-ok fűtőszála a -150 V-os referenciafeszültségre kötendő.

Az átteresztő stabilizátor- és műszer-áramköröket a 4. ábra szemlélteti. A két átteresztőcső anódja a legnagyobb pozitív feszültséget kapja az egyenirányító pufferkondenzátoráról (+350 V). Ezen csövek segédrácsai és az EF86-os csövek anódjai viszont már a szűrt +345 V-os feszültséget kapják. Az átteresztőcsövek katódján jelenik meg a stabilizált kimenőfeszültség. Ezen csövek segédrácsán és vezérlőrácsán lévő soros 100  $\Omega$ -os és 10 k $\Omega$ -os ellenállások a nagyfrekvenciás begerjedést vannak hivatva kiküszöbölni. Ugyanezt szolgálják az EF86-os anódja és a föld közé iktatott 4,7 nF-os kondenzátorok is. Az átteresztőcsövek vezérlőrácsát egy-egy EF86-os erősítőcső vezérli. A 2,2 M $\Omega$ -os munkaellenállás ezen a helyen meglehetősen nagyok tűnik, de mivel a szabályozó áramkörben van, az esetleges nemkívánatos rácsáramokat a fokozat automatikusan kiszabályozza.

Az EF86-os elektroncsövek katódja a -150 V-os referenciafeszültségre csatlakozik és így teljes anódfeszültségük 345 + 150 = 495 V. Ezt a feszültséget a csövek elviselik, mivel a maximálisan lérejehető anódam csupán 225 mA. Az EF86-ok segédrácsfeszültsége a katódhoz képest kb. +75 V, amit a két 100 k $\Omega$ -os ellenállásból alkotott feszültségosztó hoz létre.

A kapcsolás lényegét az EF86-os szabályzócsövek katódjában alkalmazott MOSFET-ek képezik, jelentős feszültségerősítés-növekményt hozva létre. Az egyetlen cső feszültségerősítése ugyanis nem lenne elegendő a szükséges stabilizációhoz. Az alkalmazott FET-ek a FET és a cső merekségének hányadosával azonos feszültségerősítést szolgáltatnak ebben a kapcsolásban,  $A_u = S_{U/S_{CS}}$ , amelynek értéke kb.  $A_u = 10$ -szeres. Ezzel az erősítés-növekménnyel a kimenőfeszültségek stabilitása, a jel/brumm viszony és a kimenetek belsőellenállása meglehetősen jó értékre hozható, mint azt a tápegység néhány adatából láthatjuk:

– Stabilitás a hálózattal szemben ( $U_{bc} = 5\%$ -nál): kb. 100-szoros



- Stabilitás a terheléssel szemben: 200 mV/50mA
  - Belső- (generátor) ellenállás: 4 Ω (a K<sub>6</sub> 100 mA-es állásában)
  - Brumm: kb. 1 mV<sub>pp</sub> (minden feszültségen) (I<sub>ki</sub> = 100 mA)
- Az U<sub>A</sub> és U<sub>G2</sub> pozitív kimeneti feszültségek az R<sub>1</sub>-P-R<sub>2</sub> feszültségosztó

potenciométer-tagjával szabályozható. Ez az osztólánc csak szimbolikusan van jelölve a 4. ábrán, mivel a választott 5 feszültséghatár más és más ellenálláselemeket igényel ezen a helyen és a rajtot kár lett volna elbonyolítani. A feszültségtartományok átkapcsolásakor ezen ellenállás-elemeket a

K<sub>4</sub> és K<sub>5</sub> kapcsolóval változtatni kell. Az EF86 erősítőcsövek földelt rácsú kapcsolásban dolgoznak és a -150 V-hoz mért katód feszültségük szolgál a BF961 MOSFET drain-oldali tápfeszültségül. Ez a feszültség ép csövek esetén nem lépi túl a kb. +6 V-ot, mert ezen feszültség felett a cső lezár. Ez a

4. ábra. A stabilizátor- és műszeráramkörök kapcsolási rajza

feszültség viszont teljesen elfogadható a tranzisztor számára. A MOSFET gate elektrodáit egy soros 1 M $\Omega$ -os ellenállás védi az osztó felől érkező túlfeszültségtől és túláramtól. A gate elektrodákkal párhuzamosan (a tokon belül) „beépített” védődiódák nem engedik a feszültséget a megengedett határ fölé növekedni. (A beépítésénél azonban vigyázni kell és csak a készülékkel összefüggő pákával forrasszuk be ezen alkatrészeket!)

A kimeneti feszültségek szabályozására szolgáló két feszültségosztó teljesen egyforma felépítésű, kapcsolási rajzukat az 5. ábra mutatja. A mintakészülék osztójának méretezésénél alapkövetelmény volt több dolog:

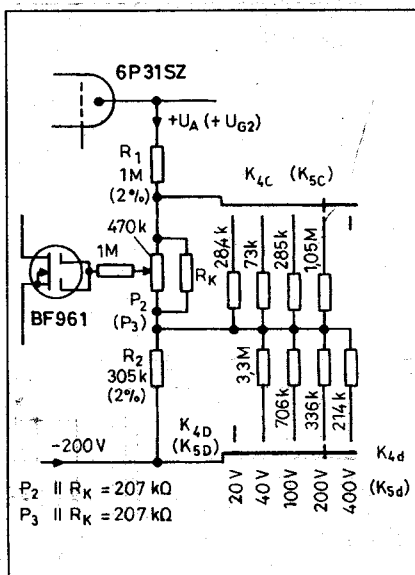
- Minden feszültségtartomány 0 V-tal kezdődjön a szabályozó potenciométer bal oldali szélső helyzetében.
- A meglévő feszültségmérő (alap)műszerem (M<sub>1</sub>; 0,5 mA/ 2,5 k $\Omega$ ) 4-es osztású skálájához illeszkedően a méréshatárok legyenek a következők:

0 ... 20 V; előfeszültségnél: 0 ... +20 V  
 0 ... 40 V; előfeszültségnél: 0 ... -4 V  
 0 ... 100 V; előfeszültségnél: 0 ... -20 V  
 0 ... 200 V; előfeszültségnél: 0 ... -40 V  
 0 ... 400 V; előfeszültségnél: 0 ... -100 V

Ezek a feszültségadatok egyben a műszer végkiterítési határait is mutatják, mert csak így lehet a beállított feszültséget könnyen leolvasni. A 400 V-ot a tápegység természetesen nem tudja szolgáltatni, mert a belső feszültsége csak maximálisan 350 V és az áteresztő csövön is létrejön egy 50 ... 100 V-os feszültségesés. Így a kimeneti feszültségek terheletlenül kb. 300 V-on, terhelve kb. 260 V-on „felkoppannak”, ennél jobban nem növelhetők.

- Az osztó meghatározásánál az is feltétel volt, hogy az R<sub>1</sub>-gyel jelölt felső ellenállás minden feszültség-határ esetében legyen kerek 1 M $\Omega$ .

Így a P potenciométer értékét és az alsó R<sub>2</sub> ellenállás értékét kell változtatni a feszültség-határok átkapcsolása során. A K<sub>4</sub>, illetve a K<sub>5</sub> ötállású kapcsolók egyik tárcsája (c és d áramkörök) kapcsolja az osztó ellenállásait. A P potenciométer számított értékének 207 k $\Omega$ -nak kell lennie ahhoz, hogy a feszültségtartományok felső értéke kb. 10%-kal lépje túl a névleges feszültség-határt (pl. 40 V helyett 44 V) a potenciométer jobboldali ütközésénél. Ugyanezen okból fontos, hogy az R<sub>2</sub>



5. ábra. Az U<sub>A</sub> és U<sub>G2</sub> feszültségosztójának kapcsolása

ellenállás értéke 305 k $\Omega$  legyen. A MOSFET-nek gyakorlatilag nincsen bemenő gate-árama.

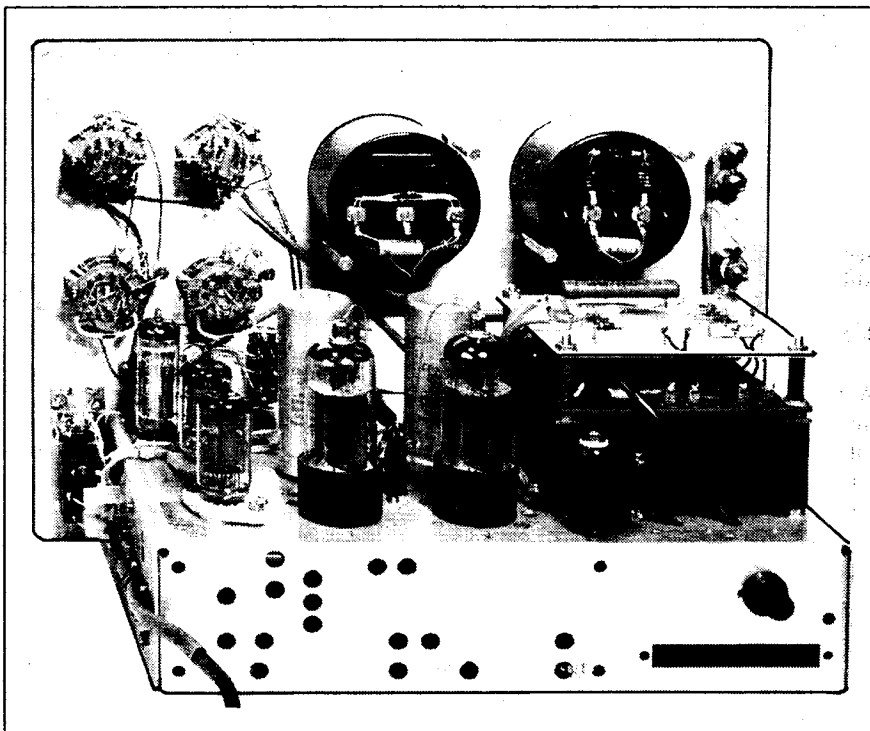
Ezért potenciométerként minden olyan potenciométer megfelel, amelynek eredeti ellenállása 207 k $\Omega$ -nál nagyobb, mert a szükséges érték egy páralel kapcsolatos ellenállással (R<sub>k</sub>) a kívánt értékre lesztölthető. Ezt egyedileg kell beállítani. A 305 k $\Omega$ -os R<sub>2</sub> ellenállás a 300 k $\Omega$ -osak közül válogatható. Ugyancsak válogatással kell kiválasztanunk azokat a nem kerek és nem a szabvány-sorba illeszkedő ellenállásokat is, amelyek a kapcsolóra csatlakoznak.

Mindkét áteresztőcső kimeneti pontját (katód) elő kell terhelni néhány mA-rel, mert ellenkező esetben nem tud a cső lezárni a 0 V kimeneti feszültség környezetében, terheletlen állapotban. Ezen előterhelésként szolgál a katódokra csatlakozó két 100 k $\Omega$ -os ellenállás, amely a -220 V-ról hozza létre az előterhelő áramot (kb. 2,4 ... 5 mA). Ez már elegendő ahhoz, hogy a 0 V kimenőfeszültség stabilan elérhető legyen. Az osztó pontosságától és a csövek szórásától függően ez a katódfeszültség a negatív tartományba is elmehetne, de ezt megakadályozza a katód és a föld között alkalmazott 1N4007 típusjelű, relatíve nagyáramú szilícium dióda. Így a kimeneteken legfeljebb -0,7 V mérhető a potenciométerek bal-szélső állásában.

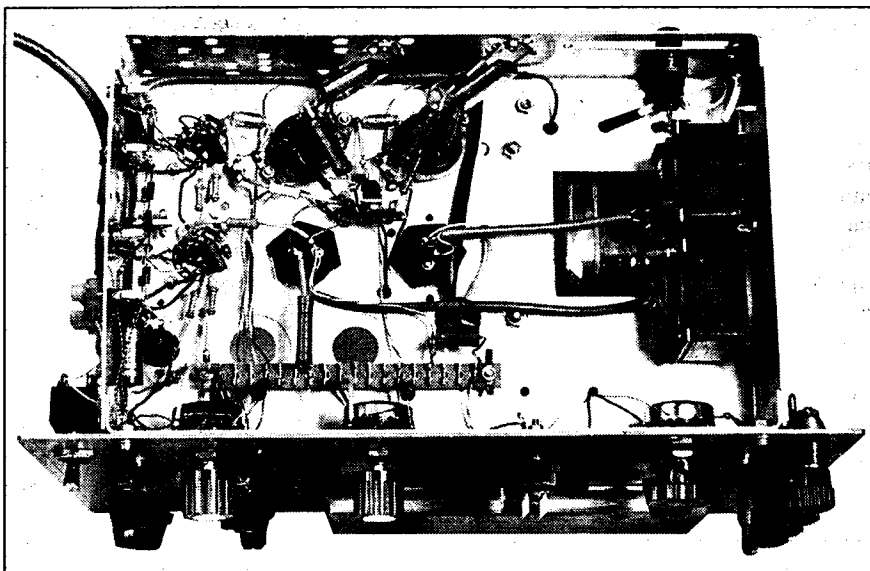
Van eset, amikor nincs szükség kétféle kimenő pozitív feszültségre. Ilyen-

kor a két áteresztő cső a K<sub>8</sub> előlapi tolokapszóval párhuzamosan kapcsolható és így a csövek hőterhelése a felére csökken, azonos kimeneti áram esetén. A kapcsoló felső állásában csak az U<sub>A</sub> kimenet él, az U<sub>G2</sub>-n nincs feszültség. Mindkét pozitív kimeneti ágban átkapcsolhatóan, az M<sub>2</sub> műszer méri az átfolyó áramot. Így mindkét kimenetnek (U<sub>A</sub> és U<sub>G2</sub>) saját söntrendszerre van és a K<sub>6</sub>, K<sub>7</sub> kapcsolókkal a méréshatár 1 mA – 10 mA – 50 mA – 100 mA végkiterítési értékre állítható. A négy méréshatárhoz tartozó, a rajzon csillaggal jelölt R<sub>S</sub> söntellenállások természetesen az alkalmazott műszerhez igazítandók. A megadott értékek az általam beépített M<sub>2</sub>, 0,5 mA/263  $\Omega$  lengőtekercsű műszerre vonatkoznak. Az 1N4002 szilíciumdiódák a külső rövidzár ellen védik a söntöket és a műszer. Az M<sub>2</sub> műszer a K<sub>9</sub> előlapi tolokapszóval vagy az U<sub>A</sub>, vagy az U<sub>G2</sub> kimeneti söntrendszerre kapcsolható.

Tápegységünk a csöves (és FET-es) kísérletek esetén szükséges negatív előfeszültséget a -150 V-os stabilizált referencifeszültségből nyeri, azzal a megkötéssel, hogy ez a pont legfeljebb néhány mA-rel terhelhető (I<sub>max</sub> = 5 mA). A P<sub>1</sub> jelű, 22 k $\Omega$ -os potenciométer szolgál a kimeneti előfeszültség (U<sub>G1</sub>) szabályozására. Az előfeszültséget is mérő voltmérő (M<sub>1</sub>) méréshatárának átkapcsolásával a kimenő előfeszültség szintje is illeszkedően változik, amennyiben a potenciométerrel a műszer éppen bekapcsolt végkiterítési méréshatáránál legfeljebb 10 – 15%-kal lehet magasabb a kimenő előfeszültség szintje. A +20 V-os előfeszültséget a 2 db sorba kapcsolt ZF10 Z-diódáról vesszük le, a K<sub>2</sub> kapcsoló bal-szélső állásában. A K<sub>2</sub> kapcsoló a K<sub>4</sub> és K<sub>5</sub>-höz hasonlóan szintén kéttárcsás és tárcsánként két áramkörrel rendelkezik. A K<sub>2b</sub> érintkezőre csatlakozó ellenállások (R<sub>E</sub>) a mindenkori műszerhez igazítandók. A K<sub>2c</sub> és K<sub>2d</sub> kapcsoló-érintkezők a műszer polaritását fordítják meg a negatív, illetve a pozitív előfeszültség mérés-váltásakor. A négyállású K<sub>3</sub> kapcsolóval lehet kiválasztani azt, hogy a voltmérő melyik kimenetre kapcsolódjék. A második állásban a műszer kikapcsolódik, mert ellenkező esetben a pozitív és negatív feszültségek összekapcsolódnának a kapcsoló-csúszóérintkezőjén keresztül. A K<sub>3b</sub> érintkezősor feladata az, hogy ha a műszer nem az előfeszültséget méri, vagy éppen ki van kapcsolva (2. állás),



6. ábra. A készülék belső felépítése a sasszi felett



7. ábra. Az alkatrészek elhelyezése a sasszi alatt

a  $P_1$  potenciométer kimenetét mindig ugyanaz az értékű ellenállás terhelje. Ezért a voltmérő „távolléte” esetén a műszer helyett egy vele azonos ellenállás ( $2,5 \text{ k}\Omega$ ) csatlakozik a műszer helyére. Ellenkező esetben a beállított előfeszültség ( $U_{G1}$ ) kis mértékben megváltozna a műszer „elvtelkor”.

Az  $M_1$  műszerrel párhuzamosan kapcsolt 6 db antiparalel kapcsolású

dióda a műszert védi az esetleges túlterhelésektől.

A kimeneti kapcsok felől érkező nemkívánatos nagy jelszinteket ez a diódacsoport rövidre zárja. A műszer relatíve nagy belsőellenállása miatt volt szükség a szokásos két dióda helyett 6 db-ra. Mindkét műszeren a páralel  $0,5 \mu\text{F}$ -os kondenzátor a nagyfrekvenciás zavaró jeleket tartja távol

(pl. adó-áramkörökkel való kísérletezés).

A kimenőfeszültségek a 4 db műszerszorítón, valamint egy DS-121-208 típusú késes csatlakozóhüvelyen jelennek meg. Ezen utóbbira kiveztük a stabilizálatlan pozitív és negatív maximális értékű feszültségeket, illetve a  $-150 \text{ V}$ -os referencifeszültséget is. Ezek a feszültségek a  $K_{10}$  kapcsolóval nem kapcsolhatók ki. A késes csatlakozó akkor tesz jó szolgálatot, ha olyan készüléket akarunk a tápegységhez csatlakoztatni, amelynek egyidejűleg több feszültségre van szüksége. Ezek a vezetékek egy mozdulattal csatlakoztathatók a tápegységhez, vagy bonthatók onnan. A stabilizált és szabályozható feszültségek a  $K_{10}$  előlapi kapcsolóval leválaszthatók a kimeneti pontokról. Így vizsgálatok közben felesleges a teljes készüléket lekapcsolni a hálózatról, ami azzal a hátránnyal járna, hogy bekapcsoláskor mindig meg kellene várni a csövek fel-fűtését.

Az  $U_{G1}$  előfeszültség vezetékében egy rövidzár-dugót helyeztünk el, hogy annak két banánhüvelyébe csatlakoztatott külső műszerrel ennek az ágnak az árama is mérhető legyen (pl. csövek vezérlőrács árama).

A hagyományos szerelésű készülék elemeit egy  $265 \times 165 \text{ mm}$  felületű vízszintes alumínium sasszi (panel) fogja össze, amelynek magassága  $60 \text{ mm}$ . A tápegység belső felépítését a 6. ábra fényképe mutatja. A sasszi alatti szerelésről a 7. ábra ad tájékoztatást.



## TÁVIRÁNYÍTÓK az importortól



**(TV, VCR, SAT, UNIVERZÁLIS)  
több száz féle típusú  
készülékhez**

**Képcsőregeneráló műszerek**  
Használt sarkított, TXI-s színes tévék, szerelőknék  
Használt képcsövek  
Utánvetés csomagküldés  
Vízonteladóknek jelentős árkedvezmények

**Telesender Kkt. Tel./fax: 78/312-571**

# Vakondriasztó

Németh Lajos tanár

A vakondok a mesefilmek kedves állatfigurái, azonban a hasznosságuk elismerése mellett a kertészkedők örök bosszantói. Szorgalmas tevékenységüket kidőlt palánták sora, a szépen gondozott pázsit elcsúfítása, fiatal gyümölcsfák kipusztulása jellemzi.

A károk megakadályozására többféle módszer ismeretes, több-kevesebb sikerrel, melyek részint a kártevők adott területről való elűdözését, részint az elpusztításukat eredményezi. Néhány módszer: gázolajos, nitrohígítós vatta, rongy betömése a lyukba, a gazdaboltokban beszerezhető füstpatron használata, nyitott szájú sörösüveg behelyezése a talajba, amely sípoló hangot ad, ha fúj a szél. Időt igénylő megoldás a megfigyelés, majd ha a vakond túr, kapával történő kifordítása a talajból. Hallottam arról is, hogy a járatokba palackból pb-gázt vezetnek, amely a levegőnél nagyobb sűrűségű, így kitölti a járatokat, amelyben az állatok megfulladnak. Ennek az eljárásnak a veszélyességét – gondolom – nem kell ecsetelni! Ismeretes még a járatok vízzel történő elárasztása stb. Az emberi leleményességnek nincs határa! A törvények a vakondok elpusztítását a hasznosságuk miatt általában tiltják, irtásuk egyedül a házikertekben engedélyezett. „Humánusabb” eljárás, ha az irtásuk helyett az adott területről való elűdözésükről gondoskodunk. Ezt valósítja meg a leírásra kerülő vakondriasztó, mely a vakondok mellett

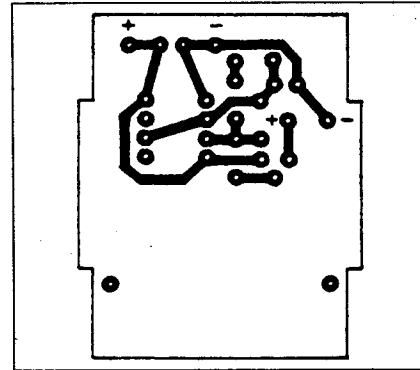
egyéb rágcsálók (mezei pocok, földikutya) elriasztására is alkalmas.

## A riasztó működése

A riasztó működési elve a sörösüveg-módszerhez hasonlítható, annak a szél-től függetlenül működő elektronikus változata. A bizonyos időközönként keltett 400 Hz körüli hanghatás a talajban terjedve a vakondokra zavarólag hat, így azok a riasztó környezetéből elmenekülnek. (A szomszéd kertjébe?)

A hangadó berendezés a beépített elektronikával ellátott miniatűr zümmer, melynek vezérlését egy aszimmetrikus jeleket előállító astabil multivibrátorral (AMV) oldhatjuk meg. Az elektronika kapcsolási rajza az 1. ábrán látható. A tápfeszültséget 4 db R20-as típusú, ún. góliátelelem szolgáltatja. Sorba kapcsolásukkal így 6 V-os feszültség áll rendelkezésünkre. Az AMV-t az 555-ös időzítő IC CMOS változatával (ICM 7555, GLC 555, HA 17555 stb.), és pár egyéb alkatrész felhasználásával valósítjuk meg. Használhatnánk a pár forinttal olcsóbb standard 555-ös IC-t is, azonban a CMOS változat tápárama közel 80-ad része a bipoláris változatnak, így ez a kivitel a hosszantartó működésre való tekintettel célunknak megfelelőbb.

Az AMV kapcsolása a megszokottól eltérő, a C időzítő kondenzátor töltését és kisütését is az IC kimenetéről oldjuk meg. Amikor az IC kimenete (3.



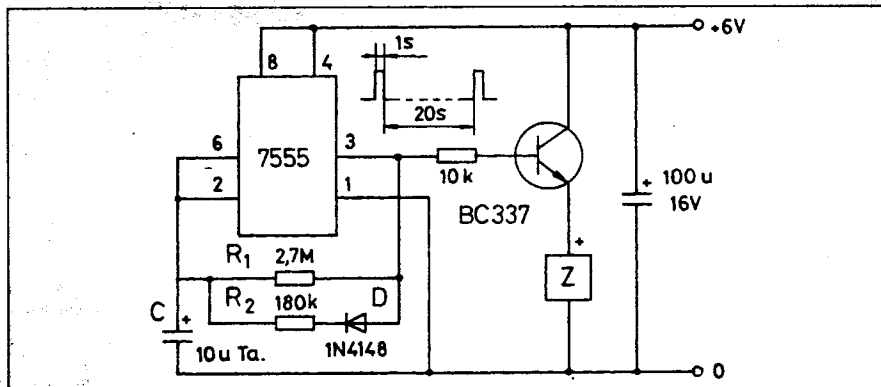
2. ábra. Az elektronika nyomtatási rajza

láb) magas szintű, akkor a C kondenzátor a D – R<sub>2</sub> úton feltöltődik, a billenési feszültség elérésekor a kimenet alacsony szintre vált, így a C kondenzátor az R<sub>1</sub> ellenálláson át kisül. Ekkor a kimenet ismét magas szintre billen, és így tovább, periodikusan.

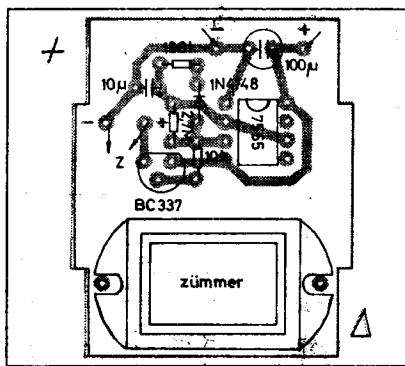
A be- és kikapcsolás időtartamát az időzítő alkatrészek megválasztásával a szükségesre beállíthatjuk. A bekapcsolás időtartamát, azaz míg az IC kimenete magas szintű, a D – R<sub>2</sub> – C alkatrészek, a kikapcsolás időtartamát, míg az IC kimenete alacsony szintű, a C – R<sub>1</sub> alkatrészek értéke befolyásolja. A kapcsolási rajzon feltüntetett értékekkel a bekapcsolás hosszúsága kb. 1 s, a kikapcsolásé kb. 20 s. Mivel a CMOS IC kimenete a katalógus alapján max. 10 mA-rel terhelhető, ezért a zümmer nem köthető közvetlen az IC kimenetére. Közbeiktatjuk a BC 337-es, kapcsolóüzemben működő tranzisztort. Ha az IC kimenete magas szintű, akkor a bázisa pozitív potenciálra kerül, vezetővé válik, rákapcsolja a tápfeszültséget a Z zümmer belső elektronikájára, így ez megszólal.

A felhasznált zümmer a CONRAD-nál beszerezhető, adatai: feszültség 4–9 V, hangnyomás 70–75 dB/1 m, frekvenciája 450 Hz, mérete 16 × 32 × 16, áramfelvétele kb. 15 mA. A zümmer piros színű vezetéke a pozitív, a fekete a negatív pontra kötendő.

A riasztókészülék áramfelvétele alaphelyzetben 0,04 mA, a hangadásnál 20 mA, így a telep több hónapig



1. ábra. Az elektronika kapcsolási rajza



3. ábra. Az alkatrészek elhelyezési rajza

biztosítja a működéshez szükséges energiát.

Az elektronika nyomtatási rajza a 2. ábrán, az alkatrészek elhelyezése a 3. ábrán látható.

### Mechanikai felépítés

Míg az elektronika elkészítése a keveszszámú alkatrész következtében nem jelent különösebb erőfeszítést, addig a „doboz” elkészítésére több időt kell fordítanunk.

A készülék háza két részből, egy külső és egy kivethető belső részből áll. A méreteket a 4. ábráról leolvashatjuk.

A belső rész a villanszerelésnél használatos, 37 mm külső átmérőjű, vastagfalú (2 mm-es) PVC csőből készült. Ebbe helyezzük el a 4 db góliát elemet és az elektronika paneljét. PVC-ből vagy más műanyagból esztergályozunk a csőbe szorosan illeszkedő 2 db 8 mm vastagságú korongot, amelyekhez majd az elemek támaszkodnak. A felső korong közepén lévő Ø8 × 3-as méretű részre az elemeket összenyomó rugót erősítjük. Ez a nyomórugó Ø1,2 mm-es acélhuzalból, kb. 15 mm hosszúságban készült, belső átmérője 8 mm-es. Az alsó korongon lévő Ø7 × 3-as részhez a szélső elem pozitív kivezetése támaszkodik. Erre egy szét-szedett góliát elem pozitív kivezetésének a fémlemezét erősítjük. Ehhez forrasztjuk hozzá az elektronika számára a pozitív vezetéket. A negatív vezetéket a rugótól, a betét külső felületén vezetjük az elektronikához. Az elkészített korongokat a rajz szerinti távolságban a csőbe helyezzük, ragasztással, és 3–3 db M2-es süllyesztett fejű csavarral a csőhöz erősítjük. A cső palástját a két korong között, valamint az elektro-

nika részén is a rajzon lévő beforgatott metszetnek megfelelően vályúszerűre kivágjuk. Az elektronika részénél alul is kimetsszük a palástot 15 mm szélességben, valamint itt mindkét oldalon egy-egy rést képezünk ki, melyekbe majd bepattintjuk az elektronika paneljét.

A külső burkolathoz elegendő lenne 40 mm belső átmérőjű műanyag cső is. Azonban ilyent nem tudtam beszerezni, ezért az 50-es külső átmérőjű PVC lefolyócsövet alkalmaztam. Ebben viszont a betét lötyög. Ennek elkerüléséhez elkészítünk 2 db 4 mm szélességű, a betét csővére szorosan illeszkedő, 45 mm külső átmérőjű gyűrűt műanyagból, melyet ragasztással rögzítünk a csőre a rajz szerinti helyen.

A külső burkolat alsó részének lezárásához műanyagból esztergályozunk egy szorosan illeszkedő kúpot a rajzon levő méreteknél megfelelően. Esetleg a belsejét kikönnyíthetjük a félmetszeti rajz alapján. Ezt a kúpot műgyantával beragasztjuk a csőbe. Ügyeljünk arra, hogy a lezárás vízmentes legyen! A cső felső részét is le kell zárunk egy műanyag dugóval. Ha az 50-es lefolyócsövet használjuk, akkor erre a célra megfelel a Trental 400 nevű gyógyszer dobozának a recés peremű záródugója. Ha ehhez nem tudunk hozzájutni, akkor sajnos marad az esztergályozás.

Esztetikailag szempontból a külső burkolatot lefújhatjuk zöld színű akrillakkal.

A működés szempontjából közbübs a doboz alakja. Ezért, ha nem tudjuk elvégezni vagy elvégeztetni a szük-

séges esztergályos munkát, akkor felhasználhatunk téglalakú műanyag dobozt is, melyben az elemek, az elektronika és a zümmer elfér, s melyet vízmentesen le tudunk zárni. Hátránya, hogy valahányszor elemet akarunk cserélni, a dobozt ki kell ásnia a földből, valamint a helyét is meg kell jelölnünk, hogy meg is találjuk.

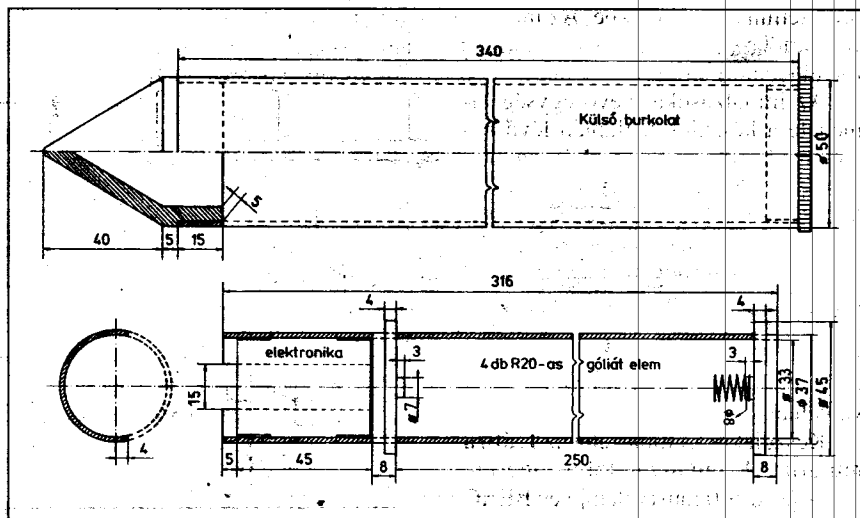
### A riasztó alkalmazása

Helyezzük a készüléket 30–35 cm mélységben a talajba, a járatok közelébe. Ha a leszúrása a talaj keménysége miatt nem lehetséges, akkor ássunk egy gödröt, helyezük bele a riasztót, a földet dörgöljük hozzá. Ha pázsitos területen alkalmazzuk, akkor olyan mélységig helyezzük el, hogy a fűnyíró elmenjen fölé az anélkül, hogy a készülék sérülést okozna.

A talaj szerkezetétől függően kb. 15 m-es sugarú területen fejti ki a hatását. A kötöttebb talajokban jobban terjednek a hanghullámok, mint a laza szerkezetűekben, így a riasztott terület több is és kevesebb is lehet. A hatás fokozása érdekében célszerű több készüléket elhelyezni úgy, hogy hatásterületük egymásba érjen. A kihelyezést követően a vakondok aktivitása először megnövekszik, zavarukban több helyen túrnak, mint előzően, még esetleg a készülék mellett is.

Kb. két-három hét elteltével – mivel az ingerlő hang elől nem lelnek menedéket – elhagyják a területet.

Időszakonként ellenőrizzük, hogy hallható-e a hang, mert lehet, hogy a készülék elemcserére szorul!



4. ábra. A riasztó házának vázlatos rajza

# Infravörös távvezérlők ellenőrző egysége

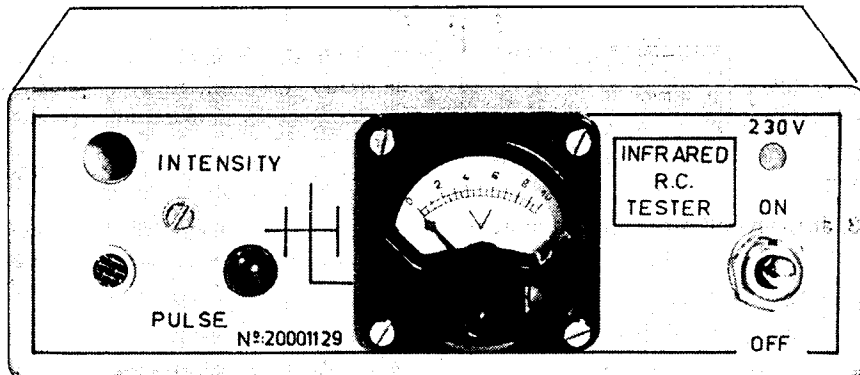
Dr. Hetényi László okl. villamosmérnök, HA5BK

A televízióval, videomagnókkal és szatellit berendezésekkel foglalkozók számára előnyös egy olyan készülék, amellyel ezek távvezérlő egységeinek működését ellenőrizni lehet. Hiba esetén ugyanis nem egyszerű megállapítani azt, hogy a hiba az anya-készülékben vagy esetleg a „Remote-Controll” egységben (RC) van-e. Mivel az infravörös fény emberi szemmel nem érzékelhető, ránézésre nem mondható meg, hogy esetleg az RC-nek kimerültek-e a telepei, vagy ha azok jók, akkor az bocscát-e ki IR sugarakat magából vagy esetleg, ha bocscát is, akkor az egyes nyomógombok működnek-e?

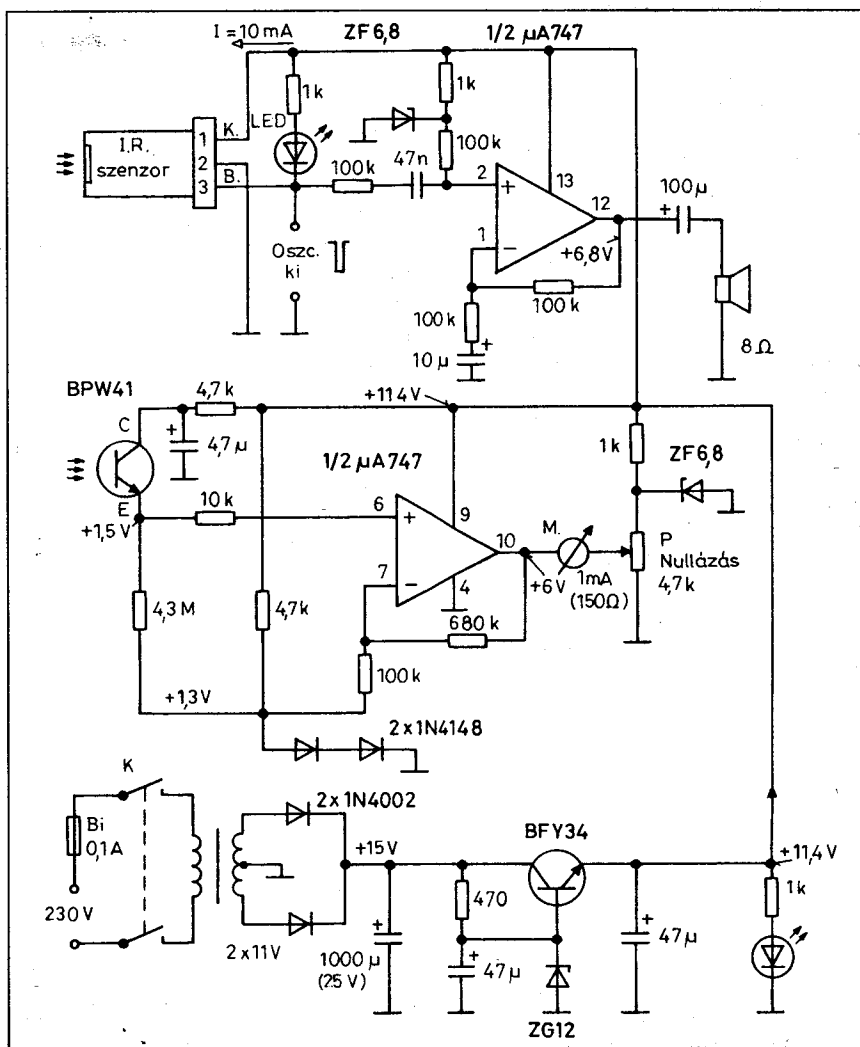
Jelen készülékünk egy egyszerű „RC Tester”, amely nem a pontos működési adatok megállapítását szolgálja (ahhoz túl egyszerű, hogy az RC processzorát is vizsgálja), hanem csupán a működés meglétének ellenőrzését teszi lehetővé. Az esetek nagy részében ez bőségesen elegendő. Készülékünkben egy gyári előállítású infravörös érzékelő egységet alkalmaztunk az impulzus-sorozatok vételéhez. Ez az áramköri egység bontásra ítélt, modernebb színestévé készülékekből építhető ki. Ennek az érzékelőnek a működése nonlineáris, az infravörös sugár intenzitására vonatkozóan nem tud felvilágosítással szolgálni. Azért, hogy az infravörös „vivő” erősségét is indikálni tudjuk, egy független IR-vevő tranzisztort is beépítettünk a készülékbe. Az intenzitás mértéke egy előlapi műszeren megfigyelhető.

Az impulzusokat vevő egység kimenete a készülék hátlapján lévő banánhüvely-párból egy oszcilloszkópra csatlakoztatható, az impulzusok tulajdonságainak ellenőrzésére. A kézi RC távvezérlő impulzusai egy óriás-LED-en az előlapon megjelennek és ez jól láthatóan mutatja a működés meglétét. Ugyanezt a célt szolgálja egy beépített kis hangszóró is, amelyen keresztül az ismétlődő impulzussorozatok hallhatóvá válnak.

Készülékünk előlínzetét az 1. ábra mutatja. A műanyagdoboz mérete 170 × 60 × 100 mm (valamilyen BEAG erősítőt tartalmazott valaha). A kapcsolási rajz a 2. ábrán látható. Ezen a



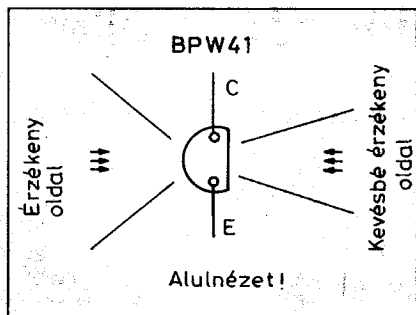
1. ábra. A készülék előlínzete



2. ábra. Az ellenőrző készülék kapcsolási rajza

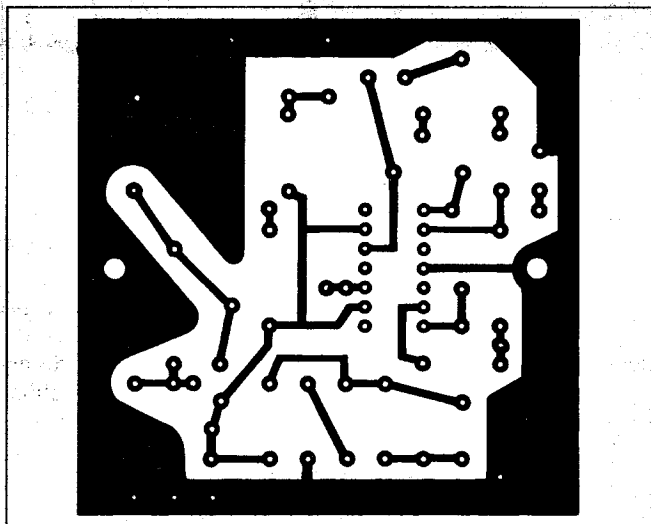


rajzon az impulzus-vevő egységet önálló dobozként ábrázoltuk, erre még visszatérünk. Az impulzus-vevő egységből a teljes tápfeszültségnek megfelelő amplitúdójú négyzetjel csomagok érkeznének, kb. 0,1 s ismétlődéssel, mindaddig, amíg a kézi kezelő egység valamelyik gombját nyomva tartjuk. Az impulzus-kimenet a piros színű óriás-LED-del (Ø10 mm) közvetlenül megterhelhető. Természetesen ezen a helyen bármilyen más méretű LED-et is alkalmazhatunk. Az impulzuskimenet egy 10 kΩ-os ellenálláson keresztül

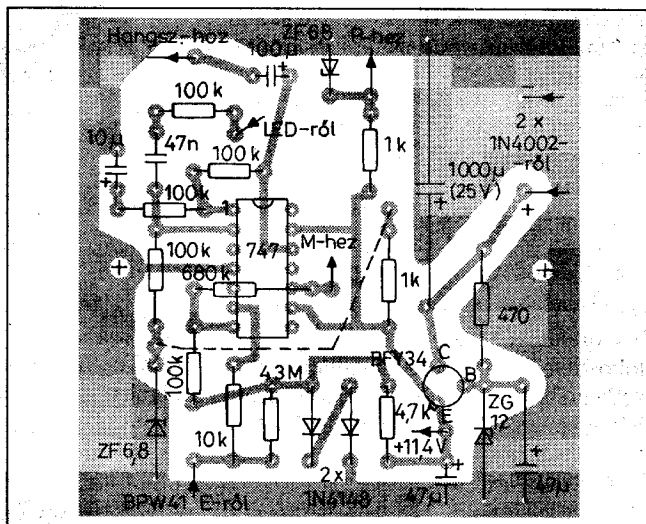


3. ábra. A BPW41 fototranszisztor bekötése

A kézi távvezérlők vizsgálata tulajdonképpen úgy történik, hogy megnyomva valamelyik gombot, megvilágítjuk vele készülékünk előlapját, miközben szemmel és füllel ellenőrizzük a működést. Ezt célszerű megtenni a távvezérlő minden egyes gombjának egymás után való megnyomásával. Mivel a gyári IR-vevő egység nagyon érzékeny és meglehetősen nagy kúpszögben vételképes, a vizsgálatot messziről (5...10 m) és oldalsó helyzetből is megkísérélhetjük. Még a falakról visszaverődő IR-sugár is rendszerint bőségesen



4. ábra. A nyák-lemez fóliarajzolata



5. ábra. A nyák-lemez beütetési rajza

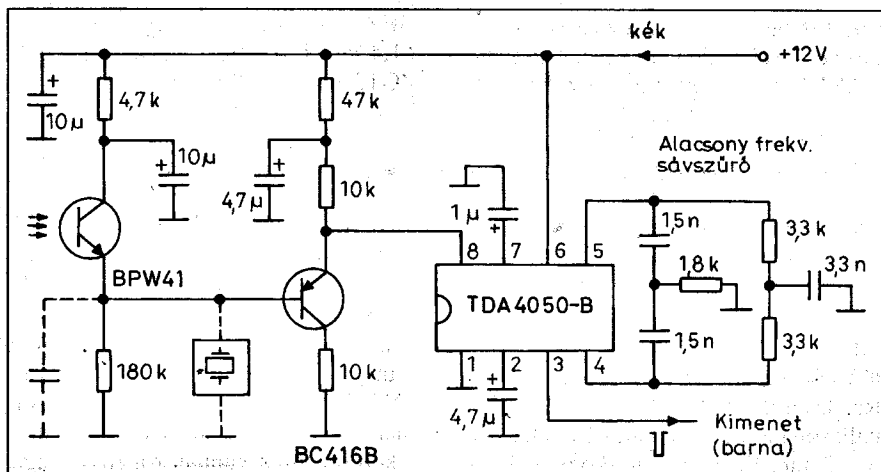
a  $\mu A747$  (SN72747) típusjelű kettős műveleti erősítő egyik egységét vezérli. Ez a műveleti erősítő kisteljesítményű végerősítőként szolgál a hangszóró meghajtására. A hangszóró relatív kis hangerejét szabályozni nem szükséges.

A fenti egységtől függetlenül működik az az áramköri rész, amely egy infra-vevő tranzisztorral veszi a kézi távvezérlő IR-sugarát. Az érzékelő tranzisztor emitterére csatlakozó 4,3 M $\Omega$ -os munkaellenálláson jelenik meg egy, a vett infravörös sugár intenzitásával közel arányos egyenfeszültség. Ezt az egyenfeszültséget erősíti fel (kb. 8-szorosan) a  $\mu A747$  másik műveleti erősítője, a műszer vezérléséhez. Az alkalmazott műszer egy 1 mA érzékenyséű Deprez-műszer (45 x 45 mm külméretű). Ezen műszer a készülék használatba vétele előtt a hátlapra szerelt 4,7 k $\Omega$ -os potenciométerrel (P) nullázandó, mert az IR tranzisztornak „sötétárama” is van, azaz akkor is van kb. 0,2 V feszültség a 4,3 M $\Omega$ -os ellen-

álláson, ha a tranzisztor nincs megvilágítva. Ez a sötétáram erősen hőmérsékletfüggő. Ennek kompenzálására kellett kivezetni a nullázó potenciométert. A műszer kitérése jó közelítéssel lineárisan követi az IR-sugár intenzitását.

elegendő a működés demonstrálásához. Persze kimerült telepű, vagy gyengébb távvezérlők esetén nem ez a helyzet.

Az IR vívőhullám intenzitásának vizsgálatokor bonyolultabb a helyzet.



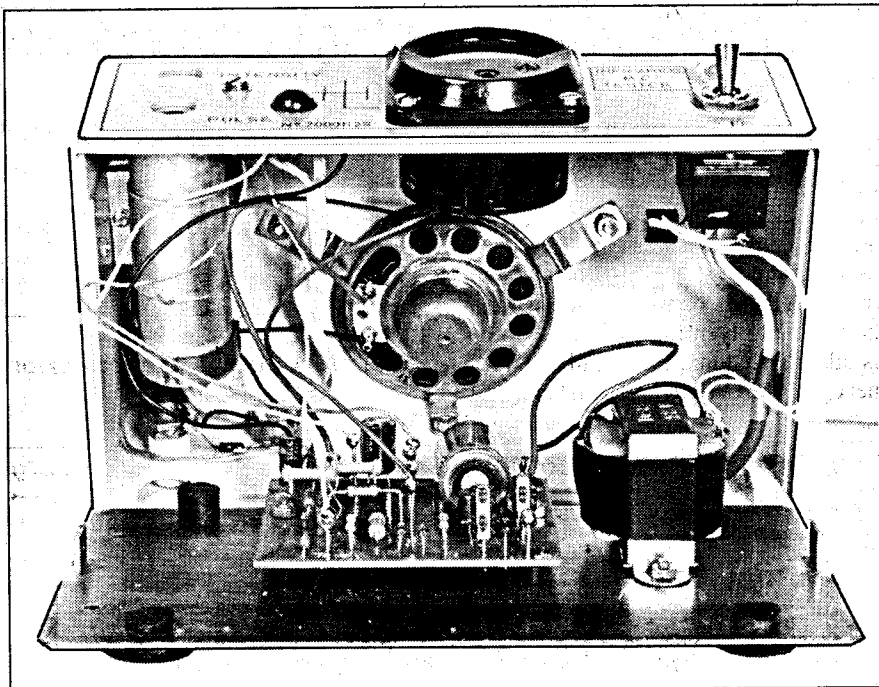
6. ábra. Egy gyári IR-szenzor kapcsolása

Ugyanis a IR-vevő tranzisztort meglehetősen árnyékolt helyen, a doboz előlapjától mintegy 15 mm-rel beljebb kellett elhelyeznünk, mivel ezek a tranzistorok a látható fényre is bizonyos mértékig érzékenyek és a nappali- vagy a lámpa-világítás zavarná a működést. A doboz előlapján egy Ø10 mm-es furat van és ezen furat mögött helyezkedik el a fototranzisztor. Ha vizsgálni akarjuk az IR-intenzitást, akkor ebbe a lyukba bele kell világítanunk a távvezérlővel, meglehetősen kis kúpszög alatt. A belevilágítás 10 cm és 3 m között volt alkalmazható úgy, hogy a műszer mutatója a 10-es osztású skála valamelyik jól leolvasható pontjára mutatott. A sugár intenzitására elsősorban az jellemző, hogy milyen messziről ad egy bizonyos kitérést a műszer. A jobb távvezérlők 2...3 méterről is jól működnek, a gyengébbeket közelebb kellett vinni készülékünkhöz.

Ezek a fototranzisztorok mind előlről, mind hátoldaltól érzékenyek az IR-sugárra, de a domború oldaluk felől kb. 3-szor nagyobb az érzékenyséjük, a tokozás henger-lencse kialakítása következtében. A domború oldal irányából egyben sokkal nagyobb vételi szöget is mutatnak, mint a lapos oldaluk felől (3. ábra).

Az IR tranzisztorok műanyag tokozása feketének látszik és ez azért van, hogy a zavarás csökkentésére a tokozás anyaga lehetőleg minél jobban elnyelje a látható fény sugarait. Nem meglepő módon, ez a lineáris bemenet nagyon érzékeny egy izzólámpás zseblámpa világítására, mert annak izzószála bőségesen termel IR sugarakat. Egy hálózati 100 W-os izzólámpa ennél kevésbé volt zavaró. Szinte alig zavarnak az „energiatakarékos” gáztöltésű világítótestek (ezek nem nevezhetők izzóknak) és egyáltalán nem veszi észre készülékünk az elemről táplált fehér-színű LED meglehetősen erős fényét. A fehér LED-ek sugara a látható fény spektrumán belüli diszkrét frekvenciájú komponenseket tartalmaz, IR összetevők nélkül.

Itt hívom fel a figyelmet arra, hogy egy 30–40 mA-rel működtetett Ø3 mm-es „fehér színű LED” közel olyan jól világít, mint egy 200 mA-t fogyasztó zseblámpa a 4,5 V-os laposelemről. Rádásul ilyenkor a 27 Ω-os védőellenálláson keresztül táplált LED-en csak 3,6 V van. Ez azt jelenti, hogy az izzó kb. 900 mW-jával szemben a LED az ellenállással együtt is csak kb. 160



7. ábra. A távvezérlő ellenőrző készülék belső felépítése

mW-ot fogyaszt a telepből, ami legalább 6-szoros elem-élettartamot jelent (folyamatos használat esetén), közel egyforma fénykibocsátás mellett. Ezen kívül még az az előny is van, hogy a LED-hez felesleges parabolatükröt alkalmaznunk, mert annak víztiszta műanyag tokozása optikai lencsét képez és a zseblámpákhoz hasonlóan 20...30 fokos a sugárnyaláb szélessége.

Készülékünket 11,4 V stabilizált feszültség működteti, amit a beépített tápegység állít elő. A hálózati transzformátor egy táskarádió tartozéka volt, 2 × 11 V-os szekunder feszültséggel. A kétoldalas egyenirányító töltőkondenzátorán a feszültség kb. 15 V, amiből a BFY34-es áteresztőtranzisztor stabil 11,4 V-ot hoz létre. Ezt a feszültséget a ZG12 Z-dióda állítja be. Az előlapi bekapcsoltság-jelző egy sárga LED. A 100 mA-es biztosító „egyszer használatos” és beforrasztható.

A tápegység és az egyéb aktív áramkörök egyetlen nyomtatott áramköri lemezen foglalnak helyet, amelynek mérete 65 × 65 mm. Az egyoldalt folírozott nyák-lemez fóliarajzolata a 4. ábrán látható, beültetését az 5. ábra mutatja. Az egyenirányító diódák (2 db 1N4002)-nem szerepelnek a nyák-on, mert azok a transzformátor szekunder tekercsei felett vannak rögzítve szigetelőszalagos bandázsolással (gyári megoldás!).

Szólnunk kell a gyári infravörös érzékelő egységről. Az általam alkalmazott darab egy hajdanvolt ORION tévéből lett kiszerveelve. Az Ø22 × 65 mm méretű árnyékoló hengerbe épített egység valamilyen szabványos egységnek látszik, mert több készüléktípusban, illetve gyártmányban is előfordul. Az általam használt darabnak a kapcsolási rajza a 6. ábrán látható. Az IC a maga nagy meredekségével erősen túlvezérelve négyesgösesíti a beérkező gyenge jeleket és mindig egyforma impulzusokat ad a kimeneti pontján. A tápfeszültségre nem túlzottan érzékeny, 9 V és 15 V között egyformán jól működik. Találkoztam már olyan egységekkel is, amelyekben csak tranzisztorok voltak, azok viszont hibrid szereléssel kerámia lapon. Érzékenyséjük ugyanolyan volt mint az itt bemutatotté. Ilyen érzékelők belső felépítését szemlélteti a 7. ábra. A távvezérlő infravörös sugara 455 kHz-es négyesgöggel van modulálva, amely négyesgögjelet egy lényegesen kisebb frekvenciájú jelcsomag megszagat. Ezen jelcsomagok, „burst”-ök tartalmazzák azt az információt, amit a kézi távvezérlő útján a tévékészülékkel közölni akarunk (pl. 16. csatorna, hangerő fel/le stb.). A parancs-burst-ök kb. 0,1 s időtartammal folyamatosan ismétlődnek mindaddig, míg az illető gombot lenyomva tartjuk (burst = sorozat; ejtsd: borszt).

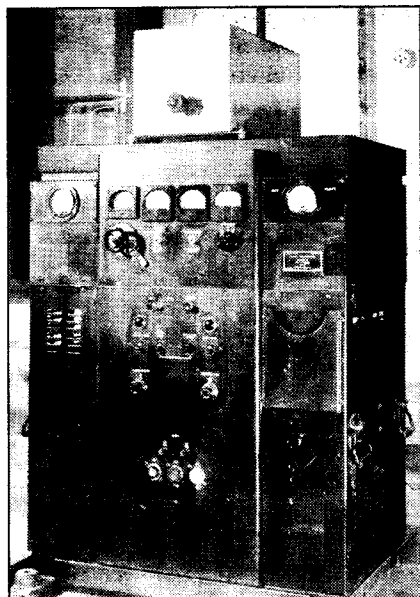
# Rádiózavarás Magyarországon (1950–1979)

Balás B. Dénes távközlési technikus

*Volt a magyar rádiózásnak egy mindmáig agyonhallgatott, sokak által még mindig titkosnak vélt tevékenysége, melyet a világ kétpólusúvá válása, a kelet-nyugat közötti politikai és társadalmi ellentétek szültek s amely a nyugat műsorszórásának több évtizedes zavarását eredményezte. Ennek a rádiózavarásnak létrejöttéről és magyarországi műszaki berendezéseiről kívánom közreadni az általam összegyűjtött információkat. A kép nem teljes körű, a katonai zavaróadók tevékenységéről jelenleg semmi információ nem áll rendelkezésemre.*

## A kezdetek

A rádiózavarást nem kellett feltalálni, vele született a rádiózással. Már az első szikratávírók kapcsolatoknál problémaként jelentkezett, hogy a közel telepített berendezések zavarták egymást. Rendszeresen előfordult, hogy a távírásoknak várakozniuk kellett arra, hogy egy őket zavaró másik állomás befejezze a forgalmazását. Az 1903-as berlini rádiókonferencia résztvevői már felvetették a gondolatot, hogy – a zavarások elkerülése végett – minden állomás egy saját hullámhosszon dolgozzon.



BC 610 adó

A szándékos zavarásokról az első feljegyzések az 1905-ös orosz–japán háborúból származnak; az orosz hajók távírásai zavarták a japánok forgalmazását.

Az I. világháború alatt a Német Birodalmi Posta egy 5 kW-os adóval próbálta zavarni Párizs és Szentpétervár rádióforgalmát. Ugyancsak Németországból zavarták a harmincas évek elején a Radio Kommintern Moszkvából sugárzott adásait. A Szovjetunió 1931-ben a királyi Románia rádióadásait zavarta, Ausztria pedig 1934-ben Bécsben működtetett egy zavaróadót a hitleri Németország adásai ellen.

Az 1936. szeptember 17-én Genfben tartott „Béke” rádiókonferencián, melyen egyébként 37 állam vett részt, felvetették a kérdést: indokolt esetben zavarhatja-e egyik állam a másik adásait? Élénk vita alakult ki, de megegyezés nem született...

A hamarosan bekövetkezett II. világháborúban a rádiózavarás általánosan használt eszköz lett mind katonai vonatkozásban, mind a polgári műsorszórók elhallgattatásában. Hogy a katonai alkalmazásra néhány konkrét példát említsek: az angliai csata idején, a RAF (Royal Air Force) rádiószolgálat felderítette és sikeresen zavarta a németek „Knickbein” (vagy Knickebein) fedőnevű rádióirányító rendszerét, amely az éjszakai bombázó-kötelékeket vezette Anglia fölé. Ez a Telefunken cég által – a Lorenz-féle vakeszállító berendezésből, annak vevőkészülékeivel – kifejlesztett, (30–31,5 MHz-en dolgozó) rendszer volt és az angolok eleinte kórházakból összeszedett diatermiás készülékekkel zavarták. Később, 1940 szeptemberére már külön erre a célra kifejlesztett, ASPIRIN nevű zavarókészülékeket használtak. Ugyancsak erre a célra alkalmazták a MEACON adókat, melyeket alkalmanként hangoltak rá a németek 80 repülőteri adóból álló irányító rendszerének felderített frekvenciáira. A MEACON-ok nem zavaró, hanem félrevezető Knickbein-jeleket sugároztak.

A Knickbein célra vezető rendszer két sugárnyalábot alkalmazott oly módon, hogy a sugárnyalábok a cél felett

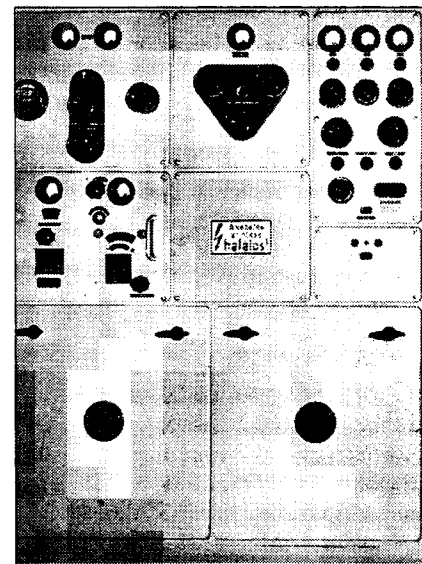
keresztelték egymást. Az egyik sugárnyaláb morzeponctokat, a másik vonalakat tartalmazott. A német pilóták a Lorenz-vevőn érzékelték a két nyaláb felcserélődését és ekkor kioldották a bombáikat.

Az angolok MEACON adóinak segítségével az egyik sugárnyaláb erősebben volt hallható a Lorenz-készülékeken, mint a másik, így a pilóták elkannyarodtak a géppel és a céltől mintegy 25...30 km-re dobták le a bombákat.

1940 végére a Knickbein csődje miatt a németek tökéletesítették a rávezető rendszert és az angoloknak most egy másik, 70 MHz körül dolgozó, „WOTAN – I” fedőnevű rendszert kellett hatástalanítani. Ez jóval bonyolultabb feladat volt, mivel egyidejűleg 5 frekvenciát kellett zavarni.

A zavarás hatásosságáról csak annyit, hogy a működő zavarás ellenére a német bombázók földig rombolták Coventry belvárosát és hetekre megbénították a külvárosi ipartelepeit. Egyes források szerint Dublint éppen a rádiózavarás miatt érte bombatámadás. Az eredetileg más város ellen küldött német gépek a zavarás hatására navigáltak Dublin fölé.

Az általánosan elterjedő felderítőlokátorok hatástalanítására a hadviselő



R-50 adó

felek mindkét oldalán zavaró berendezéseket kezdtek beépíteni a repülőgépeikbe. Magyarországon 1944-ben, a Dunai Repülőgépgyárban gyártott Messerschmidt 210 E típusú éjszakai vadászgépekbe a Standard gyár által készített célkereső- és zavaró-lokátorokat építették be.

A II. világháború alatt a BBC és Moszkva adásait a németek kezdték el zavarni, majd válságként (?) a szovjetek zavarták a német adókat. Magyarországon észrevehető volt a német „Donau Sender” magyar nyelvű adásainak zavarása.

A német példát (állítólag már 1941-ben) hazánk is követte. A Tanulmányok a Magyar Rádió történetéből című könyv 335. oldalán *Szabó Miklós* ezt írja: „1941-től kezdve a Posta – más szervekkel karöltve – elkezdte a külföldi ellenséges adók zavarását.” (Erről azonban semmi konkrét adatot vagy visszaemlékezést nem sikerült találnunk.)

Az „Amerika Hangja” rádióállomást 1941-ben alapították és 1942-től sugárzott műsorokat, 1942. augusztus 3-tól magyar nyelven is. Az első hazai rádiózavarás, amelyről tudomásunk van, ehhez az adáshoz kapcsolódik. 1944 nyarán a középhullámon Szalonikiból sugárzott műsor vételét Lakihegyről igyekeztek megakadályozni egy kisteljesítményű adóval.

A lakihegyi középső gépteremben volt elhelyezve az a 750 wattos Telefunken adó, amit Kolozsvárról hoztak vissza és eredetileg, 1927–28-ban, még Csepelen szolgált a Budapest I. adójaként (akkor 3 kW-os adónak hívták). A svábhegyi telefonközpont épületébe telepített egykori csepeli 2 kW-os Telefunken adót ugyancsak használták ilyen célra.

Nem tudjuk, hogy mennyire volt hatásos ez a középhullámú zavarás. A háború után a könyvekben, emlékirataikban többen említették, hogy általában Londont vagy Moszkvát hallgatták –, de elsősorban rövidhullámon.

## „Hidegháború” – rádió is

A II. világháború befejezése után, az ún. hidegháború kialakulásával, a Magyarországra irányított magyar nyelvű adások egyre szaporodtak. Amerika Hangján kívül a Francia Rádió, a BBC, a Vatikán és Madrid sugároztak rendszeresen magyar híreket, sajtószemléket, kommentárokat. Később Róma és

az Izraeli Rádió is adott magyar nyelvű híreket.

1950. augusztus 4-én – a 49 méteres rövidhullámon – egy új, addig ismeretlen rádióállomás jelentkezett magyar nyelven; a Szabad Európa Rádió (SZER). Ekkor még csak napi két rövid időszakban 20.40 és 22.40 óraker jelentkezett egy, a görög vizeken úszó hajóról.

Ebben az időszakban (1948-tól) a Szovjetunió már zavarta Amerika Hangját és (1949-től) a BBC adásait. Valószínűleg szovjet biztatásra, 1949–50-ben Magyarország (is) előkészületeket tett a nyugati rádióadások zavarására.

Először a Belügyminisztérium foglalkozott a zavarótevékenység megszervezésével. Az első rövidhullámú zavaróállomást Budapesten hozták létre az OTI-torony legfelső, 15. emeletén. Az állomás építése még a kis cégek államosítása előtt, kb. 1949–50-ben történhetett, ugyanis az adókat a *Fulmen cég* szállította. (Erről a cégről annyit, hogy szakmabeli visszaemlékezők szerint a Dunai Repülőgépgyárból kilépett *Szende Béla* és az előzőleg a Posta Kísérleti Állomáson dolgozott *Csicsákta Antal* vezetésével alakult *Albertfalván*. A cég Fulmen Villamossági és Műszeripari Kft. néven mindössze 17 szakemberrel működött, elsősorban a BM és a honvédség igényeit kielégítve. Az általuk gyártott berendezésekben felhasználták a repülőgépgyárban visszamaradt német repülőrádiók alkatrészeit, illetve részegységeit.) A Fulmen adóknál SK-10 típusú, kb. 10 W-os repülőgép-fedélzeti rádióadók használtak oszcillátor és elválasztó fokozatként, ezeket FUGE-fejnek nevezték. Maga a végfokozat két OS 125/2000 típusú csővel, 200 W-ra növelte a FUGE-fej teljesítményét. Természetesen csak táviróüzemben. Mivel a FUGE-fej az 50...100 m közötti sávban dolgozott, a kívánt hullámhosszat (50–19 m között) úgy érték el, hogy a FUGE-fej után kétszereztek a frekvenciát. A FUGE-fejek egyetlen 300×300 mm-es, alumíniumöntvényből kialakított blokkot képeztek és az adók frontlapjáról ki-be szerelhetők, illetve kezelhetők voltak. A FUGE-fejek az adók elektromos rendszerére dugaszcsatlakozóval kapcsolódtak, ezeket nevezték (és később sokáig használatban voltak) FUGE-csatlakozónak. Az elkészült Fulmen adókat a BM rádiótechnikusai telepítették és az antennarendszert is ők

építették ki, meglehetősen provizórius módon, a torony oldalán felfüggesztett vékony szalagkábelből. Az első állomás 4 adóból állt, ezzel természetesen csak 4 frekvenciát volt képes egyidejűleg lefedni.

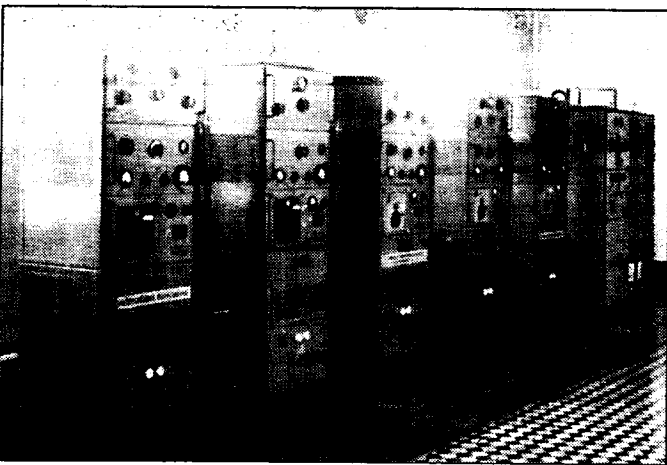
1951. október 6-án délelőtt 11 órakor ünnepélyes műsorral indították a Szabad Európa Rádió egésznapos magyar nyelvű adását, a Szabad Magyarország Hangját. Programját egyszerre 5 frekvencián, a 19, 25, 31, 41 és 49 méteres műsorszóró sávokban sugározta Nyugat-Németországból, a korábbihoz képest jelentősen megnövelt teljesítménnyel. A SZER rádióállomásai egyrészt a németországi Biblisben (ez Mannheim és Frankfurt közötti falu a Rajna partján, kb. 900 km-re a magyar határtól), másrészt a portugáliai Glóriában települtek, csak a stúdiói voltak Münchenben. 1951-ben még csak néhány adóval – Biblisből három 10 kW-ossal és egy 50 kW-ossal, Glóriából egy 50 kW-ossal – kezdtek dolgozni, ám 2 évvel később már 22 adóberendezéssel sugároztak.

Ezt a rádióállomást kifejezetten politikai propaganda céljára létesítették. Fenntartását az Egyesült Államokból élő magánzemélyek és az USA kormánya finanszírozta a CIA-n keresztül. Feladatául szabták a kelet-európai kommunista rendszerekben élők felvilágosítását, a kommunizmus terjedésének megállítását, a rendszer „fellazítását”. A SZER nemcsak híreket, kommentárokat sugárzott, hanem működésének első két évében a Fekete Hang című műsorában megnevezett és megfenyegetett párttitkárokat, tsz-vezetőket, politikusokat is.

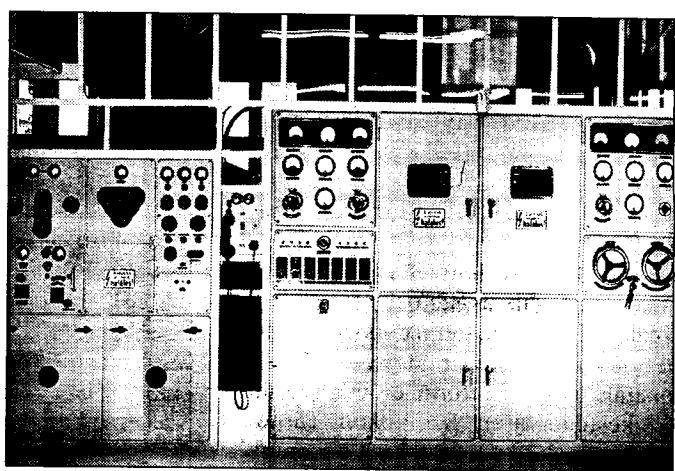
## A rádiózavaró hálózat kiépítése

A magyar politikai vezetés erőteljesen reagált a SZER beindulására: 1 évben belül jelentős teljesítményű országos rádiózavaró hálózatot hozott létre, elsősorban a postai rádióállomások keretein belül, azok bővítésével. Egy korabeli, Rákosi Mátyásnak szóló jelentésben beszámoltak arról, hogy 8 nagyobb, 15 kW-os és 20 kisebb, 1 kW-os adót telepítettek, középhullámon pedig a lakihegyi 50 kW-os adót veszik igénybe zavarásra.

Azzal, hogy a zavaróadókat a rendszer postai rádióállomásokra telepítették, egyrészt megoldották az adóberendezések szakszerű üzemeltetését, másrészt jelentős beruházási költséget ta-



Fulmen adók a pécsi rádióállomáson



15 kW-os Z-adó Székesfehérvárott

karítottak meg, hiszen nem kellett kiépíteni az infrastruktúrát. Valamennyire megoldódott ezzel az állomások rejése is, hiszen a laikus közönség nem feltételezte, hogy egy műsorszóró állomásról történik a zavarás. A közelben lakók előtt azonban ez nem volt és nem is lehetett titok; a minden rádióvételezést lehetetlenné tevő morgás, a zavaróhang, nyilvánvalóan a szomszédos antennákból jött. Ennek az intézkedésnek az lett az eredménye, hogy az emberek egy része, ha valahol antennát látott – alán a lakihegyi „szivar” kivételével –, ögtön úgy vélte, hogy ott zavaróadó működik. (Az '50-es években a MÁV-tól a Külügyminisztériumig, az OLP-től az Országos Meteorológiai Szolgálatig számos szervnek volt rövidhullámú hírközlő rendszere és hozzá tartozó antennája. Természetesen ezeknek semmi közük nem volt a zavaráshoz.)

A zavarás két módszerrel történt: helyi, kisteljesítményű, 0,2...1,0 kW-os adókkal, illetve térhullámokkal távolabbról, nagyobb – 15...100 kW teljesítményű – adóberendezésekkel. Térhullámokkal az ideális zavarás elvileg megköveteli, hogy a zavaróadó a rövidhullámú sávban töltsönán kívülről, minimum 80...100 km-re a vevőkészüléktől működjön. Ezért alakult ki később az a gyakorlat, hogy a nagyobb teljesítményű, pl. 15 kW-os magyar zavaróadók átsugáztak Szlovákiába vagy a Szovjetunióba, az ottaniak pedig magyar területre.

1952 elején az Alföld és a Dunántúl központi pontjában, a szolnoki és a székesfehérvári rádióállomásokon meglehetősen nagy teljesítményű RH zavaróállomásokot hoztak létre 4-4 db 15 kW-os adóval. Az adók felépítése egyforma

volt, szovjet gyártmányú VCSD egységek képezték az első fokozatot, ezek R-50 típusú, 1 kW-os, magyar gyártmányú katonai adókat hajtottak meg, amelyek egy-egy 15 kW-os BHG gyártmányú végfokozatot vezéreltek.

A VCSD egységek 1,5–6,0 MHz között hangolható, zajjal modulált rezgéseit az R-50 adó kétszerezte, így érték el a kívánt 5,0–15 MHz-es sávot. A zavaróhangot amplitudómodulációval vitték rá a vívőhullámra, de mellékesen kismértékű frekvenciamodulációt is alkalmaztak, hogy a lefedés szélesebb, biztosabb legyen. Az adóállomások azonosítására morzejeleket használtak. A zavarógenerátorokban volt egy óramű által hajtott körtárcsa, a peremén futó érintkezővel és ez a szerkezet percenként leadta az azonosító betűt. A vevő-irányító állomás ennek alapján azonosította, hogy tényleg az általa vezérelt adó és nem pl. egy lengyel adó zavar az adott frekvencián.

A 15 kW-os végfokozatoknak külön tápegységük volt, a nagyfeszültséget és ezzel a végfok teljesítményét 8–12 kV között lehetett szabályozni. A végfokozatok forszírozott léghűtéssel, az R-50-ek sugárzóhűtéssel rendelkeztek. Mindkét állomáson 4-4 rombusz-antennára dolgoztak a zavaróadók, melyek éles irányítást tettek lehetővé. (Fehérvárott váltakozva hol a rombusz-antennákra, hol ún. szögletantennákra kapcsolták az adókat.)

Székesfehérvárott abba a toldaléképületbe települt a zavaróberendezés, amelyet még 1932-ben építettek az akkor beszerzett RH-adók forgógépei részére, Szolnokon pedig az állomásépület pincéjébe. (Mindkét állomáson tréfásan, egyben kifejezően „Alvilágnak” nevezték ezeket az adótermeket.) Az

adásellenőrzést és a zavaróhang kiadását mindkét állomáson a helyi postahivatalban létesített (de a Bp. 118 Postahivatalhoz, mint fedőszervhez tartozó) vevőállomás végezte.

Ezeknek az állomásoknak a létesítésével egyidőben az OTI-torony adóállomását is átvette a Posta a BM-től, a kékruhás rendőröket postások váltották fel. Ennél fontosabb mozzanat volt, hogy az ottani Fulmen adók helyett 10 db R-50 típusú katonai adót helyeztek el és ezek teljesítményének megfelelő, szakszerűen elkészített függőleges sugárzókat szereltek a torony oldalára. Két Fulmen adó és egy 0,4 kW-os, Collins BC 610-es amerikai katonai adó képezte a tartalékot. Bár *Vörös Béla mérnök-alezredes* az 1995. évi RT Évkönyvben ismertette az R-50-et, pár mondatban ezen a helyen is megemlékeznék erről a berendezésről, mert lényeges szerepe volt a magyar zavaróhálózatban.

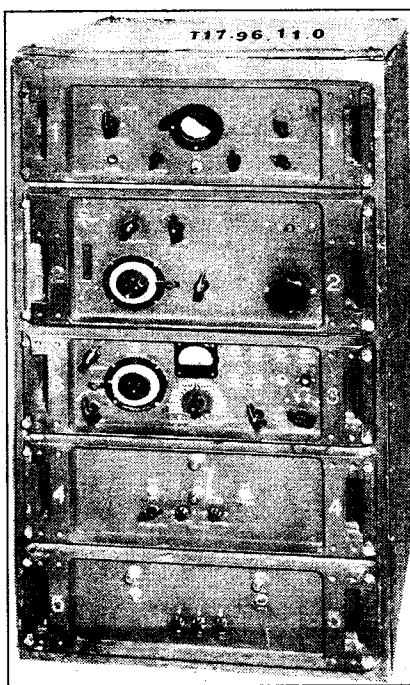
Az R-50 adót a Magyar Adócsőgyár gyártotta az 1950-es évek elején, kifejezetten katonai alkalmazásra, ún. „nehéz” (vagy „legnehezebb”) rádióállomás céljára. Távíróüzemben 1 kW, távbeszélőüzemben 250 W teljesítményt nyújtott, modulációs rendszere fékezőrács-moduláció volt. Az oszcillátor és a meghajtó fokozatok OS 51 csövekkel, a végfokozat 2 db, párhuzamosan kapcsolt 5S045T csővel épült. A tápegység higanygőz-egyenirányítókat tartalmazott (4Q025 és 5Q105), ezek meglehetősen nehézkesé tették az adó katonai alkalmazását. (Pl. menetben nem volt célszerű a helyükön hagyni a csöveket, mert a rázkódástól kitörtek az aljzatukból, telepítés után pedig legalább fél óra kellett ezeknek a csöveknek a felmelegítésé-

hez, a higany párolgásához...). Az adók zavarás céljára viszont beváltak, frekvenciastabilitásuk kellő bemelegítés után kielégítőnek bizonyult. Zavarás közben viszonylag ritkán kellett utánhangolást végezni. A 2,75–15 MHz-es rövidhullámú sávot három körzetben fogták át, gyakorlott kezelő egy-egy adót 1...1,5 perc alatt lehangolt.

Ugyancsak a Rákosi Mátyásnak szóló jelentésből tudjuk, hogy az országban 4 zavarásirányító központot hoztak létre –, információink szerint Székesfehérvárott, Szolnokon, Tárnonkon és Budapesten. A vevőközpontok egymással is kapcsolatot tartottak, ha kellett „átsegítettek” a másik központ területére. A tárnoki állomás pontosabb vevőkkel rendelkezett a többiekénél, ezért gyakran előfordult, hogy az „elmászott” adókat innen segítették visszahangolni az üzemi frekvenciára. A budapesti zavarásirányítási központot a Posta Petőfi Sándor-utcai igazgatósági épületében, a volt Klotild-palotában rendezték be. A zavarásirányító rendszer fedőneve Budapest 118. Postahivatal lett.

A vevőkészülékekről nem sokat tudtam meg: Tárnonkon 1955-ben 4 db Redifon R 50 típusú, nagystabilitású, érzékeny vevőkészüléket használtak, Budapesten viszont – a kisebb vevőkön kívül – egy, (az országban egyedüli) panorámavevő is volt. Használtak néhány „Szövetkezeti vevőt”, melyeket valószínűleg a Fulmen Kft. utódja, a Gép és Villamosipari Kiszövetkezet gyártott.

A zavaróhangot körzetenként egy-egy (szovjet gyártmányú), az irányítóknál elhelyezett speciális zajgenerátor szolgáltatta, A3 üzemmódban modulálva az adókat. A budapesti körzetben viszont az adóállomásokon volt a generátor. Az irányítást végző vevőterem közvetlen telefonkapcsolatban volt valamennyi adóval. A zavarási ciklus előtt pár perccel az irányító egy négyjegyű számmal közölte a kívánt frekvenciát, majd a lefedni kívánt állomás hangját a telefonvonalon kiadta az adókezelőnek, aki moduláció nélkül ráhangolta az adót a frekvenciára. A telefonban hallani lehetett a zavarandó műsort, a ráhangolást, a fűttmélypontot. A fűttmélypontra hangolás után Budapesten az adókezelő, vidéken az irányító rákapcsolta az adóra a modulációt (a zavaró hangot) és a következő frekvenciát kezdték hangolni. A zavaróadók hangolását a hírperiódus előtt



VCS D egység (Diósd, Rádió- és televíziómúzeum)

pár perccel kezdték meg, de gyakran előfordult, hogy valamilyen kisebb hiba miatt a zavarást csak a híradás 2–3. percében sikerült bekapcsolni. Vélhetően ennek ismeretében alakult ki a SZER hírműsoraiban az a szokás, hogy a hírblokk első percében a főbb híreket nagyon röviden elmondták.

Vidéken további zavaróállomásokat rendeztek be. Így Pécsen, a régi közvetítő-adóállomás terméből leválasztott helyen, 5 db Fulmen adót telepítettek zavarás céljára, miközben a fal túloldalán az új, a BHG gyártmányú 15 kW-os közvetítőadó a Petőfi-műsort relézte. Középhullámon a szolnoki adó kivételével (amelyik idegen nyelvű műsort sugárzott éjjel is), minden adóállomásnak a tartalék adók felhasználásával részt kellett vennie a zavarásban. 1957-ben Lakihegyen a 20 kW-os Petőfi adót, Balatonszabadin az éjszakai órákban, a Petőfi-műsor leállása után, a 135 kW-os nagyadót használták zavarásra. Az ország két végpontján, Nyíregyházán és Szombathelyen, ugyancsak az '50-es évek elején épült egy-egy 25 kW-os középhullámú közvetítőadó. A berendezéseket a BHG gyár szállította és átkapcsolókkal tették alkalmassá összesen 8 frekvencia kisu-gárzására. Mivel a Petőfi-műsort csak korlátozott időben, pl. 14–21 óráig kellett sugározniuk, a szabad idejükben a

középhullámon Szalonikiből jelentkező Amerika Hangját zavarták.

A frekvenciát váltó kapcsolókat színjelzéssel látták el és az adókezelőt nem is avatták bele abba, hogy milyen frekvencián zavar. A vevőterem egyszerűen utasította, hogy pirosra vagy zöldre hangoljon...

Ugyancsak az éjszakai műsoridő tette lehetővé a diósi RH-adók felhasználását zavarás céljára. Gyakorlatilag egyes nappali órákban nem volt más feladatuk, így mód nyílt az igénybevételükre. A 100 kW-os teljesítményük és az irányított antennarendszer lehetővé tette, hogy más országok részére, pl. Csehszlovákiába vagy a Szovjetunió területére zavarjanak. Csehszlovák területre sugárzott adásoknál a prágai vevőirányító központ vezényelte a diósi adókat.

A szabadság-hegyi telefonközpont épületében még a háború előtt létesült egy kis rádióállomás, eredetileg arra a célra, hogy vezetékzavadás esetén rádióvonalon billentyűzzék a székesfehérvári táviróadókat. A zavarás beindulásakor ide is új berendezés került, a Rádióműszaki Hivatal műhelye által házilag készített 2 kW-os RH-végfok, egy Collins BC 610-es amerikai katonai adóval meghajtva. Antennáknak nyelvesszoppra szerelt függőleges dipól szolgált, melyet a szabadság-hegyi fennsíknak a főváros felőli szélén állítottak fel, kb. 200 méterre az adótól. A 2 kW-os adó 1959 nyaráig működött a Szabadság-hegyen, akkor kicserélték, 3 kisteljesítményű adó került a helyére: egy átalakított R-50 a 13 m-es sávra hangolva, egy régi Telefunken 1 kW-os adó középhullámra és tartalékként egy BC 610-es RH-adó. (A Telefunken adó a szó szoros értelmében műemlék volt, még a háború előtt szerezte be a Posta és ez a példány vagy egy ugyanilyen működött a kolozsvári rádióállomáson az ottani repülőtér részére.) A 13 m-en dolgozó R-50 részére egy ostorantennát építettek az épület tetejére, középhullámra pedig még megvolt a háború után kihúzott egyszálas L-antenna. (Ezen indult a műsorszórás 1945. május 1-jén, a régi 2 kW-os Telefunken adóval.)

A SZER 1959-re újabb 5 adóberendezést állított üzembe, (ezzel berendezéseinek a száma 27-re növekedett) és megjelent a 13 és a 16 m-es műsorszóró sávokban. Ezekben a hullámhosszakon hazánkban addig még nem volt zavarás, igaz, a gyári vevőkészülékek álta-

lában nem tudták venni a 13 m-en dolgozó adókat. Budapesten 1959-től kezdve ezt a sávot is zavarták, azonban nem tudunk vidéki 13 m-es zavaróadókról.

A biblisi rádióállomás irányított antennarendszerét a SZER hullámterjedési ügyekkel megbízott főmérnöke, az Egyesült Államok egyik neves szakembere, *Stanley Leinwoll* tervezte és állította be. A kilőési szög állításával, térhullámokkal, mind Magyarország, mind Románia vagy Ukrajna területére célzott adásokat tudtak küldeni. Ez a módszer ma már általános, de abban az időben Közép-Európában újdonság volt.

Ebben az időszakban a SZER már olyan teljesítménnyel sugárzott, hogy az erőteljes zavarás ellenére is a célterület 85%-án venni lehetett az adásokat. A zavarások azonban így is jelentős kárt okoztak, ugyanis az RH-műsorszóró sávokban az alkalmazott kis-mértékű frekvenciamoduláció miatt sokkal több frekvenciát lefedtek, mint amennyi a SZER zavarásához szükséges lett volna. Tulajdonképpen lehetlenné tették a gyengébb, távoli RH-műsoradók vételét. 1958-ban az ENSZ is foglalkozott a rádiózavarások ügyével, persze minden eredmény nélkül. *Harrison*, az Egyesült Államok küldötte, az ENSZ közgyűlésén mondott beszédében a keleti zavarórendszert a világ legnagyobb rádiórendszerének nevezte, és a berendezések értékét megközelítőleg 200 millió dollárra, éves üzemköltségét pedig kb. 100 millióra becsülte.

### Tévé- és URH-zavarás? – OIRT-sávok!

1957-ben a meginduló budapesti (1 kW-os) tévéadó kísérleti adásainak vételét egyes helyeken a zavaróadók szinte lehetlenné tették. Az a furcsa helyzet állt elő, hogy a kísérleti műsorok idejére a budapesti rövidhullámú zavaróadókat le kellett állítani. A Z-adók frekvenciájának valamelyik harmonikusa pontosan a Budapesten használt 1-es tévécsatornát zavarta. A Posta Kísérleti Intézetben *dr. Magyarai Endre* kapta a feladatot, hogy egy harmonikusszűrőt tervezzen a Z-adókhoz. 1957 végére felszerelték a szűrőket és a tévé-kísérletek zavarása megszűnt. Ez az intézkedés azonban elindított egy új gondolatot...

1957 októberében az Osztrák Televízió emlékműsört szentelt az 56-os

magyar forradalomnak és ekkor levették az 1956-os budapesti eseményekről készült híradófilmeket. A nyugati megyékben, illetve Székesfehérvártól nyugatra elég sokan vették a bécsi tévé adását, annál is inkább, mert a magyar adást –, mely akkor még 1 kW teljesítménnyel csak Budapestre korlátozódott –, nem lehetett fogni. A politikai vezetés egy része az emlékműsorra reagálva 1958-ban felvetette a tévézavarás gondolatát, de szerencsére a józanabbak a zavaróhálózat létesítése helyett az MTV adóhálózatának kiépítésére szavaztak. A tévézavarás ügye így lekerült a napirendről –, csírájában elhalt...

Másképpen alakult azonban az URH-műsorszórás ügye. Ebben az időben a még kísérleti állapotban lévő URH-műsorszórót átállították egy ún. OIRT (kelet-európai) műsorszóró sávra, a vevőkészülék-gyárakat pedig kötelezték olyan készülékek gyártására, melyek már csak az OIRT-sávot vették. Ezzel gyakorlatilag megakadályozták, hogy a magyar közönség vehesse pl. az osztrák és jugoszláv rádiók URH-műsorait. Miközben az első magyar turisták, ha csoportosan is, de megjelenhettek Bécsben, a médiákra bocsátott „vasfüggöny” egyre hermetikusabban zárt...

### A zavarás végőrái

A '60-as évek elejére, bár minden „rendbenlévő”-nek látszott (a Szabad Európa adott, a zavaróadók zavartak), a magyar nyelvű adások zavarása mégis végőráit élte. 1956 után, elsősorban a magyar emigránsok részéről, vádasként érték a Szabad Európa Rádiót a forradalom előtti és alatti biztatásokért, olyan remények keltéséért, melyeket a nyugat nem tudott és nem is akart teljesíteni. A rádióállomás hallgatottsága 1957-től csökkent, közrejátszott ebben persze a Magyar Rádiónak és a honi politika szereplőinek a korábbtól valamivel őszintébb hangvétele. Németország és az USA kormánya felülvizsgálta a SZER szerepét az 1956. októberi magyarországi eseményekben és a SZER is önvizsgálatot tartott. Annyi bizonyos, hogy az adások hangneme ezután megváltozott.

Az enyhülés odáig vezetett, hogy Magyarországon 1964 tavaszán a zavarást leállították. Bár a berendezések még megmaradtak, a személyzetet más munkakörökbe helyezték. Az OTI-to-

rony állomása később teljesen megszünt, mivel a torony felső részét építészeti okokból vissza kellett bontani a 10. emeletig. Berendezései előbb rak-tárakba, majd később a MÉH-be kerültek.

1968-ig magyar területről nem történt zavarás, ekkor azonban a csehszlovákiai események utóhatásaként, kölcsönösségi szerződések alapján, a magyarországi nagyobb adók az irányított antennák segítségével újból zavarni keztek lengyel, szovjet, csehszlovák területre irányított műsorokat. A lengyel, szovjet és csehszlovák rádióállomások pedig magyar adásokat zavartak. Elvetélt ötlet volt, hiszen a legaktívabban zavart '50-es években is az volt a probléma, hogy az adóktól pár kilométer távolságra már lehetett fogni a SZER-t. Például az OTI-toronytól nem messze, Zugló szélén, általában vehető volt valamelyik hullámhosszon.

Az MTI a rendszeres rádióműsor-lehallgatás keretében folyamatosan rögzítette a SZER adásait. Amikor 1957-től romlottak a vételi lehetőségek és a Naphegyen alig tudták venni az adásokat, egy magánbeszélgetésben kapott tanács alapján Gödöllőn próbálkoztak a lehallgatással. Kiderült, hogy ott tízszer erősebb jelet lehet észlelni, mint Budapesten. 1959-re Gödöllőn rendezték be az MTI lehallgató-központját. Ezzel csak azt kívánom illusztrálni, hogy a zavarás ellenére gyakorlatilag Magyarországon továbbra is vehetők maradtak a SZER és az Amerika Hangja nagy teljesítménnyel sugárzott adásai.

1975. július 30-án Helsinkiben 35 ország képviselője írta alá az Európai Biztonsági Értekezlet jegyzőkönyvét, melynek egyik passzusa, ha körülírva is, a rádióadások szabadságát, zavartalanlanságát garantálta. *Ford elnök* 1976 decemberében, *Carter elnök* 1977 júniusában figyelmeztette a kelet-európai kormányokat, hogy a rádiózavarás gyakorlata ellentétes a helsinki megállapodással.

1978–80. között a SZER felújította a rádióállomásait. Ekkorra már 49 nagyteljesítményű rádióadó állt a SZER és a „Szabadság Rádiók” szolgálatában. Valószínűleg a jobb hallhatóság vagy a lengyelországi politikai események miatt a Szovjetunió ismét zavarni kezdte az Amerika Hangja, a BBC és a Deutsche Welle adásait. Magyarországon a Tájékoztatási Hivatal 1979 tavaszán még arról tárgyalt a

HM-mel, hogy ismét foglalkozni kívánnak a „rádióvédelemmel” (értsd: zavarással). A Szovjetunióban, Lengyelországban, Csehszlovákiában és Bulgáriában egészen 1988-ig folytatódott a zavarás, hazánk azonban (talán felismerve a dolog értelmetlenségét) 1979-ben kiszállt a versenyből. Végérvényesen tehát ekkor múlt ki a magyarországi zavarószolgálat, majd a megmaradt nagyteljesítményű berendezéseket (pl. Székesfehérvárott) a 80-as évek közepén kezdték kiselejtezni. Az antennákat a 90-es években bontották le. Ezzel – remélhetőleg örökre – befejeződött a magyar rádiózás egyik mellékes, titkos és egyáltalán nem dicsőséges fejezete.

Az RH-sávok ismét tiszták, lehet keresgélni távoli adásokat. A sors írniája folytán azonban szegényebbek lettünk jó pár magyar nyelvű adással. A 90-es évek elején a magyarországi rendszerváltozás hatására nemcsak a

Szabad Európa Rádió adása szűnt meg, hanem több más, eddig magyarul (is) sugárzó adás. A felületes hallgatónak úgy tűnhet, mintha csak az arabok és a szlávok lennének fontosak a világnak.

Befejezésül szólnom kell az embekekről, akik ezt a munkát végezték. Mivel hazánkban (a II. világháború alatt) már hagyománya volt annak, hogy a Posta rádióállomásai zavaró tevékenységet végezzenek, így a személyzet tagjainak – akik szinte kivétel nélkül jó rádiós-szakemberek voltak –, választaniuk kellett, hogy vagy elvégzik ezt a feladatot is, vagy ha nem csinálják, akkor mehetnek..., nem vehetnek részt a rádióállomások üzemeltetésének szép és szakmailag igényes munkájában. Akikkel beszéltem a zavaró-tevékenységről, kivétel nélkül ebben a csapdában éltek; a zavarást utálták csinálni és örömmel hagyták abba. Annyi bizonyos, hogy a politikai vezetés tartotta annyira fontosnak a rádiózavarást,

hogy – a postásdolgozók vagy a Rádióműszaki Hivatal esetleges vonakodása esetén – a Belügyminisztérium alkalmazottaival vagy a Néphadsereg katonáival üzemeltette volna tovább a berendezéseket...

*Segítségükért és az átadott fényképekért köszönettel tartozom a Posta-múzeum munkatársainak, valamint a rádióállomások volt személyzetének a közölt információkért.*

#### Irodalom:

1. Borbándi Gyula: Magyarok az Angolkertben. A Szabad Európa Rádió története. Európa Könyvkiadó, Bp. 1996.
2. Rádió Technika, 1936. december.
3. Kun József: Mit keres Ön Európában Mr. Stanley Leinwoll? Rádiótechnika, 1962. január, 2. oldal.
4. George Millar: A nagy lokátorháború. Kossuth Könyvkiadó, Bp. 1983.
5. W. Churchill: A második világháború. Európa Könyvkiadó, Bp. 1999.
6. Csanádi – Nagyvárad – Winkler: A magyar repülés története. Műszaki Könyvkiadó, Bp.1977., 2. kiadás.



## HÍRADÁSTECHNIKAI ALKATRÉSZEK KIS- ÉS NAGYKERESKEDELME

*Ahol még a csapból is...*

**Tisztelt Vásárlók!**

A Mikro vill Kft. teljes áruválasztékával várja Önöket a hét öt napján reggel 1/2 9-től délután 5-ig. Csomagküldés, telefonos rendelésvétel. Postai utánvétes szolgálat, 10 000 Ft feletti rendelés esetén mi fizetjük a szállítási költséget. Árukatalógusunk flopin és az Interneten is elérhető! Szervizek és viszonteladók kiszolgálása kedvezményel.



## MIKROVILL

HÍRADÁSTECHNIKAI KFT.  
1126 Budapest, Böszörményi út 2.  
T.: 212-4130, F.: 212-4865  
e-mail: mikro vill@matavnet.hu  
http://web.matavnet.hu/mikrovill

*...alkatrész folyik*

- Analóg IC-k
- Biztosítékok
- Csatlakozók
- Diódák
- Digitális IC-k
- Kapcsolók
- Kábelek
- LED-ek
- Hangszórók
- SMD alkatrészek
- Spray-k, vegyszerek
- Tranzisztorok
- Triak, diak, tirisztor
- Transzformátorok
- TV-videó alkatrészek
- Relék
- RC elemek
- Zsugorcsovek



# Net Radio

Horváth Péter

híradástechnikai mérnök,

HA8RM



A hazai és a külföldi, magyarul beszélő rádióamatőrök egymás elérésére preferált frekvenciákat használnak a rövidhullámú amatőrsávokban. Évtizedek alatt alakultak ki ezek, ahol kezdetben csak néhány állomás forgalmazott, manapság pedig nem ritka az akár 15 főből álló kör sem. Ennél természetesen sokkal többen ismerik ezeket az úgynevezett Net-frekvenciákat, amelyek sávonként a következők: 3,768 MHz, 7,093 MHz, 14,290 MHz, 21,373 MHz és 28,660 MHz.

Tapasztalatom, hogy a rövidhullámú rádióamatőrök a készülékük bekapcsolását követően ezen frekvenciák valamelyikére hangolnak és figyelik az ott folyó beszélgetést, esetleg be is kapcsolódnak abba. Külföldi turistaútjaim során – bár a rádióm minden adásmódban és hullámhosszon működik – 90%-ban én is csak a fent említett frekvenciákat használom. Akinek még nincs RH-készüléke, vagy sajnálja utaztatni a többszáz ezer forintos berendezést (sérülés, lopás, vámkezelési bonyodalmak) és főleg magyar amatőrökkel szeretne beszélgetni (esetleg csak hallgatni őket), azoknak javaslom megépítésre ezt a kis berendezést: alig fél kilogramm a tömege, 12 V-ról üzemel és 3 rövidhullámú sávon működőképes.

Lényegében egy kristályfrekvencián működő (ettől kis mértékben elhangolható) DSB-adóból és szinkrodin felépítésű vevőből áll a készülék. Tömbvázlatát az 1. ábra mutatja.

A konkrét áramköri megvalósítás a 2. ábrán látható. Többnyire „standard” fokozatokból épül fel a rádió (oszillátor, keverők, erősítők), az egyes részek egységeket a rajzon jól megkülönböztethetők.

A bal oldalon levő, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> tranzisztorokkal működő kristályvezérelt oszillátorok a K<sub>3</sub> sávátkapcsoló „b” jelű tárcsájáról kapják a működéshez

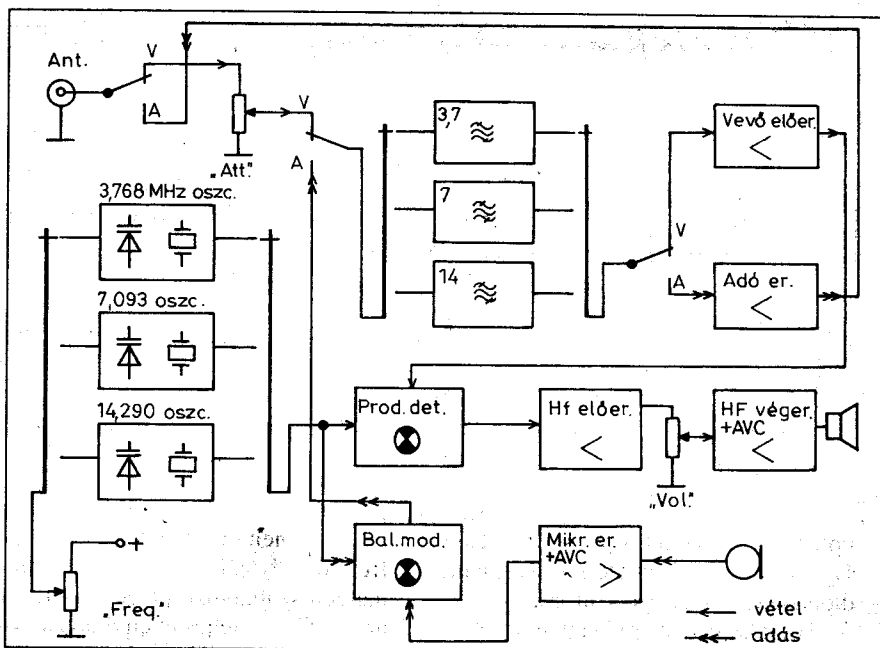
szükséges tápfeszültséget, amely az éppen aktuális „D” jelű kapcsolódiodát is nyitja. Az üzemi frekvenciájú oszcillátorjel rákerül a T<sub>1</sub> jelzésű toroidtranszformátorra. Ennek feladata a jel szétszétása az adóoldali balanszmodulátor (IC<sub>2</sub>), valamint a vevőoldali produktetektor (IC<sub>1</sub>) számára. Adás oldalon még a szintszabályozott mikrofonerősítő-fokozat kapcsolódik az IC<sub>2</sub>-höz.

T<sub>11</sub>, T<sub>13</sub> tranzisztorok a dinamikus mikrofon által szolgáltatott néhány mV-ot erősítik fel a kellő szintre. A visszacsatoló ágban lévő T<sub>14</sub> a mikrofonerősítő kimenetéről kapja a vezérlést, a kollektorköréből kicsatolt hangfrekvenciás jel a feszültségkészszerző csúcseyenirányítóra kerül. A mikrofonjellel arányos egyenfeszültség a T<sub>12</sub>-es sönt-tranzisztort a nagy jeleknél nyitja, így a kollektorra kapcsolt, a jel útjában lévő párhuzamos kapacitás erősítéscsökkenést eredményez. A

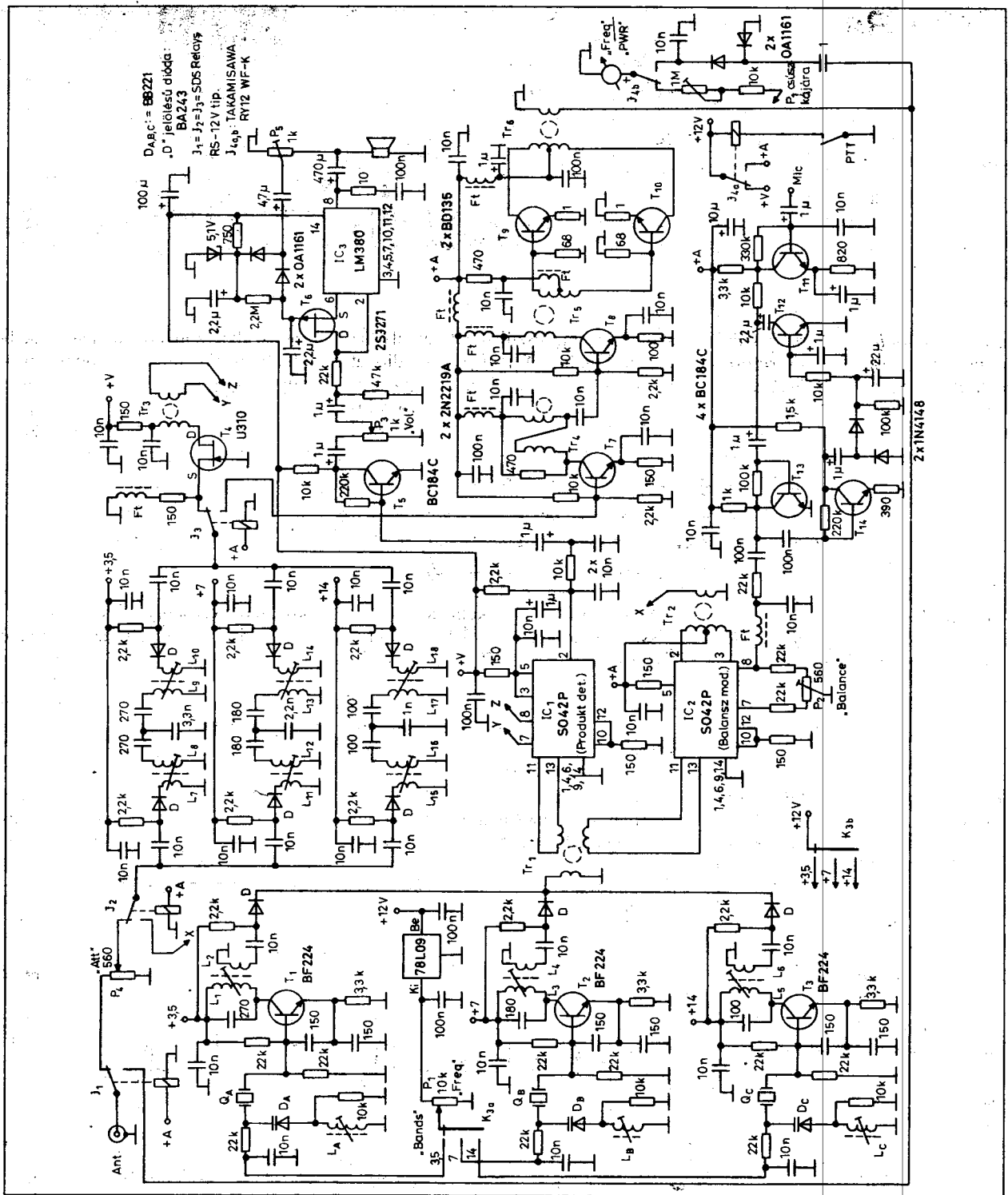
szintszabályozott erősítő jelen esetben alkalmasabb, mint a diódás limiter, ugyanis itt „lágyabb” a beavatkozás, illetve nem képződnek vágási harmonikusok. Ezzel a megoldással elkerülhető a balanszmodulátor túlvezérlődése, a jel tiszta lesz, nem okozunk zavart a szomszédos frekvencián dolgozó állomásoknak.

Az IC<sub>2</sub>-re kapcsolódik továbbá a kiegyenlítő, az előlapon elhelyezett potenciométer, amelynek középpállásában kb. 30 dB vivőelnyomás érhető el.

Az IC<sub>2</sub> kimenetén üzemi frekvenciájú DSB-jel van, amelyet a J<sub>2</sub> jelfogó vezet a diódákkal csatolt keskenysávú alsó-kapacitív csatolású sávszűrőre, innen pedig J<sub>3</sub> továbbítja a háromfokozatú szélessávú adóerősítőre. (Az RT ÉK 1992 SM '91 rádiójának jól bevált erősítőfokozatait adaptáltam, kis átalakítással.) A kimenőteljesítmény kb. 2 W, ami a J<sub>1</sub> antennajelfogón



1. ábra. A „Net Radio” tömbvázlata



2. ábra. A készülék kapcsolási rajza

keresztül jut a hátlapi SO-239 „Amphenol” csatlakozóra.

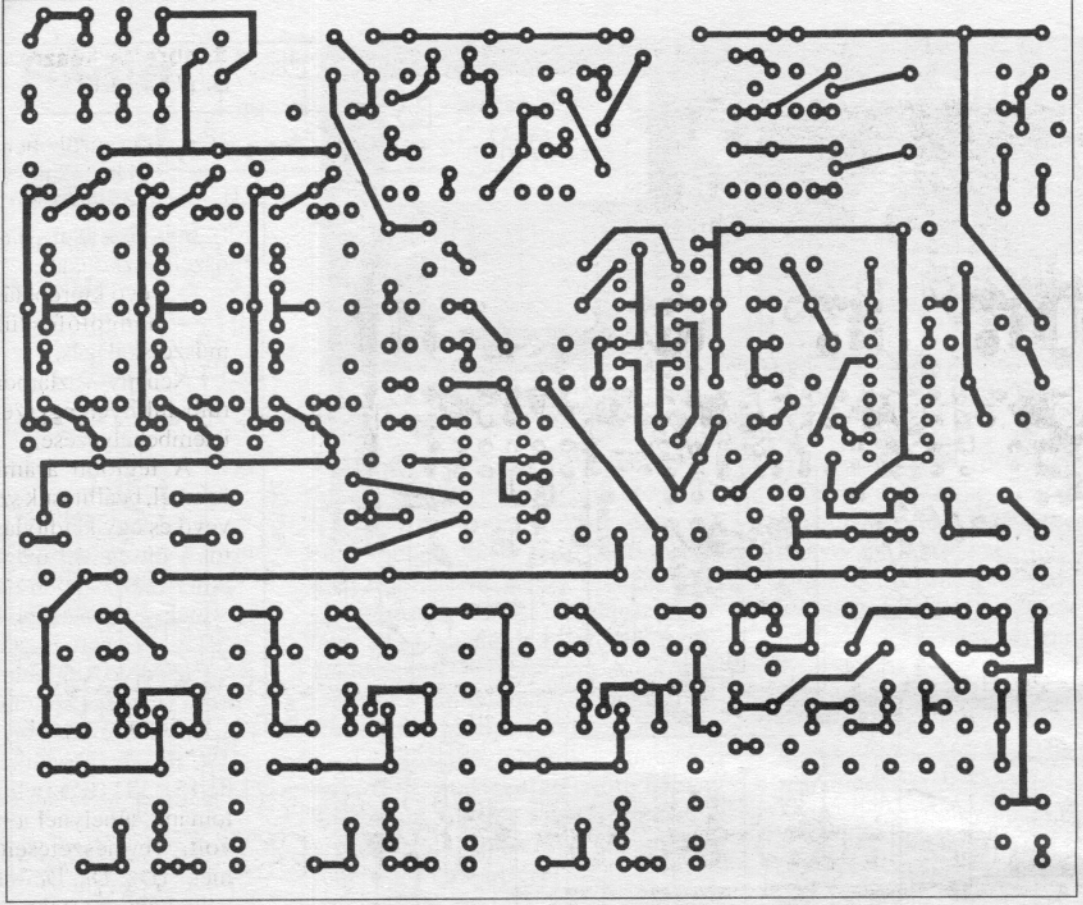
Vételkor a  $J_1$ -ről az előlapi „Att” potenciométerre jut a jel, innen pedig  $J_2$  vezet az adásoldalon is használt, diódás kapcsolós sávszűrőre.

$J_3$ -on keresztül egy nagyáramú földelt gate-es erősítő kompenzálja a szűrő csillapítását, valamint illesztést vé-

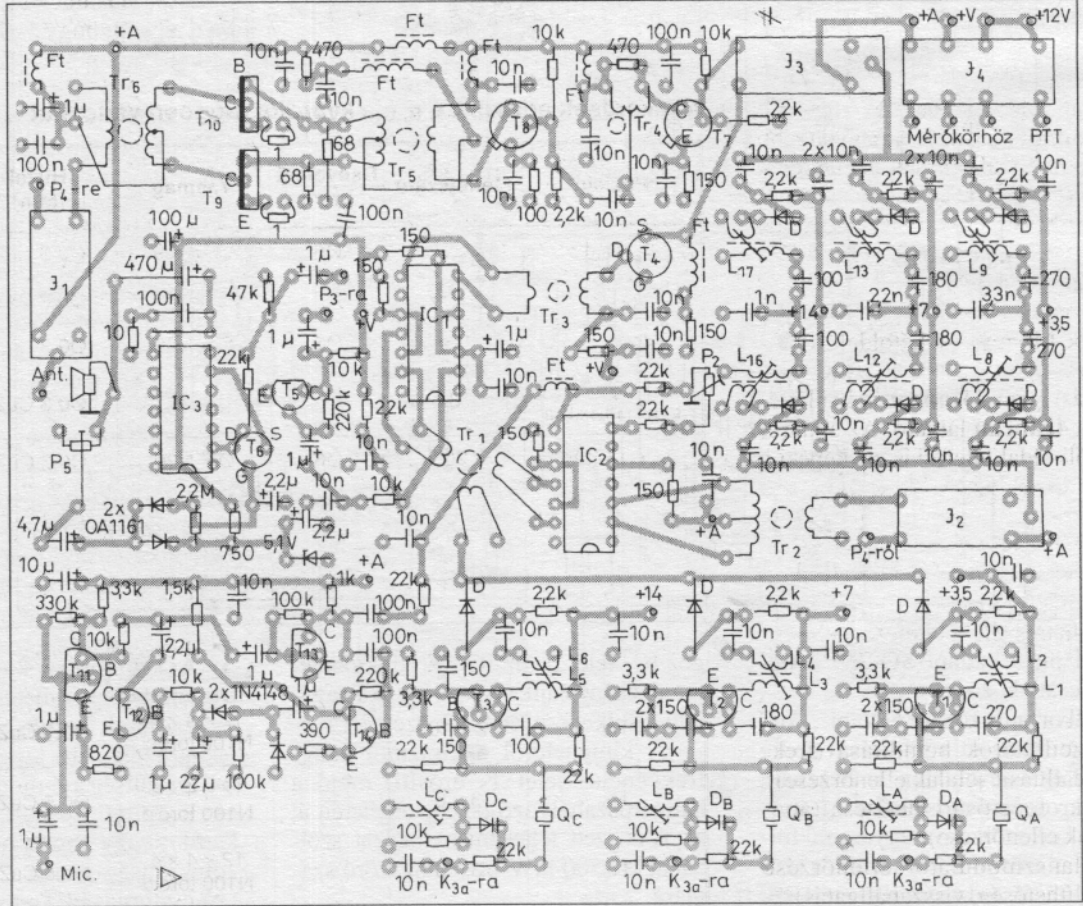
gez  $IC_1$  felé. Ez az IC-s produktdetektor alacsony zajú, viszonylag jó a nagyjelű viselkedése, stabilan üzemel.

A kimenetről a kisszintű hangfrekvenciás jelet  $T_5$  erősíti, majd a hangerőszabályozó potenciométeren át az AVC-zett teljesítményfokozat szolgáltat kb. 500 mW-ot a hangszóró számára.

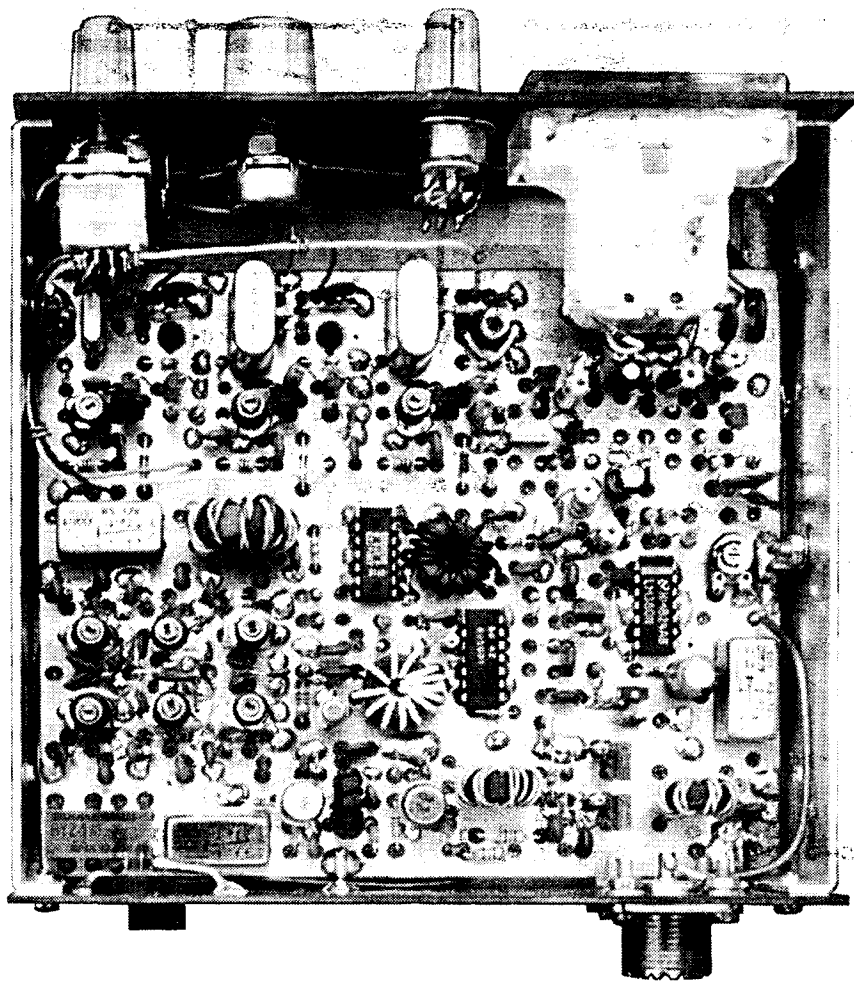
A kimenetre kapcsolódó  $P_5$ -ös trimmerpotenciométerrel állítható be a visszacsatolt feszültség szintje (érzékelési-szabályozási küszöb). Ez a leosztott feszültség a Z-diódás szinttelőlvál egybeépített feszültségkészszerzőre kerül, az így kapott negatív szabályozófeszültség pedig a jel újtábla lévő „p” csatornás FET-et vezérli. Ez az au-



3. ábra. A készülék nyák-rajza



4. ábra. A készülék alkatrész-beültetési rajza. IC3 1. és 13. kivezetése nem földelendő



5. ábra. A kész szerelt „Net Radio” belülről

- sávszűrők behangolása (GDO-val, majd RF-szintindikátorral),
- adóerősítő-fokozatok beállítása (nyitás közelébe, B osztály, ellenőrzés oszcilloszkóppal),
- vevő kipróbálása,
- hangolófeszültség/frekvencia műszerskalázás.

Néhány vázlatpontba szedve, körbeteült ilyen egyszerű e kis készülék üzembehelyezése.

A legtöbb áramkör adásoldalon üzemel, beállításuk szinte egy kontroll-vevő és egy kétdíódás RF-szintindikátor segítségével megoldható. A vételi plusz fokozatokon nincs mit beszabályozni, a vevő azonnal működőképes.

A használt kristálytól függően, a névlegestől különböző mértékben lehet a frekvenciát „elhúzni” a megadott kapcsolásban. 3,5 MHz-en néhányszor 100 Hz, 7 MHz-en 2...3 kHz, 14 MHz-en 15...20 kHz az a hangolhatósági tartomány, amelynél a rezgés még stabil volt. Természetesen az „elhúzóelemek” (DA, DB, DC – LA, LB, LC) megváltoztatására (tekerics elhagyása, több dióda párhuzamosítása) is sor kerülhet, de a lényeg, hogy a jó frekvenciastabi-

tomatikus hangerőszabályzó (AVC) hatásosan egy szinten tartja a gyengébb és az erősebb állomások hangerejét, nem kell percenként a hangerősség-beállító potmétert csavargatni, továbbá fülünket is megkíméli a kellemetlen bereccsenésektől.

A komplett adó-vevő egy üvegszálas, 117 × 140 mm-es, kétoldalon fólizott nyák-lemezre készült, amelynek nyomtatási rajza a 3. ábrán, a beültetési rajza a 4. ábrán látható. Az alkatrészek felőli oldal telefóliás, ez képezi a testet; az ún. melegpontoknál Ø4-es fűróval el kell távolítani sülyesztéssel a fóliát. Az Ft jelű fojtótekerics gyári, axiális kivitelű mikroinduktivitások, a névértékük 100 µH.

Az alkatrészek beültetését célszerű egységenként végezni, s egy-egy fokozat működőképességét azonnal ellenőrizni. A javasolt sorrend:

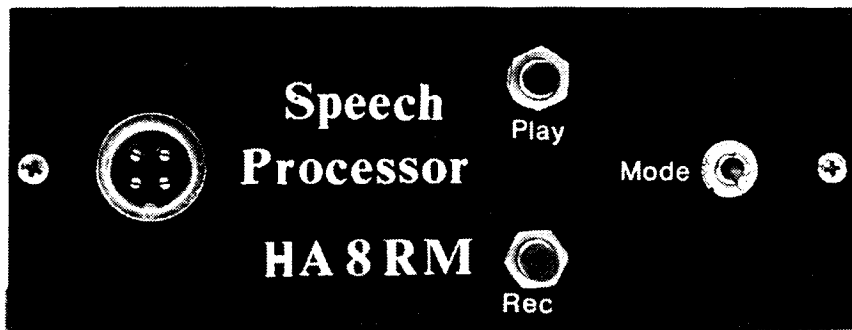
- oszcillátorok beindítása (frekvencia beállítása, jelalak ellenőrzése),
- mikrofonerősítő élesztése (átvitel, jelalak ellenőrzése),
- balanszmodulátor ellenőrzése (kiegyenlíthetőség, visszahallgatás),

A tekerics adatai. LA, B, C a kvarctól függően változhat

Pozíció	Menetszám	Csévétest [mm]	Vasmag	Huzal [mm]	Megjegyzés
L <sub>1</sub> , L <sub>8</sub> , L <sub>9</sub>	35	Ø6	Ø4, N20	Ø0,3 CuZ	
L <sub>3</sub> , L <sub>12</sub> , L <sub>13</sub>	25	Ø6	Ø4, N20	Ø0,3 CuZ	
L <sub>5</sub> , L <sub>16</sub> , L <sub>17</sub>	15	Ø6	Ø4, N20	Ø0,3 CuZ	
L <sub>2</sub> , L <sub>4</sub> , L <sub>6</sub> , L <sub>7</sub> , L <sub>10</sub> , L <sub>11</sub> , L <sub>14</sub> , L <sub>15</sub> , L <sub>18</sub>	3			Ø0,3 CuZ	Csatolótekerics
LA, LB, LC	20	Ø6	Ø4, N20	Ø0,3 CuZ	
Tr <sub>1</sub>	10-2-2	-	12 × 4 × 4 N100 toroid	Ø0,5 CuZ	
Tr <sub>2</sub>	3 × 10	-	12 × 4 × 4 N100 toroid	Ø0,5 CuZ	Trifilárisan
Tr <sub>3</sub>	10-2	-	12 × 4 × 4 N100 toroid	Ø0,5 CuZ	
Tr <sub>4</sub>	2 × 10	-	12 × 4 × 4 N100 toroid	Ø0,3 CuZ	Bifilárisan
Tr <sub>5</sub>	3 × 6	-	12 × 4 × 4 N100 toroid	Ø0,5 CuZ	Trifilárisan
Tr <sub>6</sub>	3 × 6	-	12 × 4 × 4 N100 toroid	Ø0,5 CuZ	Trifilárisan

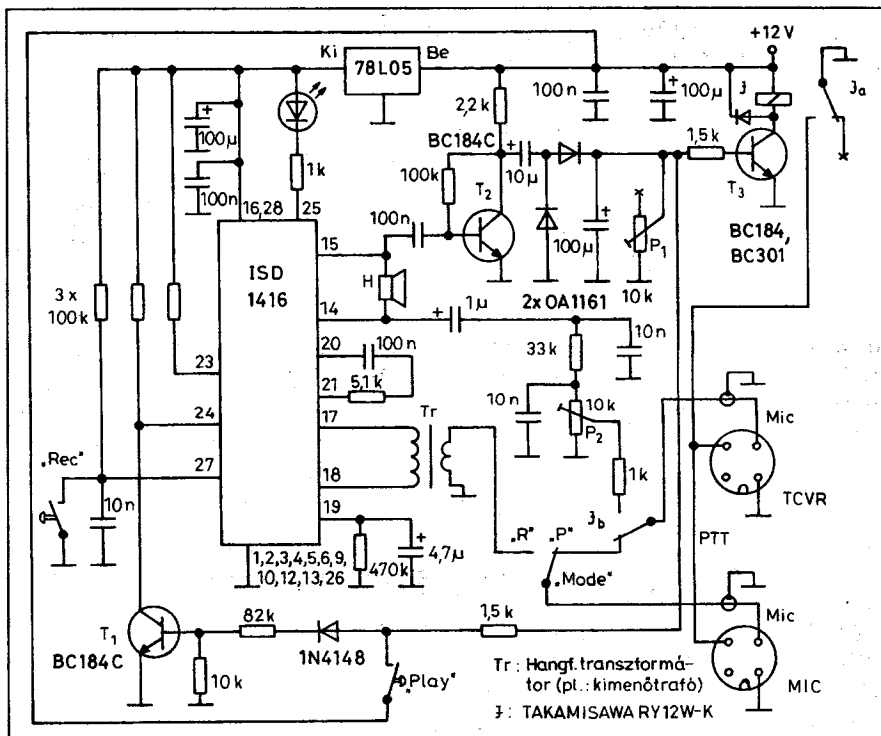
# Beszéd tároló

Horváth Péter  
híradástechnikai mérnök,  
HA8RM



Aki már vett részt egésznapos, netán 48 órás fóniaadásmódú rádióforgalmi versenyen, tudja milyen fárasztó végigbeszélni egy fél vagy teljes hétvégét. Főleg az általános hívások (CQ) viselik meg az embert. Többször elmondani ugyanazt a sablonszöveget – szellemileg-fizikailag kimerítő. Ha nincs válasz, akkor úgy érezzük, hogy hiába „téptük” a szánkat; ha jelentkezik valaki, akkor máris beszélünk kell újra. A fanatikussabbak ilyenkor minden másodpercet „se hall – se lát” módon a rádiózásnak szentelnek, még tömönadatokat is csak ritkán szólnak a QSO-szobába toppanó családtagok, látogatók irányába. Mivel tele szájjal nehéz beszélni, az étkezés is várat magára. A végeredmény: a versenyt követően napokig hullafáradt, ingerült, rekedt rádióamatőr.

Nos, e következményeket nem szüntetni meg teljesen, de az operációs tevékenységet lényegesen megkönnyíti a most bemutatásra kerülő készülék. A cím egy olyan áramkört takar, amely nem tartalmaz mozgó-mechanikai al-



1. ábra

(Folytatás a 179. oldalról)

litást ne áldozunk fel a nagyobb sávát-fogás érdekében!

A szerelt, felélesztett panelt egy 150 × 150 × 60 mm-es, kisiparilag gyártott alumíniumdobozba célszerű helyezni. Az alap- illetve fedőlap bármikor könnyen levehető, így az esetleges javítás, hangolás céljából az áramkörti lap megközelíthető. Az 5. ábra ilyen kidobozolt állapotban mutatja a készüléket. Az egyes fokozatokot összekötő vezetékek (tápfeszültség, vezérlés, jelátvitel) lehetőleg a panel alatt, a doboz szélén, vagy felül – kábelkorbács formájában – összefogva haladjanak.

A hangolófeszültség stabilizátorát (78L09) és a hozzá tartozó kondenzátorokat nem terveztem, nem építettem a nyák-ra. Normál, stabil tápegységről járattva a készüléket, alkalmazásuk nem indokolt (12 V-ot adva P<sub>1</sub>-re ráadásul nagyobb a frekvenciaátfogás is), szükség esetén önhordó kivitelben bárhová elhelyezhetőek.

A rádió természetesen megépíthető más (esetleg még több) sávra is, mindössze az oszcillátor- és sávszűrő-rész kell értelemszerűen módosítani (bővíteni). Külső végerősítő is érdemes hozzákapcsolni; az elmúlt években jónéhány leírás jelent meg a Rádiótechnikában. A jeltisztaság érdekében iktassunk be egy kapcsolható sávszűrőt

vagy aluláteresztő szűrőt a két egység közé!

Azt mindig tartsuk szem előtt, hogy DSB-adó lévén, még ideális beállítás mellett is legalább két oldalsávnyi helyet foglalunk el (a valóságban ez némileg még több), így ne dolgozzunk 100 W-nál nagyobb teljesítménnyel a zsúfolt frekvencián.

A szinkodin elv miatt a vevőben is több jelet (zajt) hallhatunk egyszerre, de ez a kisebb gond.

Bár nem a kor csúcstechnológiai szintjét tükrözi, de a gyakorlatban jól bevált ez az egyszerű, kis méretű, olcsó, háromsávós fónia adó-vevő. Utánépítéséhez és használatához sok sikert kívánok!

IC kivezetés	Funkció
14, 15	Ellenütemű hangszórókimenet, 12 mW – 16 Ω
17	Szimmetrikus előerősítő bemenet, max 20 mV <sub>cs-cs</sub>
18	Szimmetrikus előerősítő bemenet. Aszimmetrikus táplálás esetén nem kell bekötni.
19	AGC időállandót, erősítést meghatározó külső RC-elemek csatlakozási pontja
20	Analóg nagyszintű bemenet, max. 50 mV <sub>cs-cs</sub>
21	Előerősítő (35 dB, AGC-zett) analóg kimenete
23	Szintvezérelt lejátszás – a lejátszás addig tart, míg ezt a pontot testeljük
24	Élvezérelt lejátszás – lefutó élre indul a lejátszás (nem kell folyamatosan testen tartani)
25	Felvétel esetén folyamatosan világít, illetve lejátszáskor a ciklus (szöveg) végét villanással jelzi az ide kapcsolt LED
27	E pontot folyamatosan testelve megindul a felvételi folyamat, amely a REC gomb felengedéséig tart.

katrészt, mégis – mint egy magnetofon – képes szöveget felvenni és lejátszani. Ráadásul nem kell „visszapörgetni” sem, a felvett szöveg (pl. általános hívás) egy gombnyomásra mindig az elejéről indul.

Az ISD- (Information Storage Devices – információtároló eszközök) széria népes családjába tartozó ISD1416 típusjelű, 16 másodpercnyi hangot tároló IC, mint aktív elem alkotja készülékünk lelkét. Ez a DAST (Di-

rect Analog Storage Technology, közvetlen analóg tárolási technológia) megoldással jó minőségű, jó felbontású hangfelvételt/visszaadást eredményez. A minimális áramfelvételű CMOS eszköz beépített oszcillátort, mikrofonerősítőt, automatikus erősítésszabályozót (AGC), hangzásjavító szűrőket, valamint – kis hangszóró meghajtásához – végerősítőt tartalmaz. Előnye – többek között – az alacsony ár, a könnyű beszerezhetőség, a kevésszámú kapcsolódó alkatrész, no meg az üzembiztonság.



1139 Bp., Frangepán u. 18.  
Tel.: 350-3201, fax: 350-8801  
H-P: 9-12, 13-17 ó

**Nagyfrekvenciás,  
amatőr alkatrészek,  
koaxcsatlakozók,  
Mini-Circuits IC-k.**



**MTA-MMSZ Kft.**

1119 Budapest, Etele út 59/61.

Tel.: (1) 481-1233, 481-1330

Fax: (1) 203-4355

Honlap: [www.mmsz.hu](http://www.mmsz.hu)

### Műszerek, szerszámok forgalmazása

- METEX asztali és kéziműszerek
- KENWOOD, PROTEK-HC oszcilloszkópok
- számítógéphez csatlakoztatható digitális oszcilloszkópok (PICO, PROTEK-HC, VELLEMAN)
- szervizműszerek
  - funkciógenerátorok
  - frekvenciaszámlálók
  - tápegységek
- oktatástechnikai eszközök
- WINDAUS környezetvédelmi műszerek (pH-mérők, mérőbőröndök)
- fizikai mennyiséget mérő műszerek (hőmérsékletmérők, fénymérők, hangszintmérők, páratartalommérők, fordulatszám-mérők, légsebességmérők)
- kéziszerszámok

Megrendelésüket – kérésükre – csomagküldő szolgálattal, szállítási költség fejében házhoz szállítjuk.

### Rendelés - információ:

Telefon: 481-1330, 481-1331, 481-1168, 481-1233

E-mail: [zscsikos@mta.mmsz.hu](mailto:zscsikos@mta.mmsz.hu), [gmark@mta.mmsz.hu](mailto:gmark@mta.mmsz.hu)

### Műszerjavítás - márkaszerviz

Telefon: 481-1172

E-mail: [jbekasi@mta.mmsz.hu](mailto:jbekasi@mta.mmsz.hu)

### VISZONTELADÓINK:

#### A-Z Bt.

Kiskunhalas  
T: 77/420-552  
F: 77/420-552

#### ELEKTRONIK Kft.

Miskolc  
T: 46/344-816  
F: 46/344-816

#### MODUL Kft.

Nagykanizsa  
T: 93/314-861  
F: 93/310-336

#### TRAPÉZ BY Kft.

Nyíregyháza  
T: 42/404-945  
F: 42/403-874

#### OMEGA Kft.

Siófok  
T: 84/313-673  
F: 84/313-673

#### ELEKTROTECH Kft.

Szeged  
T: 62/441-626  
F: 62/440-250

#### ARZENÁL '90 Kft.

Székesfehérvár  
T: 22/327-767  
F: 22/340-591

#### MÁL-TA Bt.

Szombathely  
T: 94/327-604  
F: 94/327-604

#### C+F Kft.

Budapest  
T: 340-8476  
F: 340-8456

#### ELDACO Kft.

Budapest  
T: 349-2588  
F: 349-3084

#### ETALON 2000 Kft.

Budapest  
T: 350-4326  
F: 329-6453

#### MAGÉV-RAINBOW Kft.

Budapest  
T: 353-3949  
F: 331-0994

#### KORONDÁN Kft.

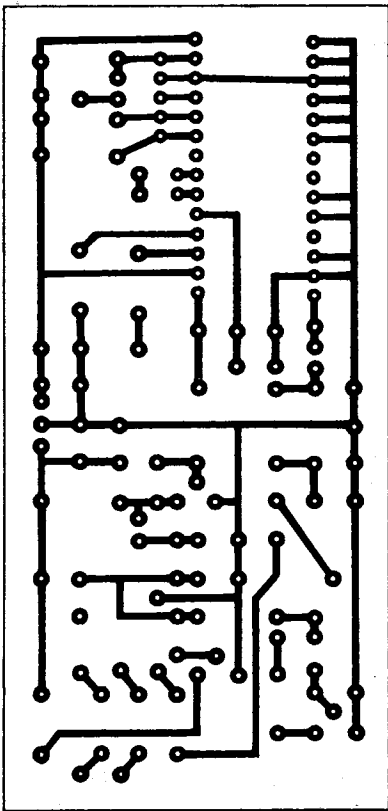
Debrecen  
T: 52/460-791  
F: 52/461-223

#### DANIELLA Ker. ház

Debrecen  
T: 52/418-174  
F: 52/418-174

#### SOLYMOSI ELEKTRONIKA

Eger  
T: 36/322-638  
F: 36/322-638



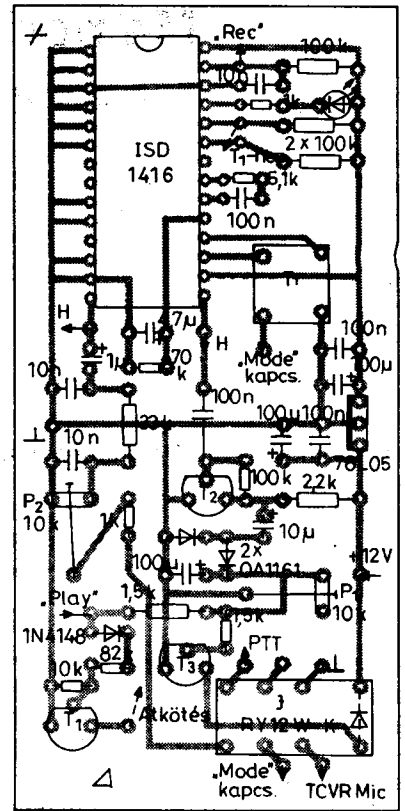
2. ábra

körében lévő jelfogó meghúzz, a PTT vonalra kapcsolt érintkezőpár záródik és adásra kapcsolja a rádióberendezést. A másik érintkezőpáros a „beszélő áramkör” hangfrekvenciás kimenetéről érkező, aluláteresztő szűrőn áthaladó, leosztott jelet vezeti a transceiver mikrofonbemenetére. Természetesen az IC elkezd a már előzőleg rögzített szöveg lejátszását, ugyanis a  $T_1$  tranzistor is nyitóirányú jelet kap, kollektora testre húzza a 24. kivezetést.

Az adókészülék szöveg alatti adáson tartását a  $T_2$ ,  $T_3$  tranzisztorokkal felépített VOX-áramkör végzi, amelynek időállandója a  $P_1$  trimmerpotenciométerrel állítható be. Lejátszást követően szinte azonnal elenged a jelfogó, a rádiónk vételre áll. Ha van jelentkező, a szokásos módon, a mikrofonon lévő PTT-kapcsolóval indítsuk adónkat és beszéljünk. Ha nincs, akkor a „Play” ismételt megnyomásával „beszéltesük” áramkörünket.

Az ismertetett „Speech Processor” áramkört egy  $50 \times 100$  mm méretű, üvegszálaspánélra építettem, amelynek nyomtatási rajza a 2. ábrán, beültetési rajza a 3. ábrán látható.

Az alkatrészek beforrasztása után az áramkör azonnal működőképes. Mindössze a két potenciométert kell helyesen beállítani:  $P_1$ -gyel a VOX időállandót úgy, hogy lejátszáskor, beszédzúneteknél még éppen ne engedjen el a jelfogó,  $P_2$ -vel pedig a modulációs jelszintet a névleges értékre. Ha mindezeket sikerült beszabályozni, helyezzük dobozba a kész panelt, így máris kezdődhet a tesztelés. Tapasztalatom, hogy még a közeli, ismerős rádióamatőrtársak sem veszik észre,



3. ábra

mikor dolgozik az áramkör, s mikor beszélék én...

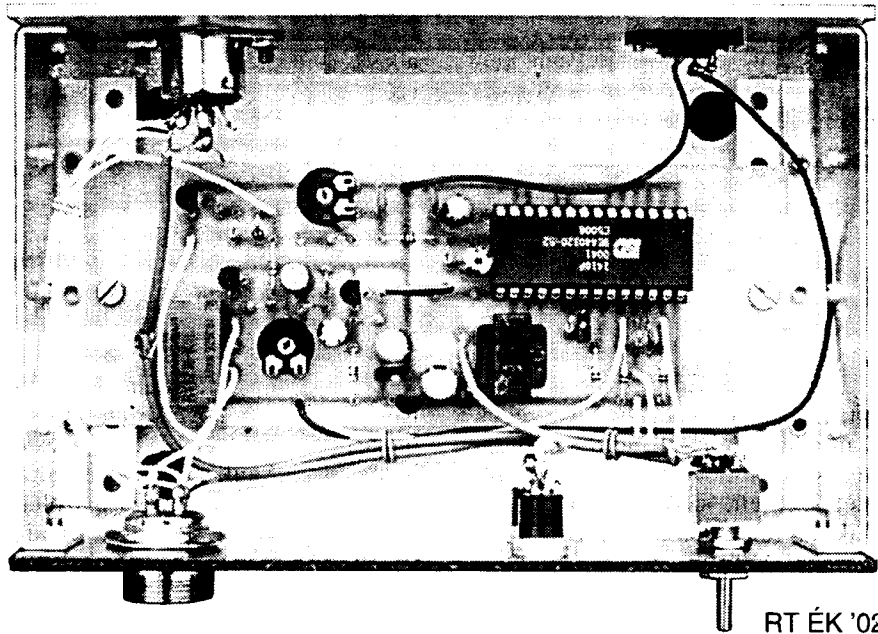
Az utánépítéshez és a készülék használatához sok sikert kívánok! Aki nek felkeltette érdeklődését ez a hasznos kis berendezés, de nem akar az utánépítéssel foglalkozni, keressen meg. Munkahelyem, a kecskeméti székhelyű Art Telefon Bt. (76/500-900) telefonrendszerek kiépítése, karbantartása, javítása mellett e készülék gyártását, forgalmazását is végzi.

A ChipCAD Kft., mint magyarországi főforgalmazó, a gyári adatlaphoz egy ajánlott típuskapcsolást is mellékelte. Ez alapján indultam el, s a rádióamatőr-célú felhasználásra optimális készülék építését tűztem ki célul.

Az 1. ábrán látható áramkör valójában nagyon egyszerű, de hogy a működés teljesen érthető legyen, érdemes a táblázatra vetni egy pillantást; az IC periférikus pontjainak jellemzőit magyarázza. Alapvetően két fő üzemmódról van szó: felvétel és lejátszás, amely a „Mode” feliratú kapcsolóval választható ki.

A kapcsoló „R” állásában az adóvevő dinamikus mikrofonjának jele  $T_r$  leválasztó-illesztő transzformátoron keresztül az IC kisszintű szimmetrikus bemenetére kerül. A „Rec” nyomógombos kapcsolót működtetve elkezdődik a felvétel, amely 16 másodpercig, vagy a gomb elengedéséig tart. Eközben az előlapon lévő LED is világít, jelezve a rögzítési ciklust.

A visszahallgatáshoz (kisugárzás-hoz) kapcsoljunk át „P” állásba és rövid ideig (kb. 0,2 s) tartjuk benyomva, majd engedjük el a „Play” nyomógombos kapcsolót. Ekkor több folyamat veszi kezdetét. Mivel pozitív nyitófeszültség került  $T_3$  bázisára, a kollektor-



# In Memoriam Fábián István WAA

Wlassits Nándor HA8QC



Alábbi cikkünk a „Rövidhullámok 1924–1934” című, megjelenésének előkészületeiben levő könyvből vett előzetes. Szerzője, aki a Rádiótechnika HA Old-Timer Körének tagja, közel egy évtizedes kutató gyűjtő munkával dolgozta fel a hazai amatőr és professzionális rádiózás születésének történetét, műszaki-technikai, történelmi-jogi vonatkozásait, kitérve a fejlődésre hatással levő nemzetközi összefüggésekre is.

A maga nemében egyedülálló munka – részletessége és történelmi hűsége okán – a hazai szakmatörténetnek is méltó darabja lesz, – ha megjelenik... Ez pedig – a hazai szakkiadás jelen sanyarú állapotában – csak széles körű összefogás-

ban megnyilvánuló önzetlen támogatással lehetséges!

Kérjük Kedves Olvasóinkat, csatlakozzanak a nemes ügyhöz! A könyv kiadását felkaroló HA Old-Timer Kör és a Reményi István Rádióamatőr Alapítvány Közhasznú Szervezet várja a szakmaszerető nagyközönség és szakipar anyagi segítségét.

Felajánlásukat a Reményi István Rádióamatőr Alapítvány, OTP Bank Rt. 11708001-20396990 számlája fogadja be. Kérjük, hogy utalványaikon jelezzék az összeg rendeltetését: KÖNYVKIADÁS. (A közhasznú szervezet támogatói adókedvezményre jogosultak.) További információ: Tóth János HG5RV alapítványi képviselő, tel.: (36-1) 324-8500, este. (– A szerk.)

és kijelölte a kutatás irányát. Felvetődött annak lehetősége, hogy ezen az úton bizonyítható az első hazai amatőrállomás munkája. A feltételezést sikerült alátámasztani, közben kibontakozott a feledésbe merült kép 1926 rövidhullámú mozgalmának magyar vonatkozásairól.

Az amatőrrovatokban között állomásfotókon felismerhető QSL-lapok igazolták először a WAA hívójel realitását. Előbb az osztrák EAMM, majd a saarbrückeni EK4SAR jelzésű állomás fényképén találkozunk vele, utóbbin WIUA társaságában. Mindez azonban még nem volt elegendő bizonyosság, éppen a hasonló jelzéseket használó „diverse” állomások miatt. Fábián István munkáját az osztrák Radiowelt hitelesítette azzal, hogy 1927. februárban bemutatta a WAA hívójelű amatőrt. Gratuláltak eredményeihez és hivatkoztak arra, hogy magyar állomás most végez először folyamatos étermunkát. A hír műszaki leírást is tartalmazott, amely lényegében megegyezett azzal, amit Perényi Sándor majd’ hatvan év távlatból levelében közölt.

Fábián István hangszórólámpával felépített Hartley adókészüléket használt 220 V váltóáramú táplálással (AC tone), 3 W bemenőteljesítménnyel. Hullámtartománya 42–46 m közé esett és kiegyensúlyozott (ellensúly) vertikális antennával sugárzott. Az összeköttetéseknel a hangerő R3...R8 között változott és az áthidalt legnagyobb távolság Algéria esetében 2500 km volt. Vevőkészüléke háromcsöves, 0-V-2 rendszerű. Hasonlóan más országokhoz, QSL-lapjainak továbbítását Bécsből vezette a Radiowelt szerkesztősége. Munkájának dokumentumait testvére őrizte meg, aki később Budapesten fényképezésként dolgozott. A család emlékezete szerint még láthatók voltak műhelyében, de a hetvenes években

Amikor az első CQ, a hívás felhangzott az éterben, és Isten tudja honnan, az állomást vissza is hívták, a hazai amatőrelétkben új korszak kezdődött. Ennek hajnalán fénylő csillag a méltatlanul elfelejtett *Fábián István*. Vele azonosítható a WAA hívójel, amely először képviselte eredményesen Magyarországot a világ rövidhullámú amatőreinek táborában. Rádióamatőr volt a szó legnemesebb értelmében; nemcsak lelkesedéssel dolgozott, hanem az ügy iránt elkötelezettséget tanúsított. A fiatalkori jó barát, *Perényi Sándor* (CN8MM, PY2PA) hívta fel rá a figyelmet. Az 1920-as években mindketten Abonyban éltek.

Fábián István a középiskolai tanulmányait betegsége miatt nem tudta folytatni. Többnyire otthon tartózkodott, illetve külföldön gyógykezelték és minden idejét a rádió tanulmányozására fordította. Elmélyült ismereteket szerzett, szakmai tanácsokért gyakran felkeresték a környékbeli amatőrök. Abony polgárai a kertjükben

felszerelt hangszórót hallgatva találkoztak először a rádióval. Fejlődése törvényszerűen vezetett a rövidhullámok birodalmába, amely sokoldalúságot és nagy felkészültséget kívánt. Munkájából kifolyólag Perényi Sándor gyakran utazott Budapestre, ahol megvásárolta számára az alkatrészeket és alkalmanként az osztrák Radiowelt folyóiratot. Az itt közölt rövidhullámú cikkek alapján előbb vevőkészüléket épített, majd 1926 őszén elkészült az adóval is. Ezután rendszeresen forgalmazott és hívójele keresetté vált az éterben. Az országjelzést (W) követő betű (A) Abonyra utalt, a harmadik (A) pedig a sorrendiségre.

A Brazíliából érkezett Perényi-levél kétségeket ébresztett, mert egyéb forrás nem támasztotta alá. Az addigi ismeretekből az következett, hogy a mozgalom nálunk az EW hívójellel indult meg. Amikor viszont a Párizsi Amatőrkonferencia anyaga igazolta a W országjelzést, Perényi Sándor visszaemlékezése jelentőséget kapott



bekövetkezett halála után nyomuk vezetett. Ami Fábíán István munkásságából ránk maradt, az csupán a korabeli éterjelentések híryanaga.

A magyar rövidhullámú amatortörténet jelentős dokumentuma a WAA hívójellel létesített első összeköttetések kivonata. A listán zárójelben feltüntettük az akkori országjelzéseket, valamint a hivatkozott időszakban elért kapcsolatok, összeköttetések számát:

Belgium (B) 2, Csehszlovákia (CS) 2, Dánia (D) 1, Franciaország (F) 13, Anglia (G) 6, Algéria (FA) 2, Olaszország (I) 3, Hollandia (N) 1, Ausztria (Ö) 1, Svédország (SM) 1, Lengyelország (TP) 1, Jugoszlávia (YS) 1, Románia (BR) 1, Németország (K) 5.

Tanulságos áttekinteni a vételi eredményeit is, mert jól szemlélteti a lehetőségeket, amelyeket a rövidhullámú amatormunka perspektívaként kínált 1926 második felében:

Belgium (B) 15 megfigyelés, Románia (BR) 1, Csehszlovákia (CS) 2, Dánia (D) 6, Spanyolország (EAR) 1, Franciaország (F) 39, Algéria (FA) 4, Anglia (G) 23, Írország (Gi) 12, Németország (K) 19, Luxemburg (L) 1, Hollandia (N) 8, Ausztria (Ö) 9, Portugália (Pl) 1, Fülöp-szigetek (Pi) 1, Argentína (AR) 1, Finnország (S) 6, Svédország (SM) 9, Lengyelország (TP) 3, USA (U) 10, Jugoszlávia (YS) 4.

Munkájának jelentősége másfelől az amatortügy iránti elkötelezettség. Nevéhez fűződik az ÖWA hívójelű osztrák állomás konstrukcióján alapuló adókészülék leírása, amelynek nagy értéke a beállítási és hangolási szempontok részletes tárgyalása.

Egyik alapítója (H003) és szervezője volt a „H-tábornak”. A Magyar Rádió Amatőr 1927. októberi számában módszert ajánlott a táviróforgalom „éteren keresztül” történő elsajátításához.

Cikkében hivatkozott Perényi Sándorra (H007), aki ezúton tanulta meg a morzejelek vételét. A publikációk bizonyítják szakmai tekintélyét és azt, hogy a Magyar Rádió Amatőr főszerkesztőjével jó kapcsolatban állt.

Perényi Sándor 1926-ban műszaki vállalkozóként üzletet nyitott Abonyban a Vasút utca 14. alatt (a házat azóta lebontották). Itt alakította ki rövidhullámú állomását és kezdett el dolgozni EWAB hívójellel. Kemény Istvánnal (EWKI) egyidőben jelent meg az éterben, mindketten a második magyar amatőrállomásnak tekinthetők.

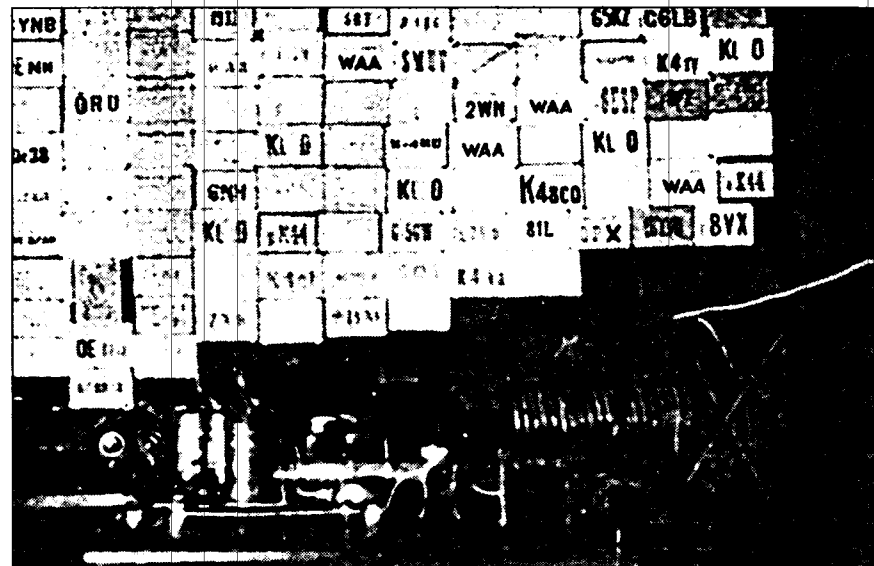
Fábíán István gyakran segítkezett a rádióüzletben és ott alkalmanként sok amatőr megfordult az ország különböző részéből. Ez az időszak egybeesett a rövidhullámok iránti érdeklődés fellendülésével, amelyet a rádiórendelet módosítása serkentett. Ugyanis 1927 nyarán megnyitotta a kaput a kísérletezés előtt. A WAA (EWAA) hívójel a külföldi tudósításokban gyakran feltűnt és a magyar nyelvű szakíráson keresztül is ismertté vált. Fábíán körül kialakult egy baráti társaság, akik nemsokára a Magyar Rövidhullámú Amatőrök Egyesületének (MRAE) megalakításán fáradoztak. Abonyban, a Vasút utcai kis műhelyben ringott a rövidhullámú mozgalom egyik bölcsője. Akik ide látogattak, sorra vették fel az EWAC, EWAD, EWAG stb. hívójeleket. A szisztéma később is fennmaradt az MRAE keretében. Ha az új tag még nem választott hívójelet, akkor a sorrendiség az előbbieket folytatásaként alakult. A „suffix” (utótagként az egyéni jel) kialakításakor természetesen más megfontolások is érvényesültek. Gyakran felhasználták a névmonogramokat, így keletkezett a korszak egy további jelentős amatőrének, Kemény Istvánnak (EWKI) a hívójele.

Az Abonyban szerveződő rövidhullámú élet részben arra az időszakra esett, amikor az amatőr adást hatóságilag még nem engedélyezték. Elég csak arra gondolnunk, hogy a WAA hívójel megjelenése jó fél évvel előzte meg a rádiórendelet módosítását. Ennek ellenére folyamatosan dolgozott, sőt, 1927 elején csatlakozott hozzá Perényi Sán-

dor is. Az elnéző magatartás mögött Fábíán István édesapjának társadalmi helyzete, befolyása állt. Nemcsak gazdag földbirtokos volt, hanem Abony országgyűlési képviselője is. Így a közeleti háttér megteremtette azt a légkört, amely nem gátolta meg a kibontakozó adóamatőr-munkát.

Az IARU döntése után hívójele EWAA-ra változott és tevékenysége 1927-ben jól követhető. Gyakran hivatkozott rá a Radiowelt; az osztrák EAKL június folyamán napi rádiókapcsolatot tartott fenn Abonnyal az éjszakai órákban. A következő évben aktivitása jelentősen csökkent. A Magyar Rövidhullámú Amatőrök Egyesületének megalakításában még részt vett, de súlyosbodó betegsége miatt munkát nem végzett. Ezután már nem lehetett hallani róla, gyógyíthatatlan tbc következtében huszonekét évesen elhunyt. Morzebillentyűje 1930-ban örökre elnémult...

Amikor iskolai tanulmányait betegsége miatt abbahagyta, már csak néhány év volt hátra életéből. Ezeket mind a rádiótechnikának szentelte, és munkájának jelentőségét talán nem is érezte át. Az utókor pedig már tudja, hogy rövid élete értelmet nyert azzal, hogy alig tizennyolc évesen, önerejére támaszkodva, útjára bocsátotta azokat a rádióhullámokat, amelyek elvitték üzenetét Abonyból a világ sok tájára. Ebben gyökerezik a sokévtizedes történetére visszanező magyar rövidhullámú amatőr rádiózás. Fábíán István életútja a hazai amatortörténet megörökítésére méltó fejezete.



WAA QSL-ek EK4SAR-nél

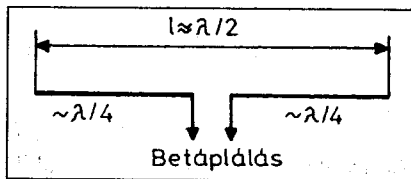
# Az első adóantennám

Stefanik Pál okl. villamosmérnök, HA5BT

Több, mint huszonöt éve, hogy a folyóiratunk SWL-sarok rovatában megjelentetett, kezdőknek szóló vételtechnikai cikkek sikerén felbuzdulva a szerkesztőség elhatározta egy adástechnikai sorozat közlését is. Így született meg „A kezdő amatőr adástechnikája”, amely 1976 májusában indult és 1978 decemberében fejeződött be. Összesen 26 folytatásban tárgyalta az adástechnika problémáit az oscillátortól kezdve egészen az antennáig. Az eltelt negyedszázad alatt az „amatőr” adástechnika alapvetően megváltozott. A se szeri se száma mennyiségben kapható gyári készülékek – manapság – nem nagyon készítetik az amatőr elméletet a mégiscsak szükséges elmélet elsajátítására, de nem nagyon készítetik a kezeket sem az önmegbecsülést és az alkotni vágyást jelentő gyakorlati munkára.

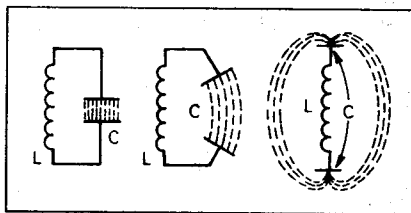
Megváltozott a világ! Kérdés: jó felé haladunk-e? Nem tudom. De vannak jelzések, amelyek arra figyelmeztetnek, hogy célszerű lenne egyik-másik témával ismét foglalkozni. Már csak azért is, mert hányszor mondjuk el, hogy egyes témákat 5–10 évenként meg kellene ismételni, minthogy ez alatt az idő alatt új nemzedékek nőnek fel, akik igénylik ezeket az ismereteket.

Az amatőrsávokat hallgatva, egyik ilyen téma a kezdők, de néha a haladotabbak számára is az antenna kérdése. A korábban említett adástechnikai sorozat foglalkozott a kezdő amatőrök első adóantennájával, mint annak idején írtam a cikksorozat bevezetőjében:



1. ábra

„Nem lenne teljes a kezdő adóamatőr adástechnikája sorozat, ha nem foglalkoznánk adókészülékünk nagyon fontos utolsó »fokozatával«, az antennával. Amatőr szólás-mondás és tegyük hozzá, hogy nagyon igaz: Többet ér egy jó antenna, mint a teljesítménynek kétszeresre való emelése. Tehát már kezdetben arra kell törekednünk, hogy a lehetőségekhez képest a legjobb antennát építsük meg!”



2. ábra

Milyen antennát építsen a kezdő amatőr? Azt tanácsoljuk, hogy a lehető legegyszerűbbet, a 80 méteres amatőrsávra, amelyet különösebb nehézség nélkül elkészíthet. Kétségtelen, hogy vannak ennél jobb hatásfokú antennák, de a kezdeti lépés mégiscsak a minden-

fajta antennatípus alapját képező dipól megismerése legyen.

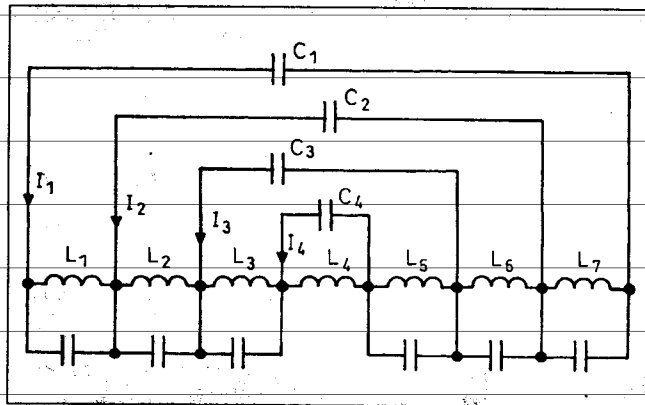
A dipólus két pólust jelent: két, közel  $\lambda/4$  hosszúságú huzaldarabot, amelyekre középen az ún. tápvonal csatlakozik. Erre az antennatípusra is vonatkozik az általános fontos szabály: az adásra alkalmas antenna vételre egyaránt alkalmas; a szakirodalom ezt az elvet a reciprocitás elvének nevezi.

## A félhullámú dipól

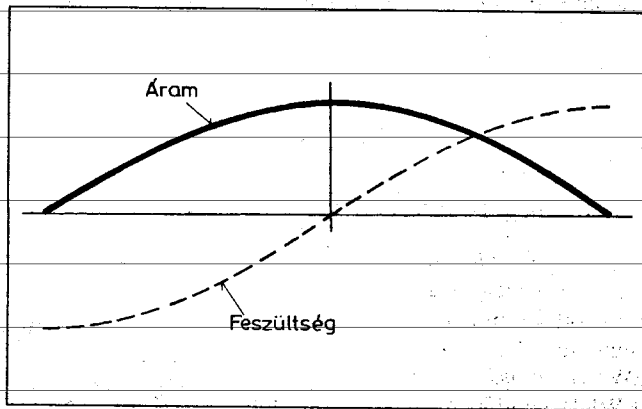
Az 1. ábrán felrajzoltuk a félhullámú dipólt. Az antenna geometriai mérete a használt üzemi hullámhossz közel felével egyezik meg és ennek következtében annak rezonanciában van.

Eddigi tanulmányaink során – többek között – megismertük a zárt rezgőkör működését, amely induktivitásból (tekerces) és kapacitásból (kondenzátor) áll. Az ilyen rezgőkör önfrekvenciáját az  $L$  és a  $C$  határozza meg. Kiszámítása az  $\omega L = 1/\omega C$  alapképletből történik. Gondolatban most végezzük el a következő kísérletet. A zárt rezgőkör  $C$  kapacitásának fegyverzeteit kezdjük eltávolítani egymástól a 2. ábra szerint. Ilyen módon egy nyitott rezgőkörhöz jutunk. Zárt rezgőkör esetén a kapacitás fegyverzete között levő elektromos tér „záródási útja” igen rövid, míg nyitott rezgőkör esetén az elektromos tér, az egymástól eltávolított fegyverzetek között „hosszú úton” át záródik.

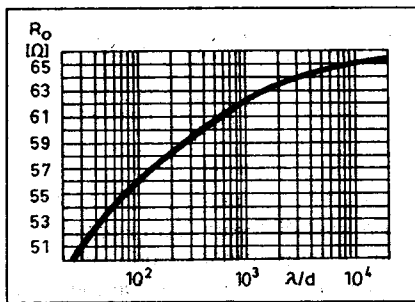
A kifeszített hosszú vezeték (huzal) ugyanúgy viselkedik, mint egy nyitott



3. ábra



4. ábra



5. ábra

rezgőkör. Kapacitása és induktivitása van, amelyek egyenletesen oszlanak meg a vezeték mentén. A hosszú vezeték, tehát az antennát nyílt rezgőkörnek tekinthetjük. A 3. ábrán felrajoltuk egy félhullámú dipólantenna kapacitás- és induktivitás-eloszlását, amelyből igen fontos következtetéseket fogunk levonni.

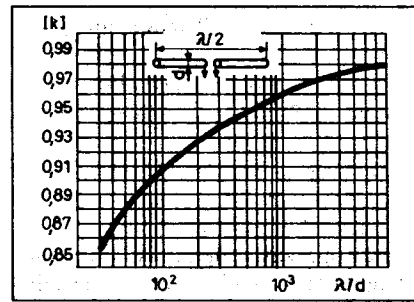
Tételezzük fel, hogy a  $C_1$ , a  $C_2$ , a  $C_3$  és a  $C_4$  kondenzátorban elektromos töltés van. Nyilvánvaló, hogy ez a töltés – akár az egyszerű párhuzamos rezgőkör esetén – a kapacitásokkal párhuzamosan kapcsolódó induktivitásokon keresztül ki fog sülni. Így a  $C_4$ -es kondenzátor az  $L_4$ -es induktivitáson keresztül, melynek következtében létrejön egyrészt egy  $L_4$  nagyságú áram, másrészt egy mágneses térerő (az  $L_4$ -en keresztül folyó áram hozza létre). A  $C_3$ -as kondenzátor az  $L_3$ , az  $L_4$  és az  $L_5$  induktivitáson keresztül sül ki, létrehozva az  $I_3$  áramot, amely természetesen összegeződik az  $I_4$  árammal. A  $C_2$  kapacitás az  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$ ,  $L_5$  és  $L_6$  induktivitáson keresztül sül ki, létrehozva az  $I_2$ -es áramot, amely összegeződik az  $I_3$

és  $I_4$  áramával. A  $C_1$  kapacitás az  $L_1...L_7$  induktivitáson keresztül sül ki,  $I_1$  áramot hozva létre, amely szintén összegeződik. Miután a kapacitások ilyen módon kisültek az induktivitásokon keresztül és az eredeti állapothoz képest ellenkező polaritásra töltődtek fel, a folyamat ismét lejátszódik – ellenkező előjellel.

Az már látható, hogy legnagyobb az áram a vezető közepén, minthogy azon keresztül folyik minden kapacitás árama. Tehát az első fontos következtetés, hogy félhullámú dipól esetén az antenna geometriai közepén legnagyobb az áram, míg az antennavezeték végein csaknem nulla. (Hogy ott mégsem nulla az áram, arra a későbbiek során még visszatérünk.)

A második fontos következtetés, hogy a rezonanciában levő dipól esetén az antenna középpontjában a feszültség zérus, míg az antenna két végén maximális. Így az áram és a feszültség között  $90^\circ$ -os fáziseltolás van. A feszültségek fáziskülönbsége a végeken  $180^\circ$ -os.

Minthogy a dipól geometriai közepén a feszültség zérus, az antenna e pontban földelhető, azaz pl. tv-antennák esetén a tartóoszloppal összeköthető. E „zérus” feszültséggel kapcsolatban szeretnénk megjegyezni, hogy ez a meghatározás csak elméleti jellegű. Ugyanez vonatkozik a „zérus” áramra is, a sugárzó végein. Az antenna fizikai valóság, anyagának véges ellenállása miatt a feszültség közepén nem zérus, mint ahogy a végeken sem lesz teljesen nulla az áram az ún. végeffektus miatt. A gyakorlatnak megfelelően inkább



6. ábra

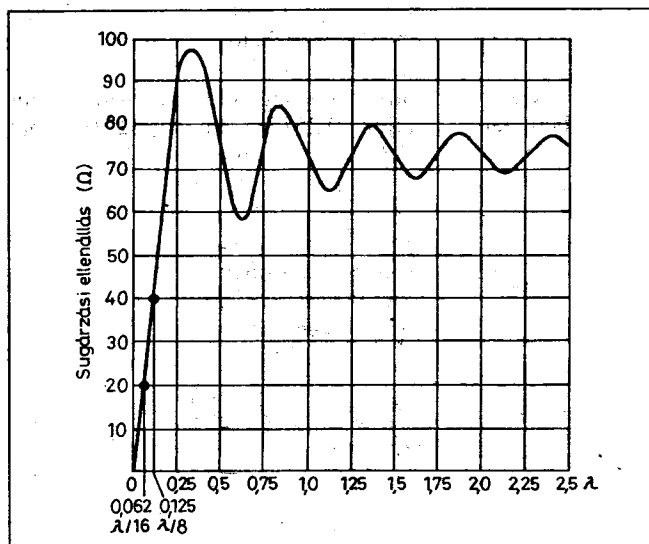
úgy fogalmazhatnánk, hogy az antenna közepén az áram nagy, a feszültség pedig kicsi, míg a végeken a feszültség nagy és az áram kicsi.

A 4. ábrán felrajolt áram- és feszültségeloszlásból a dipólantenna egyik nagyon fontos elektromos jellemzőjét határozhatjuk meg: az antenna impedanciáját. Ha az Ohm-törvényre gondolunk, amely az ellenállást a feszültség és az áram hányadosaként számolja ( $R = U/I$ ), meghatározhatjuk az antenna különböző pontjaiban az impedancia értékét. A legfontosabb a betáplálási pontra, az ún. talppontra kiszámított impedancia értéke. Ez a félhullámú dipól esetében az antenna geometriai közepére esik, s elméletileg  $73 \Omega$ . Ez az érték azonban csak akkor igaz, ha az antenna a Földtől végtelenül messze van, az anyaga pedig végtelenül vékony.

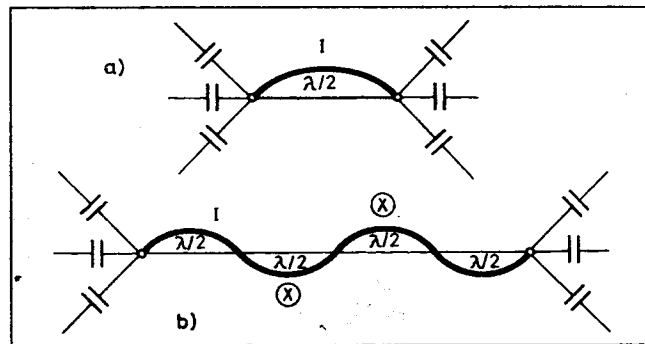
A dipólantenna rezonanciafrekvenciáján az impedancia valós („ohmos”), más frekvenciákon viszont reaktív (induktív vagy kapacitív) összetevőket is tartalmaz. A rezonanciában levő dipólantenna valós értékű talpponti ellenállása az  $R_s$  sugárzási és az  $R_v$  veszteségi ellenállásból tevődik össze.

### Mi a sugárzási ellenállás?

A sugárzási ellenállás azt az ellenállást jelképezi, amely – az antenna helyére



7. ábra



8. ábra

köve – a kisugárzott teljesítményt elfogyasztaná.

Az  $R_v$  veszteségi ellenállás az antennahuzal felületi ellenállásából és az alkalmazott szigetelőkben keletkező dielektromos veszteségekből áll. A veszteségi ellenállás gyakorlatilag elhanyagolható.

A sugárzási ellenállást (talpponti ellenállást) elsősorban az antenna helyzete és környezete határozza meg. A Föld feletti magasság, az antenna alatt levő talaj vezetőképessége, a szomszédos műtárgyak, épületek stb., de az antenna huzalának méretei is befolyásolják, így a karcsúsági tényező. Utóbbi a hullámhossz és az alkalmazott huzal átmérőjének hányadosa:  $\lambda/d$ . A számolásnál a  $\lambda$  és a  $d$  értékét azonos mértékegységben kell behelyettesíteni.

Nézzünk egy példát:  $f = 3,5$  MHz,  $d = 2$  mm.

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{3,5 \cdot 10^6} = 85,71 \text{ m.}$$

$$\lambda/d = 85,71/0,002 = 42\,857.$$

Az **5. ábrából** kiolvassva a talpponti ellenállásra kb.  $65 \Omega$  értéket kapunk, mert a görbe  $\lambda/d > 10^4$  értékek esetén már közel vízszintessé válik. Tehát pl. a rövidhullámú alsósávok tartományában a karcsúsági tényezőnek nincs is gyakorlati jelentősége.

### Elektromos hossz, geometriai hossz

Az amatőrt gyakorlatilag az antenna valóságos mérete érdekli. Tehát az, hogy egy bizonyos huzalból milyen hosszúságú darabot kell alkalmaznia. Meg kell határozni tehát az antenna fizikai hosszát. A talpponti ellenállás tárgyalásánál tettük azt a megállapítást, hogy a félhullámú dipól talpponti ellenállása  $73 \Omega$  abban az esetben, ha – többek között – az antennahuzal végtelenül vékony lenne. Minthogy az antennák megfelelő vastagságú huzalból vagy csőből készülnek és a Föld felszínétől véges magasságban vannak elhe-

lyezve, az elektromos hossz és a fizikai hossz nem egyezik meg egymással. Rezonanciát csak abban az esetben tudunk elérni, ha az antenna fizikai hosszát az elektromos hosszánál rövidebbre választjuk.

Miért kell rövidebbre méretezni az antennát? Könnyen beláthatjuk egy példa segítségével.

Adott egy rezgőkör. Abban az esetben, ha a C kapacitás értéke valamilyen okból megnövekszik, a rezgőkör frekvenciája – az eredetihez képest – megváltozik, alacsonyabb lesz. Ahhoz, hogy az eredeti frekvenciát kapjuk meg, csökkenteni kell a kapacitás értékét. Amint azt már korábban megbeszéltük, a félhullámú antenna felfogható, mint egy nyitott rezgőkör, amelynek rezonanciafrekvenciáját a 3. ábrán feltüntetett elemi induktivitások és kapacitások határozzák meg. Minthogy a valóságos antennát megfelelő vastagságú huzalból készítjük és a Földtől  $x$  méter magasságban helyezjük el, az antenna kapacitásai megnövekszenek az ideális (végtelen magasság) helyzetéhez képest. Ha az eredeti rezonanciafrekvenciát akarjuk megkapni, akkor csökkenteni kell az antenna kapacitását, azaz meg kell rövidíteni az antennát az elméleti alapon kiszámított elektromos hossz értékénél rövidebbre.

Most már csak az a kérdés: mennyivel kell rövidebbre venni a valóságos antennát az elvi alapon számított elektromos hosszánál? Az amatőrnek – szerencsére – nem kell ezzel kapcsolatban bonyolult számolást végeznie, mert kiváló elmék elvégezték már helyettük, majd grafikon formájában közlítették.

A **6. ábrán** levő grafikon mutatja a  $k$  rövidülési tényező és a  $\lambda/d$  karcsúsági tényező közötti összefüggést. Legcélyszerűbb egy példán keresztül bemutatni a grafikon használatát. Mekkora legyen a 80 méteres sávban használt antenna fizikai hossza, ha  $f = 3550$  kHz és  $d = 3$  mm:

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{3550 \cdot 10^3} = 84,5 \text{ m.}$$

$$\lambda/d = \frac{84,5}{0,003} = 28\,169, \text{ így } k = 0,985,$$

$$l = k\lambda/2 = 0,985 \cdot 84,5/2 = 41,6 \text{ m.}$$

Amint látjuk, a  $\lambda/d$ -karcsúsági tényező értéke meghaladja a grafikon 7000-es értékét, ami azt jelenti, hogy e fölött az érték fölött a görbe egyenesbe megy át, s ennek már állandó rövidülési tényező felel meg: 0,98. De meg kell mondani, hogy az így kiszámított 41,6 m antennahossz a gyakorlatban még mindig nem lesz megfelelő számunkra: ez az alapképlet nem veszi számításba azokat a tényezőket, amelyek az antenna hosszának további meg rövidítését teszik szükségessé, így pl. a végeffektus szerepét. Az antennát porcelánszigetelőkkel függesztjük fel, 4 vagy 6 darabbal, így a szigetelők és a kikötést biztosító huzalok további kapacitív terhelést jelentenek, ami az antennahuzal rövidítésével kompenzálható.

Itt kell megemlíteni a környezet hatását is. Az antennaépítéssel foglalkozó szakirodalom felhívja a figyelmet arra, hogy a telepítésnél kerülni kell a különböző műtárgyak közelségét. Az antennát lehetőleg szabad térben kell elhelyezni, távol az épületektől, fémes tárgyaktól, vezetékektől, sűrű lombosított fáktól, mert ezek ugyancsak további járulékos és nem kívánatos kapacitásokat jelentenek.

### Az antenna magassága

Nagyon fontos tényező az antenna távolsága a talajtól, vagyis az antenna magassága, továbbá az alatta levő talaj milyensége, vezetőképessége. A **7. ábrából** kiolvasható a sugárzási ellenállás (talpponti ellenállás) változása a relatív magasság függvényében. Amint látjuk,  $0,25\lambda$ -nál kb.  $86 \Omega$ ,  $0,5\lambda$ -nál  $75 \Omega$ ,  $0,75\lambda$ -nál ugyancsak  $75 \Omega$  a talpponti ellenállás értéke. Az  $1,25\lambda$ -nál nagyobb értékeknel már szinte alig változik. De hát ki tudná csak a  $0,5\lambda$  kívánalmát is teljesíteni – mondjuk – a 80 m-es sáv esetén, ami 40 méter magasságot jelentene?



- RLC elemek
- diódák • tranzisztorok
- analóg, digitális IC-k
- opto alkatrészek
- TV-Video alkatrészek
- kapcsolók, csatlakozók
- relék • trafók

- hangszórók, kábelek
- audio-video kazetták
- műszerdobozok
- elemek, akkumulátorok
- riasztástechnikai eszközök
- ipari kamerák, kiegészítők
- kapuautomatizálás

**SZATELLIT**  
**ELEKTRONIKAI KFT**  
**Szeged, Gogol utca 3.**

Tel.: 62/420-422 • Fax: 62/317-908 • Email: satel@deltav.hu • Internet: www.satel.hu

Egy kísérleti, a 80 m-es amatőrsávban használható, 1:1-es balunnal szimmetrizált, 2 mm átmérőjű rézhuzalból készült antennát telepítettem. A közismert alakképlet alapján kiszámítottam az antenna hosszát, amely 3550 kHz-re, 0,98-os rövidülési tényezővel számolva 41,4 m-re adódott, tehát az antenna szárai egyenként 20,7 m hosszúak.

A telepítési lehetőségeim – sajnos – nem a legjobbak: az egyik oldalon, a kert végében egy természetes nyárfa, a másik oldalon egy 9 m magas oszlop. Mindkét oldalon, csigával föl-le tudom húzogatni az antennákat. Kifeszítés után az antenna közepe kb. 6 m-re van a talajtól, szóval nem egy ideális magasságban.

Az első mérés, amelyet egy MFJ-207-es analízátorral és a hozzácsatolt frekvenciamérővel végeztem – elkésztető volt: 3348 kHz. Leeresztettem az antennát és visszahajtottam (de nem vágtam le!) a fél-fél hosszából 70–70 cm-t.

Az újabb mérés eredménye: 3434 kHz, alacsony még mindig, de már reménykeltően közelít a 3,5 megához. Újabb visszahajlítás 20 cm-nyivel, így a  $\lambda/4$  19,8 m. A frekvenciamérő 3471 kHz-et mutat.

Ismét rövidítés, most 60 cm-t, a  $\lambda/4$  19,2 m. Kiváló az SWR, s a rezonanciafrekvencia 3561 kHz. Tehát az antenna hossza 38,4 m, szemben az eredetileg számított 41,6 m-rel.

Tanulságos kísérlet volt ez számomra. Szinte kézzelfoghatóan mutatta azt, hogy ebben a magasságban, ahová én fel tudom húzni az antennáimat, a megnövekedett járulékos kapacitás miatt a rövidülési tényező 0,98-os ajánlása nem használható. Ugyanezt a kísérletet 40 és 20 méteres dipólintennákkal is elvégeztem, s ugyanerre az eredményre jutottam: 40 m-en 19,3 m, 20 m-en 9,7 m a sávokban rezonanciát (7050 ill. 14 066 kHz) biztosító antenahossz.

Ezek után arra gondoltam, érdemes lenne „visszaszámolni” az én QTH-mra érvényes rövidülési tényezőt, hogy ne kelljen gyakran föl-le húzigálni és visszahajtogatással módosítani az antenahosszakat. Így kiszámoltam, ebben a magasságban, ezen a vizes talajon a rövidülési tényező: 0,91! Érdemes tehát elvégezni az általam ismertett kísérletet, így megállapítani a helyi körülményekre érvényes rövidülési tényezőt.

## A dipólintenna méretezése másként

A céloom tulajdonképpen két egyszerű képlet bemutatása, amelyek csaknem azonos eredményt adnak.

Elsőként a K. Rothammel „Antenna-könyv”-ében található képleteket említem. A rövidhullámú tartományban (30 MHz alatt) a karcsúsági tényező általában nagyobb mint 5000, aminek a 6. ábra szerint már állandósult rövidülési tényező felel meg. Ez esetben tehát a félhullámú sugárzók méretezéséhez a rövidhullámú gyakorlat számára elegendő pontosságot biztosítanak az egyszerűsített képletek:

$$l = 142,2/f_{[\text{MHz}]} \text{ vagy}$$

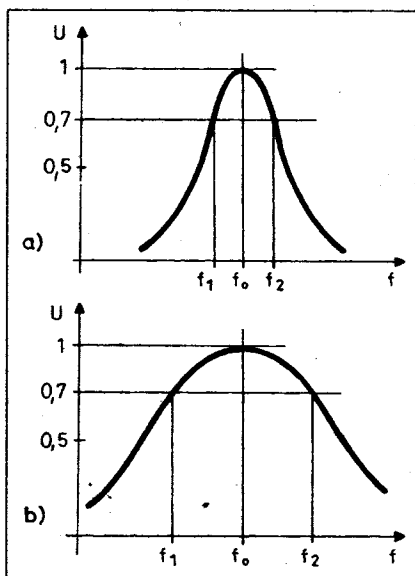
$$l = 142200/f_{[\text{kHz}]}.$$

Ezek a képletek egységesen 0,955-ös rövidítési tényezőt vesznek figyelembe. A rövidhullámú tartományban szokásos  $\lambda/d > 5000$  értékhez a 6. ábra alapján valójában a 0,98-as tényező tartozik. A képlet viszont a gyakorlati tapasztalatok alapján egy pótlólagos rövidítési tényezőt is figyelembe vesz, tekintettel a végeffektusra.

Másodikként említem a talán körültekintőbb, az amerikai „The Radio Amateur's Handbook” által javasolt képletet:

$$L = 150 \cdot (n - 0,05)/f, \text{ ahol}$$

$L$  = az antenna fizikai hossza m-ben,  
 $n$  = az antennán levő  $\lambda/2$  hullámok száma,



9. ábra

$f$  = az üzemi frekvencia MHz-ben.

Ha összevetjük a két fajta képlettel kiszámított értékeket – az eltérés nagyon csekély. Pl. 3,55 MHz-re:

$$142,2/3,55 = 40,06 \text{ m, míg}$$

$$150(1 - 0,05)/3,55 = 40,14 \text{ m.}$$

Feltételezésem szerint mind a két képlet kb. 10...15 m magasan elhelyezett antennákra vonatkozik.

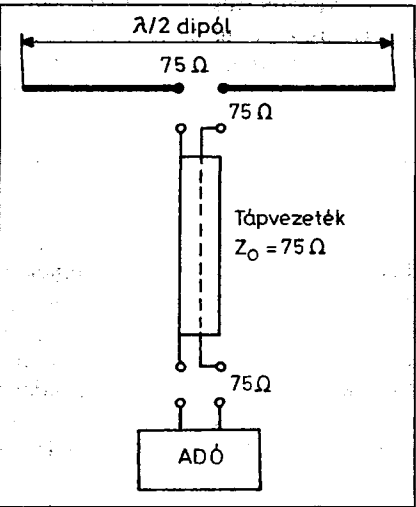
Az utóbbi képlettel kiszámított antenahosszal kapcsolatban feltétlenül meg kell mondani, hogy ez a képlet csak az alapfrekvenciára adja meg helyesen az antenna fizikai hosszát. Ha az antennát a harmonikusokon is használni akarjuk, akkor az előbb kiszámított antenahossz (40,14 m) rövid lesz. A 80 m-es alaphullámra méretezett antenna  $\lambda/2$  értékű, de 40 méteren használva két, 20 m-en négy, 10 m-en pedig nyolc  $\lambda/2$ -es hullám helyezkedik el az antennán. Az antenna rövidülési tényezője az antenna végein fellépő kapacitív véghatásból (végeffektus) adódik (8.a ábra). Ha ugyanezt az antennát pl. 20 m-en (14,05 MHz-en) használjuk, ebben az esetben is csak az antenna végein lép fel rövidítő kapacitív véghatás. A közbenső szakaszon, ahol a két  $\lambda/2$  hullám helyezkedik el (x-szel jelölve), ott nem! Tehát nincs rövidítő hatás (8.b ábra). Ennek következtében az alaphullámú antenna 20 m-en működve rövid lesz. Korábban már leírtuk, hogy a képletben szereplő  $n$  az antennán levő  $\lambda/2$  hullámok száma, a 20 m-es amatőrsáv esetén 4:

$$L = 150(4 - 0,05)/14,05 = 42,17 \text{ m.}$$

Tehát az eredetileg 3,55 MHz-re méretezett antenna 14,05 MHz-re használva a kelleténél mintegy 2 m-rel rövidebbnek bizonyul.

## Az antenna sáv szélessége

Nem beszéltünk még az antenna sáv szélességéről. A magyarázathoz ismét a rezgőkör példáját említem. A rezgőkör jóságát, a Q-t az L/C viszony határozza meg. (A körveszteséget elhanyagoljuk.) Nagy L/C nagy induktivitást, nagy körjóságot és kis sáv szélességet jelent (9.a ábra). Kis L/C viszony kis induktivitást és nagy kapacitást jelent, kis körjóságot és nagy sáv szélességet (9.b ábra). Az antenna L/C viszonya a geometriai méretektől függ. Ebből következik, hogy a vékonyabb huzalból



10. ábra

közötti. Attól függően, hogy milyen antennát használunk, alkalmazzuk az 50 Ω-os kábelt pl. ground-plane antenna esetén, míg a szóban forgó félhullámú dipól esetén a 75 Ω-osat. Már most felhívjuk a figyelmet arra, hogy egy-egy kábelfeladatok csak általános érvényűek, ha lehetséges, akkor ellenőrizzük azt.

Az ismeretlen tápvezeték hullámel-  
lenállását a

$$Z_0 = \sqrt{L/C}$$

képlet segítségével számíthatjuk ki. Először megmérjük egy kábeldarab kapacitását (a kábel túlsó vége nyitott), majd a túlsó véget rövidre zárva az induktivitását. Pl. az ismert tv-szalagkábel hullámel-  
ellenállása:

$$C = 13 \text{ pF}, L = 1,2 \text{ } \mu\text{H}, \text{ így}$$

$$Z_0 = \sqrt{1,2 \cdot 10^{-6} / 13 \cdot 10^{-12}} = 303,8 \Omega.$$

Az RK1-es kábel esetén:

$$C = 76 \text{ pF}, L = 0,5 \text{ } \mu\text{H}, \text{ így}$$

$$Z_0 = \sqrt{0,5 \cdot 10^{-6} / 76 \cdot 10^{-12}} = 81,1 \Omega.$$

A szalagkábel esetében az eredmény csaknem megegyezik a gyár által megadott értékkel, az RK1-es kábel már némileg eltérő eredményt mutat. Tehát erre is gondolni kell, ha valami probléma adódik az antennával vagy a tápkábellel kapcsolatban.

A tápkábelen akkor maximális a teljesítmény-átvitel, ha a tápvonal vége (antenna) a hullámel-  
ellenállásával azonos  $Z_0$  értékű impedanciával van lezárva. Ez valóban 75 Ω-os RK1-es kábel és az üzemi frekvenciára méretezett, rezonanciában levő félhullámú dipól esetén teljesül. Helyes illesztés esetén a tápvezetékben csak haladóhullámok alakulnak ki, az adókészülék által elő-  
állított nagyfrekvenciás energiát teljes egészében az antenna veszi fel és sugározza ki.

### Az állóhullámarány

Mi történik abban az esetben, ha a tápvonal hullámel-  
ellenállása nem illeszkedik az antenna talpponti ellenállásához, attól nagymértékben különbözik? Ebben az esetben az antenna, az illesztetlenség miatt, a tápvonalban állóhullámokat hoz létre. Másként megfogalmazva: az adótól, a tápvonalon keresztül, az antenna felé haladó nagyfrekvenciás energia egy része a tápvonal végétől visszaverődik az adó felé. Eze-

ket a hullámokat a szakirodalom reflexiós hullámoknak nevezi. A haladó és a visszavert hullámok arányát állóhullámaránynak nevezzük. Az angolnyelvű irodalom Standing Wave Ratio, SWR elnevezéssel jelöli. Az állóhullámarányt a következő egyszerű képlettel számolhatjuk:

$$SWR = \frac{U_h + U_v}{U_h - U_v}$$

ahol  $U_h$  a haladó feszültséget,  $U_v$  pedig a visszavert feszültséget jelenti. Ezeket a feszültségértékeket az ún. állóhullámarány-mérő műszerrel mérjük. E műszert a későbbiek folyamán részletesen ismertetjük majd.

Pillanatnyilag tételizzük fel, hogy a műszerek 100-as a skálabeosztása. Haladóhullám állásban 100 fokot mutat, reflektált állásban pedig 20-at. A képlet alapján:

$$SWR = \frac{100 + 20}{100 - 20} = 1,5.$$

Az 1,5-ös érték egy viszonyszám. Ha tökéletes lenne az illesztés, akkor nyilván nem lenne visszaverődés. Ebben az esetben az állóhullámarány egyenlő lenne 1-gyel, mert haladóhullám állapotban a műszer 100 fokot mutatna, reflektált állapotban pedig 0-t. ( $SWR = 100/100 = 1$ .) Tehát ehhez a tökéletes illesztéshez viszonyítunk.

Ha illesztetlenség esete áll fenn, az állóhullámarány mindig nagyobb 1-nél, előző példánk esetében 1,5. Ezt az értéket hasonlítjuk a tökéletes illesztéshez. Ebben az esetben azt mondjuk, hogy az állóhullámarány 1:1,5-höz. Kiszámítható, hogy 1,5-ös állóhullám esetén az antenna felé haladó teljesítmény 4%-a, 1,6-os állóhullámnál kb. 5%-a, 1,8-as állóhullámaránynál kb. 8% és 2-es állóhullámaránynál a teljesítmény 10%-a verődik vissza illesztetlenség miatt. 3-as állóhullámaránynál 25%, SWR 10-nél közel 70%. Ebből a néhány számadatból a gyakorlat számára azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a 2-es állóhullámarány (1:2) még elfogadható.

Az antenna felé haladó nagyfrekvenciás teljesítmény egy részét az antenna kisugározza, más része az illesztetlenség miatt visszaverődik az adó felé. A visszaverődés miatt állóhullámok keletkeznek a tápvonalon, amelynek következtében látszólag megnövekszik a kábel vesztesége, továbbá a reflektált teljesítmény egy része az

készült antenna kisebb, a vastagabb – mondjuk – csőből készült (URH) antenna nagyobb sávzélességet mutat.

### A dipól táplálása

Ahhoz, hogy antennánkat működtessük, össze kell kötni az adókészülékkel. Tehát az adókészülék által termelt nagyfrekvenciás energiát az antennára kell juttatni. Ezt a műveletet az ún. tápvonalal, tápkábellel valósíthatjuk meg. A korábbiakban már megbeszél-  
tük, hogy a félhullámú dipól talpponti impedanciája, rezonancia esetén 70 Ω körüli érték. Ahhoz, hogy ezt az antennát energiával táplálhassuk, olyan tápvonalat, tápkábelt kell keresnünk, amelynek hullámel-  
ellenállása illeszkedik az antenna bemeneti, azaz a talpponti impedanciájához.

Egy új fogalmat írtunk le az előbb: hullámel-  
ellenállás. A tápvezeték hullámel-  
ellenállása az az impedancia, amelyet a véges hosszú tápvonal bemenetén akkor mérhetünk, ha a tápvonal kimenetét ugyanezzel az impedanciával zárjuk le. Ha tehát egy 75 Ω-os koaxiális kábel egyik végét (kimenetét) olyan antennával zárjuk le, amelynek talpponti ellenállása ugyancsak 75 Ω, a kábel másik végén (bemenetén) szintén 75 Ω-ot mérhetünk. Ez csatlakozik, illeszkedik az adó kimenetére. Ezt az elmondott sorrendet: antenna talpponti impedancia – tápkábel – adókimenet érdemes megjegyezni; a 10. ábrán is felrajzoltuk.

A gyakorlatban rendszerint koaxiális kábelt alkalmazunk az antenna táplálására, hullámel-  
ellenállása 50 és 75 Ω

adóba jut vissza és ott további melege-  
dést, esetenként más károsodást okoz.

A következőkben leírtak alapja egy-két, a sávokban elhangzott „panasz”: „Nem értem, nagyon jó az SWR-em és mégsem működik jól az antennám.”, vagy „Leszedem az új dipómat, mert azzal rosszabb riportokat kapok, mint a kis riggel és a régi antennával, pedig a teljesítményem négyszer akkora.” Hol a hiba?

Talán induljunk ki abból az ideális állapotból, amikor az üzemi frekvenciával rezonáns dipólt a talpponti ellenállásával megegyező hullámellenállású koaxiális kábellel tápláljuk. Tehát az adó nagyfrekvenciás teljesítményét ideálisan továbbítja, az antenna ideálisan le is sugározza.

Most bontsuk meg ezt az „összhangot”, változtassunk először a dipól hosszán. Akár hosszabbra, akár rövidebbre készítjük a sugárzót, az már nem rezonáns az üzemi frekvenciával, ennek következtében a talpponti ellenállása már nem lesz valós, hanem reaktáns (más szóval: képzetes) tagokat is fog tartalmazni. Így a nem rezonáns sugárzó egyrészt rossz hatásfokkal sugározza majd az adó teljesítményét, másrészt az illesztetlenség reflexiót fog okozni.

Második kísérletünknel hagyjuk meg a rezonanciában levő sugárzó hosszát, de cseréljük le a tápkábelt durva illesztetlenséget „biztosító” kábelra. Ez magas állóhullámarányt eredményez, amelynek következtében erőteljes lesz a reflexió, így az adó teljesítményének csak bizonyos hányada kerül kisugárzásra.

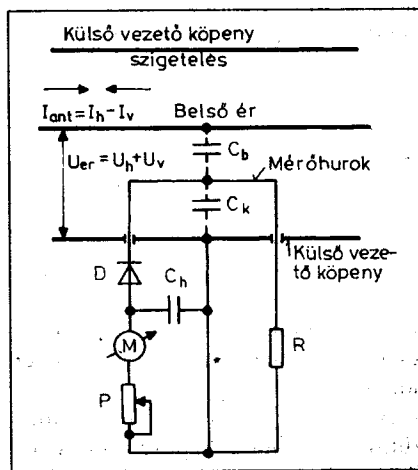
Ebben az esetben a kezdő amatőr hajlamos azt hinni, hogy meg tudja szüntetni, „ki tudja hangolni” a durva illesztetlenségből adódó magas SWR-értéket egy adóoldali antennahangolóval vagy egyéb illesztőegységgel. Ez bizony óriási tévedés! Az SWR értékét csak a tápkábel és az antenna közötti illesztés határozza meg! Ha a rezonáns dipól talpponti ellenállása  $73 \Omega$ , a tápkábel hullámellenállása pl.  $150 \Omega$ , így bárhogy is hangolgatunk, a  $150 \Omega$ -ból soha nem lesz  $75 \Omega$ ! Ezt kell megérteni és megjegyezni! Amit ilyenkor az amatőr hangol, az az illesztőegység bemenete és az adó kimenete közötti impedancia.

Fontos következtetéseket vonhatunk le a két esetből. Elsősorban azt, hogy mindenképpen törekedni kell az „ideális” állapot megvalósítására. Te-

hát helyesen kell mértenzi a sugárzót, biztosítani kell a rezonáns antenna és a tápkábel jó illesztését.

Nem közömbös a tápkábel hossza sem, bár amatőrreink egy része nem tulajdonít ennek nagy jelentőséget, pedig erre is oda kellene figyelni. Az a valamikori megállapítás, hogy pl. a Windom antenna egyszálás tápvezetéke „tetszőleges hosszú”, „any length” lehet, némi kiegészítésre szorul. És ez a kiegészítés a lelke a fenti kijelentő mondatnak. Ugyanis a „tetszőleges” hossz akkor és csak akkor igaz, ha a tápvezeték a hullámellenállásával megegyező ponton csatlakozik az antennára.

Egyszálós dipólantennánál egyszerű az eset, mert ahogyan már megbeszéltük: a kb.  $70 \Omega$ -os talpponti impedanciához közeli vagy azonos hullámellenállású tápkábelt kell alkalmazni, tehát a megfelelően jó illesztés esete áll fenn. Ha azonban az üzemi frekvenciával nem rezonáns az antenna, vagy a tápvonal hullámellenállása durván eltér a talpponti ellenállás értékétől, a kábel alsó (adóoldali) végén végzett mérés helyessége esetleg függ a tápkábel hosszától. Célunk az, hogy a mérés során a valóságnak megfelelő adatokat kapjunk, tehát a betáplálási pontban (az antenna geometriai közepe) mérhető értéket mérjük a kábel alsó végén is. Ez csak akkor lehetséges, ha tápkábel hossza  $k\lambda/2$ , vagy ennek egész számú többszöröse, mert ez a kábelhossz nem transzformál: a „fent” lévő impedanciát 1:1-ben viszi át és így „lent” is ugyanezt az értéket fogjuk mérni. Ez a hossz  $3550 \text{ kHz}$ -re nézve  $27,88 \text{ m}$ , abban az esetben, ha olyan tápkábelt alkalmazunk, amelynek a rövidülési tényezője  $k = 0,66$ .



11. ábra

A tápkábel helyes hossz méretének megválasztása különösen többsávós, illesztő balunnal táplált antenna esetén fontos, mert a mérés csak akkor válik egyértelművé, ha a tápkábel „nem működik közre”, tehát nem transzformál, vagyis „lent” a „fenti” tényleges való-ságot „látjuk” és mérjük.

A  $k$  rövidülési tényező a közismert, tömör polietilén érszigetelésű RK1, RK19, RG58C/U típusú koaxkábelok esetén  $0,66$ . Léteznek pl.  $0,84 \dots 0,89$  rövidülési tényezőjű koaxkábelok is, ezek érszigetelése habosított polietilén. Tanácsos a használandó kábel rövidülési tényezőjét a szakkönyvekben kö-zölt táblázatok alapján ellenőrizni.

## Az állóhullámarány-mérő

A tápvezeték állóhullámarányának megállapítására az ún. állóhullámarány-mérőt használjuk. A műszerrel viszonylag egyszerű a mérés.

A mérési és a működési elvet a 11. ábra alapján, a koaxiális tápvonalak esetén használatos mérésre vonatkozóan ismertetjük. Az elv igen egyszerű, mert lényegében a tápvonalban a két irányban haladó hullámot kell indikálni. A szakirodalomban elsősorban iránycsatlóról, majd azokból leszár-maztatott állóhullámarány-mérőkről, idegen szóval reflektométerekről van szó.

A méréshez az antennához használt tápvonal hullámellenállásával megegyező hullámellenállású kábeldarabot használunk fel. A kábel külső szitájától szigetelten egy mérőhurkot helyezünk el. A mérőhurokban keletkezett nagy-frekvenciás feszültséget a D dióda egyenirányítja, s az így kapott egyenfeszültséget az M műszer indikálja. A P potenciométerrel – a műszer érzékenységeinek megfelelően – a végkitérést tudjuk beállítani. A  $C_h$  kondenzátor nagyfrekvenciás hidegítést végez.

Ha az antenna és a tápkábel illesztése helyes, akkor – mint már korábban is megállapítottuk – csak az antenna felé haladó hullámok jönnek létre. Ha azonban helytelen az illesztés, akkor az antenna felé folyó nagyfrekvenciás áramon kívül azzal ellentétes irányú (reflektált) áram is keresztülfolyik a vezetőn. E visszafelé folyó áram nagysága attól függ, hogy mekkora az illesztetlenség, azaz mennyiben különbözik a tápkábel impedanciája az antenna talpponti impedanciájától. Mivel két ellentétes irányú áramról van szó, az

eredő áram, amely tulajdonképpen egyenlő az antenna által felvett árammal, a kettő különbségéből adódik. Tehát  $I_{ant} = I_h - I_v$ . Ezt a tényt a rajzon is feltüntettük.

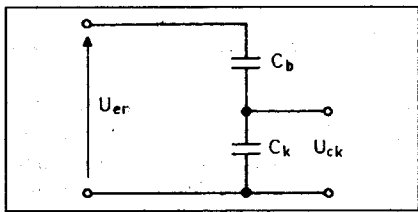
Feszültség vonatkozásában azt a megállapítást tehetjük, hogy a külső vezető köpeny és a belső ér között egy  $U_{er}$  nagyságú nagyfrekvenciás feszültség mérhető, amely mindenkor az  $U_h$  haladó és az  $U_v$  visszavert feszültségek összegével egyenlő. Azt a tényt, hogy összegfeszültségről van szó, szeretném kihangsúlyozni.

A mérőhurok kapacitív, illetve induktív csatolásban áll a kábeldarab külső vezető köpenyével és belső érrel. Mindkét csatolás következtében a mérővezetékben feszültség keletkezik. A kapacitív csatolás következtében a mérőhurokban  $U_{ck}$  nagyságú részfeszültség keletkezik. Amint az ábrából is kitűnik, a  $C_b$  és  $C_k$  kapacitás a kábeldarab belső ere és külső köpenye között helyezkedik el, s a mérőhurokra vonatkoztatva kapacitív osztót képez. A  $C_k$  kapacitáson, azaz a mérőhurokban

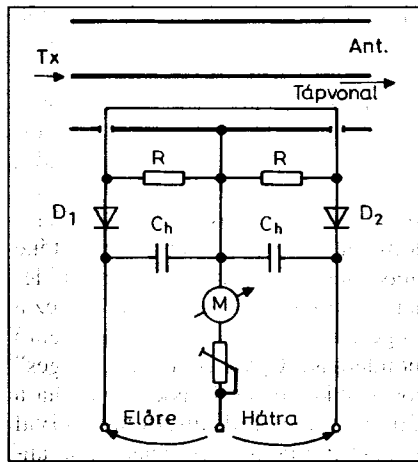
$$U_{ck} = U_{er} \frac{C_b}{C_k + C_b}$$

nagyságú részfeszültség keletkezik. A 12. ábra szemlélteti a feszültségosztó-egyenlet rajzát. Ez a nagyfrekvenciás feszültség megfelelő nagyságú nagyfrekvenciás áramot hoz létre a mérőhurokban. Azonban az  $U_{er}$  – az előbb elmondottak alapján – összegfeszültségként jön létre, így az általa létrehozott áramerősség független attól, hogy az  $U_{er}$  összegben mekkora hányaddal vesz részt az  $U_h$  haladó, illetve az  $U_v$  visszavert hullám.

Más a helyzet azzal az árammal, amely a mérőhuroknak a belső érrel való induktív csatolása útján jön létre. Ennek az áramnak a nagysága és iránya az  $I_{ant}$  antennaáramtól függ, amely mint láttuk az  $I_h$  haladó és  $I_v$  visszavert különbségként adódik. Minthogy az előbb említett kapacitív csatolás és a most említett induktív csatolás egyidejűleg hozza létre a kapacitív és az induktív



12. ábra



13. ábra

áramot, így azok egyidejűleg folynak keresztül a mérőhurokon. A két áram egymáshoz viszonyított fázisától függően vagy összeadódnak, vagy kivonódnak egymásból.

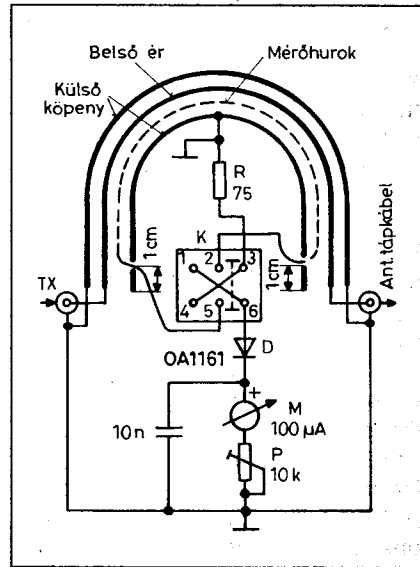
Ha feltételezzük a tápkábel és az antenna tökéletes illesztését, akkor a mérőhurok hosszát és a belső értől való távolságát úgy kell megválasztani, hogy a kapacitív és az induktív csatolásból keletkező áramok egyenlőek legyenek egymással. Ezek az áramok a mérőhurok „irányától” függően vagy összeadódnak egymással vagy kivonódnak egymásból. Ha azonban az illesztés nem megfelelő az antenna és a tápvonal között, úgy a mérőhurokban indukált két áram már nem lesz egyenlő egymással, s a mérőhurok „irányának” megfelelően különböző lesz az áramok értéke. Ebből a különbözetből következtethetünk az illesztetlenség mértékére.

Hogyan lehet felhasználni az egyszerű iránycsatolót az amatőrgyakorlat számára? A 13. ábránk adja meg a választ, amelyen gyakorlatilag két iránycsatolót alkalmaztunk. Ez a kapcsolás már alkalmas arra, hogy indikáljuk vele a haladó és a visszavert hullámokat. Tulajdonképpen ez már az állóhullámmérő elvi kapcsolási rajza. Az ábrából kitűnik, hogy a kapcsolás a mérőhurok polaritásváltására alkalmas, mégpedig úgy, hogy az „Előre” irány esetén a  $D_1$  diódát, „Hátra” irány esetén pedig a  $D_2$  diódát működtetjük. Az M műszer ennek megfelelően hol az egyik, hol a másik irány feszültségét indikálja.

Az amatőrgyakorlat számára nincs szükség a két diódás kapcsolásra. A kézikönyvek legtöbbször az állóhullámaránymérő egydiódás változatát ismer-

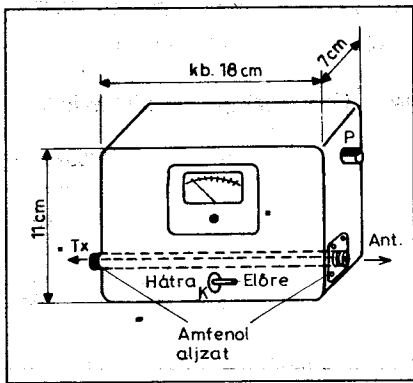
tetik, mert az a rövidhullámú tartományokban gyakorlatilag megfelelő pontosságú mérést biztosít. A megépítendő műszer kapcsolását a 14. ábrán láthatjuk.

A készüléket a következőképpen építsük meg. A mérésre használt kábeldarab és az antennát tápláló koaxiális kábel azonos hullámellenállású legyen. Az amatőrgyakorlatban pl. a névlegesen  $75 \Omega$ -os hullámellenállású RKI-es koaxiális kábelt használjuk a dipólan-tennák táplálására. Ebből a kábeltől levágunk 15 cm-nyi darabot és lehúzzuk róla a műanyag védőköpenyt. A vörösréz szítát (harisnyát) a kábeldarab két vége felől a közép felé összenyomjuk, így az a belső eret körülvevő dielektrikumról könnyen lehúzható. Következik a mérőhurok elhelyezése. Ezt úgy valósítjuk meg, hogy először a már üres réz szítát eredeti (15 cm) hosszúságúra széthúzzuk. Mérőhurokként kétszer selyem és zománc szigetelésű, 0,3 mm-es huzalt alkalmazunk. E huzalnak a külső réz-szita és a kábel dielektrikuma közé kell kerülnie. Ezért a széthúzott külső szita egyik végétől számítva 1 cm-re, kívülről bedugjuk a huzalt a szita belsejébe és a másik végétől számítva, ugyancsak 1 cm-re pedig kivezetjük azt. A külső szita szövése igen laza, így ezt a műveletet könnyen el tudjuk végezni. Ezután a külső szítát összenyomjuk egy kicsit és óvatosan rátoljuk – most már a benne levő mérőhurokkal együtt – a kábel dielektrikumára, majd a szítát széthúzzuk. A műanyagköpenyt nem helyezük vissza a szitára.



14. ábra





15. ábra

A készüléket alumínium dobozba építjük. Egy lehetséges kivitel mutat a 15. ábra. A doboz két oldalán amfenolt helyezünk el, ide csatlakozik az adótól jövő, illetve az antennához menő kábel. A méréshez használt kábeldarab eredeti belső erét a két amfenol meleg pontjához forrasztjuk. A szitát gondosan megtisztítjuk és az amfenol hideg végéhez (forrcsúcsra) forrasztjuk. A szita alá behúzott mérőhurokot a 14. ábrán feltüntetett módon az irányváltó két-áramkörös kapcsolóhoz forrasztjuk.

Az R-rel jelölt 75 Ω-os indukciómentes ellenállást pontosan az alkalmazott mérődarab külső szitájának a feléhez kell forrasztani, tehát az egyik végétől 7,5 cm-re. Az ellenállás szám-szerű értéke általában megegyező a koaxiális kábel hullámellenállásának értékével. Lényeges követelmény a helyes működés szempontjából, hogy a szerelés, a mérőhurok elhelyezése, az R ellenállás bekötése (pontosan a szita közepére) szimmetrikus legyen a bemeneti és a kimeneti pontokra vonatkoztatva. A dióda szinte bármilyen nagyfrekvenciás típus lehet, én az OA1161-et alkalmaztam.

### A műszer kalibrálása

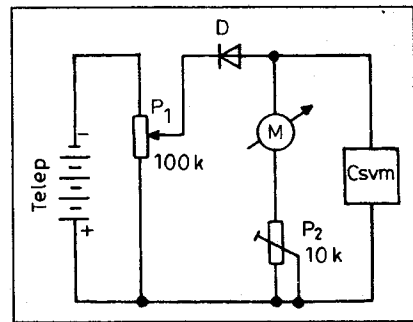
Az állóhullámarány-mérő kimenetét a tápvonal hullámellenállásával (75 Ω) egyenlő értékű valós ellenállással zárjuk le. Erre a célra kizárólag indukciómentes (massza) ellenállást használhatnak, tehát spirálisan köszörült ellenállás nem megfelelő. A nagyobb terhelhetőség elérése céljából több tagból is összeállíthatjuk műterhelésünket. Így pl. 10 db 750 Ω, 2 W-os ellenállás párhuzamos kapcsolásával 75 Ω-ot kapunk, 20 W terhelhetőséggel.

Az adókészülékből kb. 10 Ω nagyfrekvenciás teljesítményt adunk a mű-

szerre. A K kapcsolót „Előre” állásba helyezzük, így a 2 és a 3, valamint az 5 és a 6 jelű érintkezői vannak zárva. Az M műszer mutatója ekkor valamilyen értéket fog mutatni. A 10 kΩ-os érzékenységszabályozó potenciométerrel végkitérésre állítjuk a műszer mutatóját. Ezután a kapcsolót „Hátra” állásba kapcsoljuk. Minthogy a kimenet illetően van lezárva, a műszer mutatójának csaknem nullára kell visszaesnie. Tétélezzük fel, hogy a műszer skálája 100-as osztású, így most csak kb. 2–3 osztásig szabad kitérést mutatnia. Ha ennél lényegesen nagyobb a kitérés, akkor valószínűleg nem megfelelő az R ellenállás értéke. Tehát ezt kell cserélni mindaddig, amíg csak nem kapunk 2–3 fokal kitérést.

Célszerű az M műszernek új skálát készíteni. Ugyanis a Deprez-műszerek skálája lineáris, itt viszont az egyenirányítón keresztül indikáljuk a feszültséget. Így a dióda karakterisztikája miatt nem lineáris a skála. Ezért célszerű új skálát készíteni a 16. ábra kapcsolá-sa, s a következők szerint.

A P<sub>2</sub>-es érzékenységszabályozó potenciométert közéállásba helyezzük, a P<sub>1</sub>-gyel pedig akkora feszültséget adunk a telepről a diódára, hogy az M műszer mutatója csaknem végkitérést mutasson. A pontos végérték beállítást a P<sub>2</sub>-vel végezzük el. Célszerű a végkitérést biztosító feszültséget a potenciométerekkel úgy beállítani, hogy az kerek értékű legyen, pl. 10 V. Ezt a feszültséget fogjuk mérni a csövoltmérővel vagy egy más, nagy belsőellenállású kéziműszerrel. Miután a P<sub>2</sub>-vel beállítottuk a műszer mutatójának végkitérését, azt megjelöljük a skálán. Majd a P<sub>1</sub> segítségével csökkentjük az M műszer feszültségét, mindig tizedrészenként, minden egyes csökkentés után megjelöljük a mutató állását a skálán. Azért javasoltam a kerek feszültségértéket, mert a csövoltmérővel így könnyebb a tizedrésnyi csökkentést



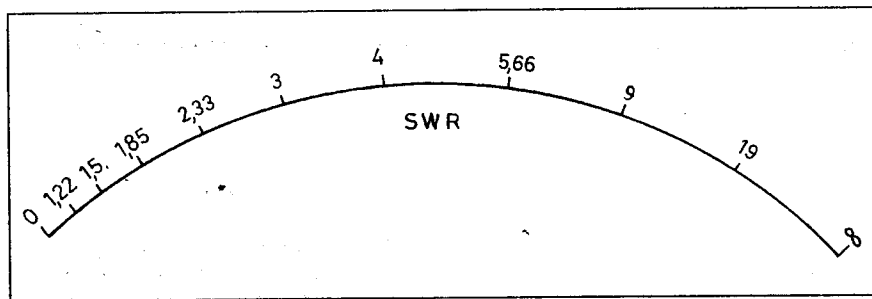
16. ábra

beállítani. Miután a tíz feszültségcsökkentést elvégeztük és az azokhoz tartozó mutatóállást bejelöltük, megkaptuk a diódával összekapcsolt műszer új skálabeosztását, amely már nem lineáris a dióda karakterisztikája miatt, különösen nem a skála kezdeti szakaszán. Az így felvett skálapontok mindegyikéhez kiszámoljuk az állóhullámarányt.

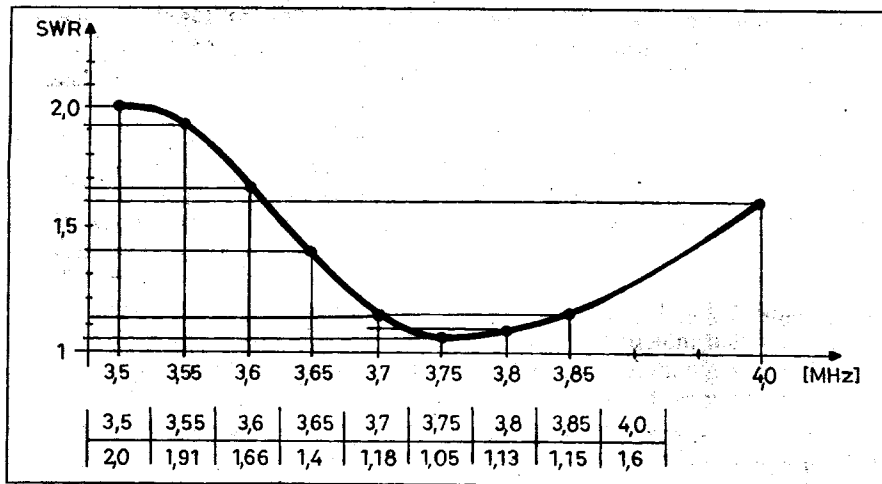
### Mérés az állóhullámmérővel

Az elkészített műszert az adó és az antenna tápkábel közé kapcsoljuk. A műszer iránykapcsolóját „Előre” állásba helyezzük és az adóról nagyfrekvenciás energiát adunk. Ekkor az M műszer valamilyen értéket fog mutatni. A P potencióméterrel (14. ábra kapcsolásában) végkitérésre állítjuk az M műszer mutatóját. Tétélezzük fel, hogy a skálánk 100-as osztású, tehát a végkitérésnek ez felel meg. „Hátra” állásban a műszer mutatója pl. 17 osztást mutat. E két értékből a már ismert képlettel ki tudjuk számítani az állóhullámarányt:  $SWR = 1,4$ .

Az M műszernek azért készítünk új skálát, hogy arról közvetlenül leolvashassuk az állóhullámarányt. Ezért a tízes osztásoknak megfelelően (10, 20, 30, 40 stb.) felosztjuk az állóhullámarányt. Ha az iránykapcsoló „Hátra” állásban 10, 20, 30, 40 stb. fokot



17. ábra

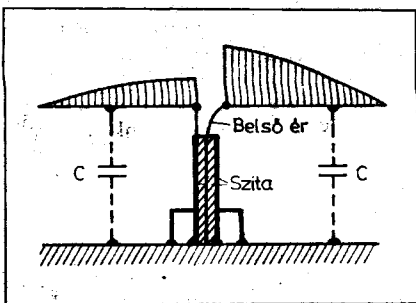


18. ábra

mutat a műszer, ezekhez a következő állóhullámarány értékek tartoznak:

10-hez 1,22, 20-hoz 1,5, 30-hoz 1,85, 40-hez 2,33, 50-hez 3, 60-hoz 4, 70-hez 5,66, 80-hoz 9 és 100-hoz végtelen ( $\infty$ ). Ezeket a kiszámított értékeket az egyes osztások fölé írjuk a 17. ábra szerint. Ilyen módon, üzem közben bármikor ellenőrizhetjük az állóhullámarányt és emellett „Előre” állásban fel tudjuk használni a maximális kimenőteljesítmény indikálására. Ilyenkor a műszer P potenciométerével a mutatót kb. a skála felére állítjuk, ez után hangoljuk adónkat úgy, hogy a műszer mutatója minél nagyobb kitérést mutasson.

Előfordulhat, hogy az előbbieken javasolt 15 cm-es koaxdarab rövidnek bizonyul, kevés feszültséget szolgáltat; ekkor kb. 20...25 cm-es darabot kell alkalmazni.



19. ábra

Az állóhullámarány-mérőt nemcsak a tápkábel és az antenna jó vagy rossz illeszkedésének megállapítására használhatjuk. Közvetett módon az antenna rezonanciafrekvenciáját is meg tudjuk – jó közelítéssel – állapítani, a következő módon. Rajzolunk egy koordinátarendszert, amelyben függőleges tengelyre az SWR-t, az állóhullámarányt, a vízszintes tengelyre pedig az üzemi frekvenciát írjuk fel a 18. ábra szerint.

Tekintsük pl. a 80 méteres amatőrsávot, mely esetben 50 kHz-enként bejelöljük a frekvenciát, s ennek megfelelően végezzük el a mérést. Minden egyes frekvenciához tartozó állóhullámarányt bejelöljük a grafikonba. Ha jó méretezett az antenna (sávon belül rezonáns), akkor a 18. ábrán látható görbéhez hasonlót fogunk kapni. A görbe „legmélyebb pontja” egyértelműen mutatja, hogy az antenna melyik frekvencián rezonál.

### Az antenna szimmetrizálása

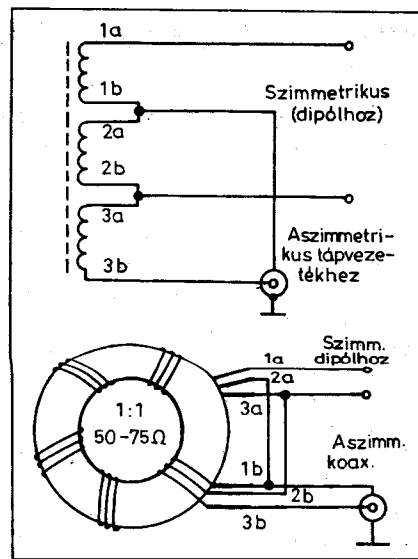
Cikkünkben igyekszünk minél több alapvető elméleti és gyakorlati szempontra felhívni a kezdő amatőr figyelmét. Ilyen – többek között – az antenna építésével kapcsolatban a szimmetrizálás kérdése.

Az általunk használt dipól szimmetrikus felépítésű. Ebből következik,

hogy a dipól talpponti ellenállásával megegyező szimmetrikus tápvonallal kellene táplálni. Ilyen a szalagkábel, vagy az amatőr berkekben „tyúklétrának” nevezett kéthuzalos felépítésű tápvonal.

A mai, modern adók kimenete általában 50...75  $\Omega$ -os és aszimmetrikus. Ezért is célszerű koaxiális kábelt alkalmazni a dipól táplálására. Koaxiális kábel használata nemcsak adás, de vétel szempontjából is előnyös, mert földelt külső köpenye zavartól mentesítheti vevőnkét, amelyek nem árnyékolt kábel esetén a vevő bemenetére jutnak. Még a koaxiális kábel mellett szól, hogy a hullámellenállása többnyire 50 vagy 75  $\Omega$ , tehát jó közelítéssel megegyezik a dipól talpponti impedanciájával.

Abban az esetben, ha egy szimmetrikus antennát (dipólt) aszimmetrikus tápvonallal (koaxkábel) táplálunk, a tápvonal aszimmetrikusan fogja terhelni az antennát. Ez az antenna egyenlőtlen gerjesztésében nyilvánul meg. A dipólnak az a szára, amelyre a koaxiális tápvonal belső ere csatlakozik, lényegesen nagyobb (kb. 30...40%) nagyfrekvenciás energiát vesz fel és sugároz le, mint a másik szár, amelyre a koax külső köpenye csatlakozik. Ugyanis a



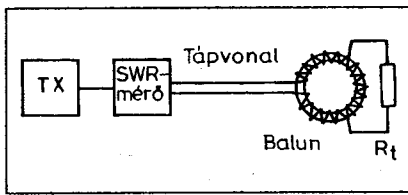
20. ábra

**BISCHOF** Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. H-1085 Budapest, Stáhlly utca 1.

Tel.: 318-1861, fax: 483-0709, e-mail: ha5ti@bischofkt.hu

**Elektronikai alkatrészek beszerzése rövid határidővel, teljes körű ügyintézésessel.**

SUHNER csatlakozók, semi-rigid kábelek, MITSUBISHI teljesítmény-modulok, SIEMENS vasmagok, SEMIKRON IGBT-k, ELECTRONICON kondenzátorok, az SSB Electronic és SYMEK termékei.



21. ábra

koaxiális kábel külső köpenye földelt és emiatt – a szimmetrikus dipólhoz csatlakoztatva – a dipól két felének földkapacitása egymástól eltérő értékű lesz. Ha a betáplálási pont előtt, a külső és a belső vezetőkben folyó áramok azonos erősségűek, a tápvezetékét rácsatlakoztatva a dipólra, annak két szárában különböző áramokat kapunk, s a köpeny külső felületén kiegyenlítő áram fog folyni. Ez az áram erős külső sugárzási teret fog létesíteni, amely eltorzítja az antenna irányjellegességét (lepkéjét), továbbá megnöveli az energiaveszteségeket (19. ábra).

Ez a káros jelenség akkor is fennáll, ha jó az illesztés, vagyis az SWR-mérővel igen jó állóhullámarányt mérünk. Ún. baluntranszformátorral a táplálást szimmetrikussá tehetjük anélkül, hogy a tápvonal hullámenállását megváltoztatnánk. Olyan szimmetrizáló balunt kell készítenünk, amely az impedanciákat (tápvonal és antenna) 1:1 arányban teszi át egyik oldalról a másikra. Az ilyen balun elkészítéséhez legalkalmasabb a ferritgyűrű, amelyre megfelelő módon három tekercset helyezünk el. Az elkészítendő balun elvi kapcsolását a 20. ábra mutatja, ugyanitt feltüntetjük a gyakorlati kivitel is. Betűkkel és számokkal jelöltük a három különálló tekercs kivezetéseit, amelyeket az ábra szerint kell összekapcsolni. Egyelőre csak a 80 m-es amatőrsávra akarjuk elkészíteni, így 314 menetet kell feltekercselni a rajzon látható módon a ferritgyűrűre. Megjegyezzük, hogy ez a menetszám a 40 m-es amatőrsávra készített dipól esetén is megfelelő. 0,9 mm-es átmérőjű, zománcozott rézhuzalt kb. 500 W terhelésg használhatunk.

A balun elkészítése után ellenőrizzük azt. A tápvezeték egyik végét az adó kimenetére, a másik végét a balunra csatlakoztatjuk. A balun kimenetét indukciómentes ellenállással, műterheléssel lezárjuk. A mérést a 21. ábra szerint végezzük el. Akkor megfelelő a transzformátorunk, ha az SWR-mérővel 1:1 állóhullámarányt mérünk.

A baluntranszformátor elkészítésének fő gondja a ferritgyűrű kiválasztása és beszerzése. Erre a célra kizárólag nagyfrekvenciás ferritet használhatunk. Az alkalmasságot legkönnyebben kísérleti úton állapíthatjuk meg. A ferritgyűrűre feltekercselünk 15...20 menetet, majd megmérjük az induktivitását. Ha a menetenkénti induktivitásra 0,7...1 H adódik, a gyűrű általában használható. Még jobb megoldás, ha az elkészített balunt műterheléssel lezárjuk és 3–5 percig nagyfrekvenciás teljesítményt adunk rá. Ha a gyűrű csak kis mértékben melegszik (40 °C-ig) akkor megfelelő, különben nem alkalmas.

Nem mindenki tud megfelelő ferritgyűrűt beszerezni, így más megoldást is kell keresnünk. Minthogy az amatőr-tábor az „okos emberek gyülekezete”, egyes tagjai ezt a problémát is megoldották: a légmagos balun talán még alkalmasabb is a feladatra, mint a ferritgyűrűs.

A Rádiótechnika az 1989/2. számában közölt egy kiváló megoldást ZS2LR tollából: 3...30 MHz-es frekvenciatarományban, 0,5 dB alatti átviteli csillapítás mellett, az átvihető csúcsteljesítményt 4 kW-ban adja meg. Ezt a balunt magam is elkészítettem, kiválóan működik. A 22. ábra szemléletesen mutatja egyrészt a balun elvi kapcsolását, másrészt a fizikai kivitelezést is. Némi módosítást hajtottam végre rajta – az adottságok miatt -, de ebből semmi problémám nem adódott. Így a balun tekercsteste 35 mm átmérőjű, 10 cm hosszúságú műanyagcső. A tekercselés trifiláris, három szál, szorosan egymás mellett tekercselt huzalból áll, a menetszám háromszor 12 menet, 1,2 mm átmérőjű CuZ huzalból. Célszerűen először az első 12 menetet tekercseljünk fel, majd közvetlen mellé a második 12 menetet, végül a harmadikat.

A tápkábel csatlakoztatását biztosító amfenol „mamát” a műanyag cső alsó végébe készített négy furatba, rézhuzallal tudjuk odaerősíteni. A huzalt ötször-hatszor fűzzük át a furatokon. Természetesen ezt megelőzően a megfelelő vezetékeket, tekercsvégeket beforrasztjuk az amfenolra. A „T” idom a két megfelelő tekercsvég, illetve a dipólszárak bekötésére szolgál. Az egész balunt célszerű az időjárás viszonyosságai ellen egy megfelelő méretű flakonban elhelyezni, előtte a tekercselést le lehet fűjni valamilyen védőolajjal.

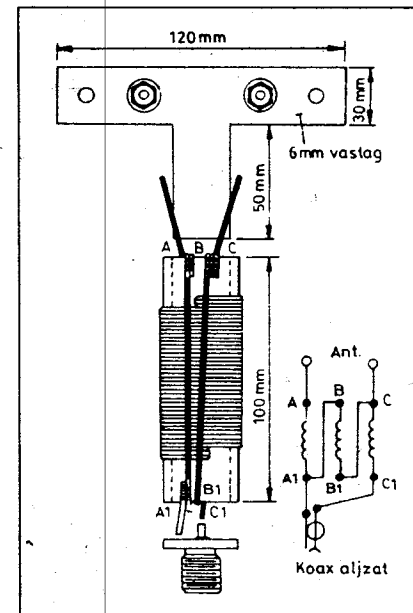
## A balun felhasználása

Az elkészített szimmetrizálót valamilyen módon a dipól betáplálási pontjánál rögzíteni kell úgy, hogy a nem kicsi súlyú koaxiális kábelt is elbírja a rögzítés. Egy lehetséges gyakorlati kivitel mutatunk be a 23. ábrán. A rajz szerint textilbakelet vagy más jó szigetelésű és jó szakítószilárdságú anyagból kivágunk egy „T” alakot. A lap vastagsága 10...15 mm legyen. Az alak kivágásánál a fő szempont az, hogy a ferritgyűrű az ábrán látható módon elhelyezhető legyen a „T” betű szárán. A „T” vízszintes részének két végében, az antennahuzal vastagságának megfelelő furatokat készítenek. A ferritgyűrűt damillal erősítjük a lapra. A balun be- és kimeneti huzalvégeit forrcsúcsokhoz forrasztjuk.

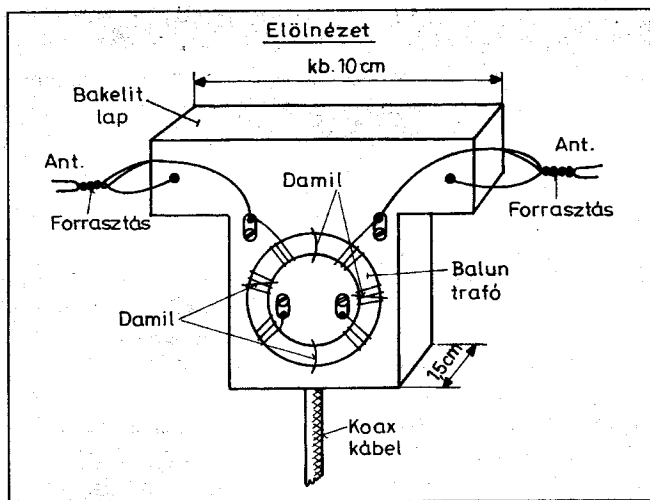
A 24. ábrán látjuk a koaxiális kábel felerősítésének módját: két alumínium-csíkból készült bilincssel rögzítjük a kábelt a laphoz. A tápkábel belső eret és külső szitáját ugyancsak forrcsúcsokhoz forrasztjuk, ide kell csatlakoztatni a balun vezetékeit is. Szimmetrizáló balununkat óvni kell az időjárás viszonyosságaitól, ezért egy megfelelő nagyságú flakonba helyezhetjük el, pl. a 25. ábra szerint.

\*

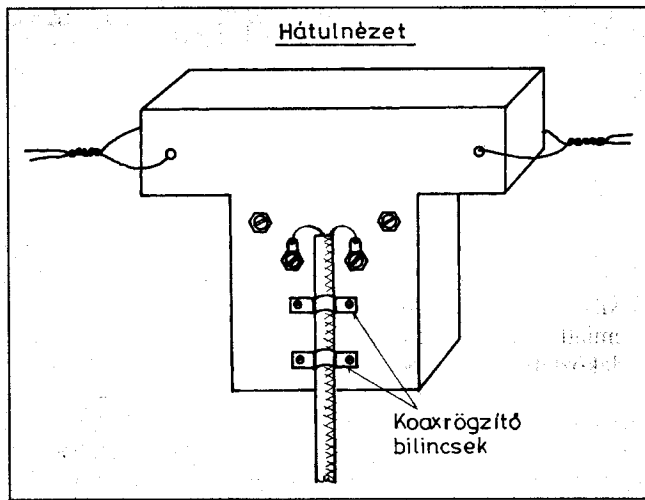
Befejezésül talán nem lesz haszontalan még néhány tanáccsal ellátni kezdő amatöreinket, akik most építenek először adóantennát.



22. ábra



23. ábra

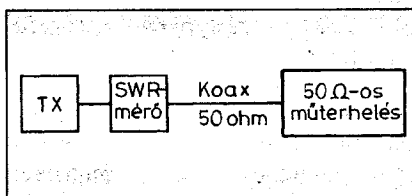


24. ábra

A méretezés, számolás előtt is van néhány teendőnk. Ilyen a szükséges anyagok beszerzése. Itt elsősorban az antennahuzalra gondolok, mert ennek minősége nem közömbös. Ne alkalmazzunk litze, tehát elemi szálabból álló, fonott huzalt. Ez a típus nem tartós, eléggé hamar tönkremegy. Az elemi szálak, az időjárás viszontagságai miatt (pl. savas eső), folyamatosan kezdenek elszakadni, mígnem – egy idő után – az antenna leszakad. Nem öröm egy ilyen földreszállt antennát – mondjuk – január havas havában „újraéleszteni”. Tehát csak és kizárólag tömör 2...3 mm átmérőjű vörösréz vagy félkeménybronz huzalt használjunk. Legyünk figyelemmel az antenna súlyára is. Egy 40...45 méter feszítávolságú antennának, a kikötő huzalokkal, szigetelő diódákkal együtt igencsak tetemes

súlya van. És ne feledjük, hogy ehhez a súlyhoz még hozzá kell adni a tápkábelét is...

Használjunk jófajta porcelán vagy műanyag szigetelő diókat. A végeffektus miatt nem közömbös a szigetelő minősége és technikai kivitele sem.



26. ábra

A méretezés során kiszámolt értékénél valamivel hosszabbra hagyjuk a dipól szárait. A bemérés során pedig a hosszúnak bizonyuló huzaldarabot hajtsuk vissza, de ne csipkedjük, ne vágjuk le, mert amit egyszer levágtunk, azt már nem tudjuk visszahajtogatni. Semmi hátránnyal nem jár a visszahajtogatás. S ha esetleg át kell helyezni az antennát – mondjuk – egy magasabb helyre, akkor a kisebb földkapacitás miatt valamivel hosszabbnak kell lennie a dipól két szárának; ekkor jól jön a visszahajtott huzaltartalék.

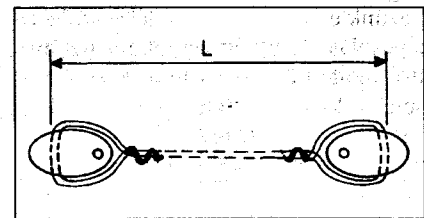
A tápkábellel kapcsolatban egy alapvetően fontos tanácsunk van: minden esetben meg kell mérni, még mielőtt rákötünk az antennára, illetve az illesztő balunra. A mérést a 26. ábrán bemutatott módon végezzük el. Csak emlékeztetni szeretnénk a korábbi számolásunkra, amikor a 75 Ω-osnak mondott RK1-es kábelra a számolás 81 Ω feletti értéket eredményezett. Gyári hibás is lehet a kábel, ami időt-

rablóan sok munkát és bosszúságot okozhat.

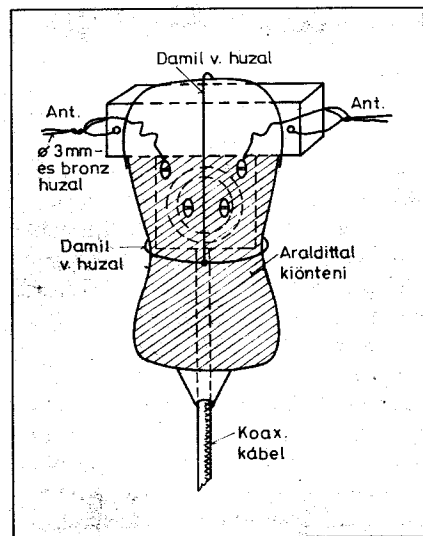
A kábellel kapcsolatban még azt kell megemlíteni, hogy a kiszámított hosszát az adó kimenetétől az antenna bemenetéig kell értelmezni. Az antenna huzalának kiszámított hosszát pedig a szigetelő diókon átfűzött hurkok végétől kell mérni a 27. ábra szerint.

Az antennaépítéssel kapcsolatban még egy fontos témáról kell említést tennünk: ez az antenna villámvédelme! Az antenna elkészítésével egyidejűleg készüljön el egy megbízható földelés is!

Az építéshez, kísérletezéshez sok sikert és szép összeköttetéseket kívánok!



27. ábra



25. ábra

**»MŰSZERVIZ«**  
 Vállalja: elektronikus műszerek és készülékek javítását, karbantartását, kalibrálását, ellenőrzését, vételét és eladását.  
**Rövid határidő, kedvező árak!**  
 Iskolák, oktatási intézmények részére további kedvezmények.  
 Karbantartási szerződés köthető!  
**Henk Károly**  
 okl. villamosmérnök  
 Tel./fax: 280-2441  
 1196 Budapest (Kispest) XIX., Nagysándor J. u. 157.

*Az utóbbi időben egyre több ilyen URH FM adó-vevőkészülék kerül rádióamatőrökhöz. Néha börzéken is előfordul. Nem nagy a kereslet iránta. Nem nagyon ismert. Van aki a pincéjében pihenteti. Az átalakított példányok is több évig porosodnak. Sokan elfordulnak tőle az FM adásmód és a 20...52 MHz-es frekvenciatartomány miatt. Pedig a készülék felépítése olyan, hogy átalakításokkal alkalmassá tehető más adásmódokra is. Vevőjének 1  $\mu$ V alatti érzékenysége FM adásmódban azt sejteti, hogy ki fogja elégíteni igényeinket. A transziver jól elkülönített egységekből épül fel, így az elszánt amatőr kedve szerint kísérletezhet, választhatja ki a neki legmegfelelőbb megoldást. Ez egy olyan katonai rádió, amit érdemes átalkítani!*

## Mire érdemes az R-107T-t alkalmazni?

A vevője kis módosítással alkalmas tehető AM, SSB, CW üzemmódok vételére. Az adón kevés átalakítást kell végeznünk, és CW adó-vevőként használhatjuk. Komolyabb munkával megvalósítható az SSB adás is.

Az antennajelhez 20 MHz-et hozzákeverve kiterjeszhetjük a sávátfogást egészen a hosszúhullám alsó régióig. 100 MHz hozzákeverésével a rádió üzemképessé tehető a 120...152 MHz-es frekvenciatartományban.

Még mielőtt belemélyedtem volna a készülék átépítésébe, az FM detektor helyére „beropulöztem” egy produkt-detektor BFO-val. Figyelgettem a 20 MHz feletti RH sávokat. Érzékenység szempontjából olyan volt, mintha egy eredeti amatőrvevőt hallgatnék. Ekkor határoztam el, hogy amatőrrádió lesz belőle. Bár az érzékenység olyan jellemző, amit könnyű lenne javítani, de majd a későbbiekben látni fogjuk, hogy az egyéb paraméterek javításával sem lesz nehéz dolgunk.

Egyébként a vevő bemenete hasonló felépítésű, mint a kor neves amatőr-készülék-gyártói rádióinak többségéé. Csak egy-egy példa a nagymenőktől:

DRAKE SPR 4, KENWOOD TS 120, YAESU FT 757, ICOM IC 735. Ez idő tájt ritka az olyan készülék, mint pl. az IC 745, ahol diódás DBM-et használnak. Sajnálatos tény, hogy manapság is sorozatban gyártanak olyan készülékeket, amelyeknél figyelmen kívül hagyják a vevőbemenet nagyjelű viselkedését.

E kis kitérőt csak azért tettem, hogy éreztessem, hol a helye az R-107T-nek. Sajnos azt sem szabad figyelmen kívül hagynunk, hogy a rádió digitális áramkörei évekkel ezelőtt elavultak. Az R-107T egyéb hátrányai miatt átalakításokkal sem fogja felvenni a versenyt a modern készülékekkel, de mint másodrádió, vagy mint megfigyelő vevő, vagy mint a kezdők rádiója megfelel.

## Az R-107T hátrányai rádióamatőr szemmel

FM adásmódra készült, így – az egyéb alkalmazás szempontjából – olyan hátrányos tulajdonságokkal is rendelkezik, amelyeket rádióamatőr-célra való felhasználáskor részben, vagy teljes mértékben javítani kell. Ezek közül a legfontosabbak a következők:

- nagy sáv szélesség (14 kHz);
- durva hangolhatóság. A sáv alján a frekvenciabeállító gomb egy fordulata kb. 800 kHz-et hangol, a sáv felső végén pedig kb. 3 MHz-et. 10 fordulatkal hangolja át a teljes sávot, a 16 MHz-et. (Bár szokatlan, de 21 MHz-en probléma nélkül rá lehet állni az állomásokra. Előfordult, hogy néhány napig csak ezzel a rádióval foglalkoztam. Kis gyakorlat után már a megszokott 25 kHz/fordulat túl finomnak tűnt.);
- nincs AGC, kézi érzékenységszabályozás, hangerőszabályozás, S mérés;
- az akkumulátorok kímélése céljából a digitális skála működtetése egy külön üzemmódot jelent. Ekkor sem a vétel, sem pedig az adás nem lehetséges;
- nem alkalmas hangszórós vételre;
- a VFO frekvenciája hőmérsékletfüggő (gépkönyv szerint max.

160 Hz/°C. A vizsgált példányok frekvenciaváltozása ennek a felét sem közelítette meg. Szobahőmérsékleten a stabilitása rádióamatőr-célú felhasználásra tökéletesen megfelelő volt).

## Hogyan kezdjük az átalakításhoz?

Végig kell gondolni, hogy milyen frekvenciákon, milyen adásmódokban kívánjuk használni. Elég csak a vétel, vagy szeretnénk adni is? Meghagyjuk az eredeti dobozában, vagy pedig a rádió hasznosítható egységeit új dobozba építjük, esetleg csak új előlapot készítünk?

Milyen új kezelőszerveket akarunk beépíteni? Ilyen új kezelőszerv lehet pl. a hangerő- vagy az érzékenységszabályozó, az AGC kapcsoló stb.

Megfelel az eredeti skála, vagy újat építünk? Ha megfelel az eredeti, akkor azon majd bizonyos átalakításokat kell végezni azért, hogy a működése folyamatos és zavarmentes legyen! Amennyiben meghagyjuk az eredeti dobozban a készüléket, akkor mindenképpen cseréljük ki az antennacsatlakozót, pl. BNC-re. (A szerk. megjegyzése: A készülék eredeti antennacsatlakozója 75  $\Omega$ -os!)

## Az R-107T mint 144 MHz-es szimplex adó-vevő

Ehhez a rádióval semmit sem kell tennünk. Viszont a 144 MHz-et le kell kevernünk az R-107T üzemi frekvenciatartományába. Azért, hogy a frekvenciabeállítás vagy -leolvasás egyszerű legyen, 100 MHz-et használjunk lokáljel-frekvenciaként. Így az R-107T által mutatott frekvencia + 100 MHz lesz a vételi (adási) frekvencia.

Hasonló URH/RH konverterekről bővegesen található irodalom, úgy hogy ezzel nem kívánok foglalkozni. A lényeg, hogy a lokáljel frekvenciája 100 MHz legyen. Ezt a legegyszerűbb előállítani 100 MHz-es oszcillátormodullal. Ha ilyet nem kapunk, használjunk 50 MHz-es modult és ezt kétszeressük!

A keverő kimenetét természetesen 44...46 MHz-re kell hangolni. Amennyiben a vevőt 120...152 MHz között akarjuk használni, akkor a nagy sávzélesség miatt érdemes hangolhatóra készíteni a konverter be- és kimenetét.

Természetesen keverhetünk a 28...30 MHz-es tartományba is. Ekkor változtatás nélkül alkalmazható az elterjedt módszer.

## Az R-107T átalakítása

Még mielőtt belekezdenénk, el kell döntenünk, hogy meghagyjuk-e az eredeti FM demodulátort vagy nem. Ha nem hagyjuk meg, az az egyszerűbb megoldás, hiszen az eredeti FM demodulátor és a 8 MHz-es VCO helyén elfér az SSB szűrő, a produktumdetektor, a BFO, és esetleg egy modernebb FM demodulátor, ami egy IC-vel megvalósítható. Ha meghagyjuk a gyárilag beépített FM detektort, akkor az újonnan beépítendő egységeket máshol kell elhelyeznünk. Egyébként az FM-nek akkor van értelme, ha valaki a 2 m-es szimplex vagy átjátszó forgalomra kíváncsi. Ehhez azonban keverőt is kell építenünk.

Akarunk-e AM adásmódot? Az AM-nek akkor van jelentősége, ha valaki műsorszóró adókat is kíván hallgatni, vagy ha érdekli, mi folyik a CB sávban. Esetleg ha a rádiót URH konverterrel kiegészítve a repülőssávot akarja figyelgetni.

Akarjuk-e adásra is használni a rádiót? A táviró adás elég egyszerűen megvalósítható. A legszebb megoldás az, ha a nagystabilitású, nitrogénnel védett VFO, és a bemeneti hangolt körök felhasználásával teljesen új adó-vevőt építünk.

## Az R-107T VFO-ja

A rádió nagyfrekvenciás bemeneti egysége mechanikusan együttangolódik a nitrogéngázzal védett VFO-val. E két egység nem más, mint egy igazi rádióamatőr csemege. Ezek akár a bázisát is képezhetik egy saját építésű adó-vevőnek. Ez olyan VFO, amely nagy stabilitással fogja át a 28...44 MHz-es frekvenciatartományt, ugyanakkor mentes a PLL, vagy egyéb digitális áramkörökkel stabilizált oszcillátorokban meglévő zajoktól. Ilyen VFO-t amatőr körülmények között építeni lehetetlen.

Egy ilyen VFO-val – kiegészítve komoly áttétellel és digitális skálával –

1. táblázat

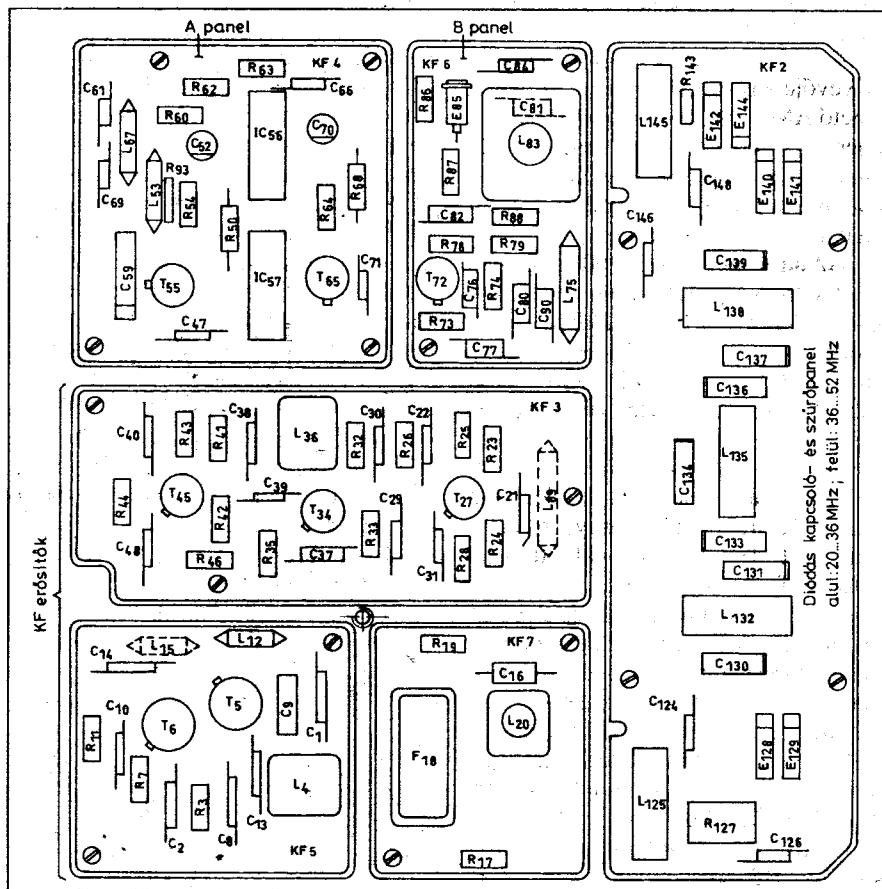
A mért frekvencia a bekapcsolás után (MHz)			
3 perccel	30 perccel	1 órával	2 órával
28,000018	27,999992	27,999991	27,999988
35,99999	35,999962	35,999958	35,999969
44,000015	44,000031	44,000032	44,000040

csodálatos rádiót lehet készíteni. Ha keresztsávú összeköttetésekre is alkalmassá akarjuk tenni készülékünket, akkor memória híján két oszcit kell alkalmazni!

Kíváncsi voltam a VFO frekvenciastabilitására. Méréseket végeztem egy példányon, szobahőmérsékleten. A VFO ki volt szerelve a készülékből. Bedobozolt állapotban, miután előállt az üzemi hőmérséklet, még jobb a helyzet, hiszen a zárt doboznak jelentős hőkapacitása van, így a VFO kevésbé érzékeny a külső hőmérséklet-változásokra. A mérési eredmények az 1. táblázatban láthatók. A számok önmagukért beszélnek, nincs mit hozzáfűz-

ni. Esetleg csak annyit, hogy ha nem én mértem volna, nem hinném el... Ráadásul a tesztelt példány a korábbi elektromoscsöves R-107-ből lett kiszerveve. Akár 30 éves is lehetett. Nem véletlenül használta a gyártó adáskor referencia-oszcillátorként. A védőgáz megtette hatását. (Természetesen egy minta nem minta. Ezért szeretném még a következőkkel alátámasztani a VFO-ról elmondottakat: két átalakított rádióva figyeltem a jeladókat. Egyikkel a 21 150 kHz-en, a másikkal a 24 930 kHz-en lévőket. Három hét elteltével még csak igazítani sem kellett a vételi frekvencián.)

Robusztus mérete ellenére a VFO nem tartalmaz áttételt, fél fordulattal fogja át a teljes 16 MHz-et. Az oszcillátor durva hangolhatósága a készülék egyik komoly hátránya. Ha nem csak kontrollvevőként akarjuk használni a rádiót, akkor ezen érdemes finomítani. A legkényelmesebb megoldás olyan golyós áttétel alkalmazása, ami egy tengelyen két forgatógombbal teszi lehetővé a durva és a finom hangolást. Ilyenek előfordulnak más rádiókon – pl. R-1250, ML-400 – és mérőberende-



1. ábra. Az egységek elhelyezkedése

zésekben is. Néha börczéken is találkozni ilyen áttétellel. Van ismerősöm, aki színesfémhulladék-telepen talált megfelelőt.

A védőgáz „megszökéséétől” nem kell félni, hiszen a tömítés többszörös és túlnyomás sincs. A nitrogén fajsúlya egyébként is közel áll a levegőéhez. Sajnos a hibás VFO javíthatatlan. Drasztikus módszerekkel ugyan szét-szedhető, de akkor a nitrogén megszökik. Ilyen beavatkozás után meg sem közelíti az eredeti stabilitását. Aki kísérletezni akar a VFO-val, legalább a fordított tápfeszültség ellen védje meg egy diódával. Bármikor előfordulhat egy téves mozdulat. A VFO tápfeszültsége egyébként -12 V.

A következőkben ismertetett átalakítások mind kipróbáltak, négy átalakított példány közel két éve kifogástalanul működik. Ki-ki igényei szerint valósíthatja meg azt, amire szüksége van. A mintadarabok nyák nélkül készültek, négyzetháló-mintázatúra maradt, fóliázott lemezdarabokra, általában a kapcsolódó áramkörök közelében elhelyezve.

## Az R-107T mint megfigyelő vevő

Először egy olyan megoldást fogok ismertetni, ami a CW, SSB, AM vételt teszi lehetővé. Célom az volt, hogy a lehető legegyszerűbb módon, de ugyanakkor elfogadható minőségben használhatóvá tegyem a rádiót. Eredeti állapotában a készülék frekvenciaátfogása 20...52 MHz. Ez magában foglal három amatőrsávot (21, 24,9, 28 MHz), továbbá a 27 MHz-es CB sávot.

Az 50 MHz-es rádióamatőr sávon nálunk csak megfigyelés végezhető, az is csak szerencsés körülmények esetén. A frekvenciaátfogást nem bántjuk. A VFO-ba nem szabad belenyúlni, hiszen akkor elveszítjük a stabilitását. Ha akarunk alsóbb sávokat is, akkor azt majd előkeverővel oldjuk meg.

Ha valaki meghagyja az eredeti FM demodulátort is, akkor a demodulátor be-, és kimenetét átkapcsolhatóvá kell tenni. Az FM demodulátor egységei az 1. ábrán, az A és B jelű ktrecekben helyezkednek el a KF blokkban. Ez a felső egység. Ha meghagyjuk az eredeti FM demodulátort, az A panelt akkor is ki kell venni. A panelhez alul csatlakozik a HF erősítő bemenete. Ez az egyik pont, amit átkapcsolhatóvá kell tenni. A másik átkapcsolási pont a de-

modulátor bemenete. Ez az, ahol át van kötve egy vezetékkel az A panel a jobb oldali KF erősítő panelhez.

Célszerű e két átkapcsolási hely közelében DIL tokozású, morze érintkezős REED relét beragasztani. A szabadon maradt két érintkezőt vékony, árnyékolt vezetékkel kell csatlakoztatni az újonnan beépített egységhez. Az újonnan beépített egység helye lehet például az antennaillesztő mögötti szabad terület.

Ezt az FM üzemmódu lehetőséget csak megemlítettem. A következőkben e leírás az FM üzemmóddal nem foglalkozik.

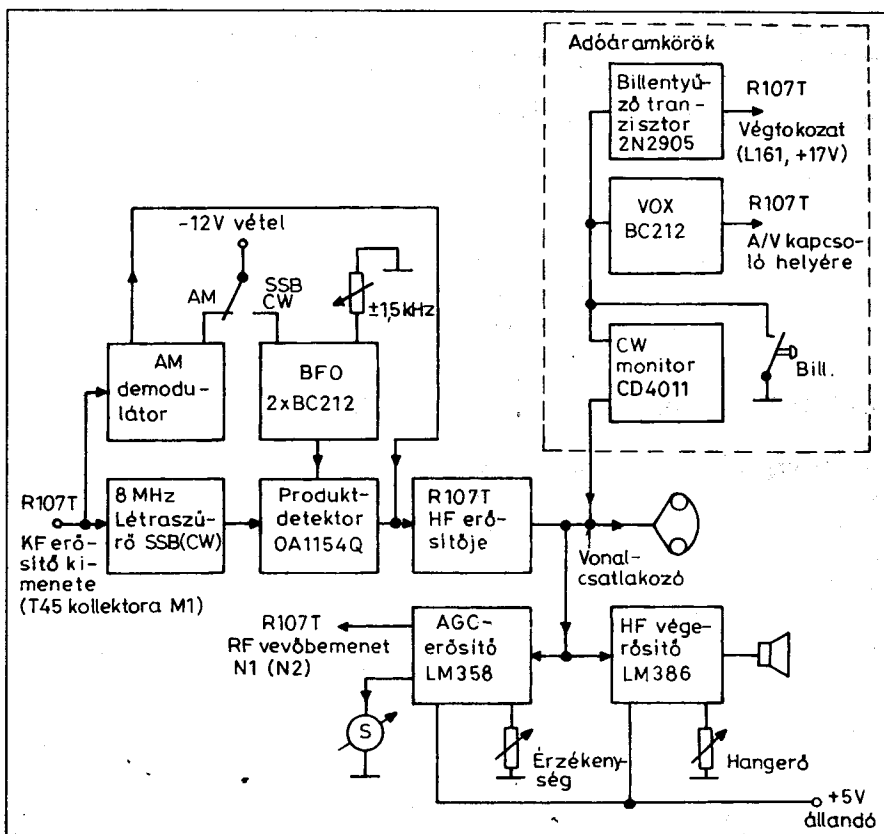
Az átalakítás előtt vegyük ki az A és B paneleket. Mindkettőt feszíti egy-egy vezeték alulról. A B panelt jobb oldalon a vétel -12V-os vezetéke, az A panelt a földvezeték. Az eddig átalakított készülékeknél a paneleket rögzítő csavarokat kivettük és a nyákokat óvatosan felfeszítettük. A rövid, feszülő vezetékek minden példánynál a forrasztásnál elszakadtak.

Azért említem ezt a durva módszert, mert a KF blokk aljához csak akkor lehet hozzáférni, ha az egész könnyűfémöntvény-keretet kivesszük. Ehhez nagy türelem kell és rádadásul, ha

nincs szerencsénk, akkor a rögzítőcsavarok be is vannak ragasztva. Ha véletlenül úgy szakad el a -12 V-os vezeték, hogy nem férünk hozzá, akkor ki kell venni a jobbra lévő KF panelt, és majd onnét kivezetni. A későbbiekben szükség lesz erre a -12V-ra. Az A panelon alul van még két hosszabb vezeték. Az egyik a +5 V. Ez a KF panelfeldőli első kivezetés az A panel alatti nyákon. A második kivezetés a hangfrekvenciás erősítő bemenete. Az A panelt felül egy vezeték átköti a tőle jobbra lévő egységbe. Ez a KF erősítő kimenete. A későbbiekben ezeket a pontokat is felhasználjuk. Az átalakított készülék blokkvázlata a 2. ábrán látható.

## Az SSB szűrő, a demodulátorok és a BFO

Eredetileg a készülék sáv szélessége 14 kHz. Ezt 2...3 kHz körülire kell csökkenteni. Ezt egy nyolc tagú létraszűrővel oldjuk meg. Gyengébb minőségi követelmények esetén vételre használható 4 tagú szűrő is, ez azonban adásra semmi esetre sem megfelelő. Szerencsére a KF frekvencia 8 MHz. Ilyen kvarckristályok olcsón kaphatók a szaküzletekben.



2. ábra. Az átalakítás tömbvázlata

Ha valaki csak táviróra akarja használni a rádiót, annak javaslom hogy a szűrőt 300...400 pF-os kondenzátorokkal építse meg. Ekkor jelentősen lecsökken a sávzélesség és ezzel együtt a zaj is.

Be kell építeni egy produkt-detektort. Ezt 4 db OA1154Q diódával valósítjuk meg. Az AM demodulátort kiegészítjük egy egyfokozatú erősítővel. Az AM sávzélességet az FM szűrő határozza meg (kb. 14 kHz). Jobb lenne a kisebb érték, de az SSB szűrő meg túl keskeny lenne.

Aki jobb minőségű AM vételt akar, az készítsen egy létraszűrőt 56 pF-os kondenzátorokkal. A szűrő, a produkt-detektor, és az AM demodulátor kapcsolási rajza a **3. ábrán** látható.

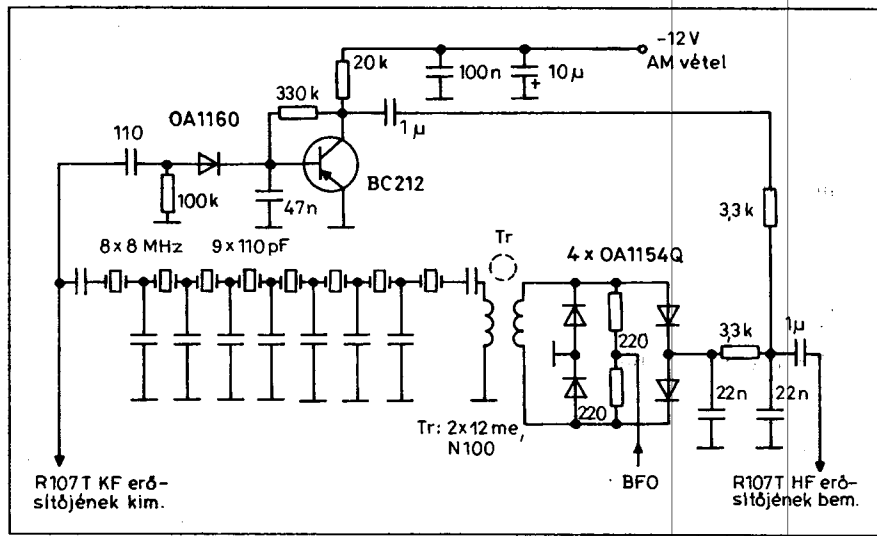
Az alsó, illetve a felső oldalsávhoz átkapcsolható BFO-t kell készíteni! Itt néhány mondat erejéig érdemes elidőzni. Ha valaki adó-vevőként akarja használni a rádiót, felmerül egy komoly probléma. A vevő elhangolása az adási frekvenciától a VFO-val nem valósítható meg. Ha keverővel más frekvenciákon használjuk a rádiót, akkor jobb a helyzet, hiszen a keverő oszcillátorának frekvenciáját vételkor elhúzhatjuk.

A rádió üzemi frekvenciáján kis mértékű elhangolást csak a BFO frekvenciájával lehet végezni. Ez nem nevezhető éppen csodálatos megoldásnak, de a semminél jóval többet ér, főleg távirón. SSB-n rosszabb a helyzet, hiszen az oldalsávnak a helyén kell lenni. Ebben az adásmódban csak nagyon kis korrekciót tudunk megvalósítani, mert az elhangolás az érthetőség rovására megy.

Tehát, ha a rádiót adásra is akarjuk használni, akkor a BFO-t célszerű hangolhatóra készíteni. Az elhangolást varikapdiódával oldjuk meg. Érdemes úgy beállítani a BFO frekvenciáját, hogy a potenciométer egyik véghelyezete az USB, a másik véghelyezete az LSB frekvenciájának feleljen meg.

Én ezt a potmétert az eredeti csendető nyomógomb helyére építettem be. A potméteren tengelyirányban működtethető kapcsoló van. Benyomott helyzetben az AM demodulátort kapcsolja, kihúzott állapotban a BFO-ra juttat hangolófeszültséget.

A BFO kapcsolási rajza a **4. ábrán** látható. A varikapdióda típusa fontos! Nekem sikerült a  $P_x$  trimmerpotenciométer nélkül az L induktivitással úgy beállítani a frekvenciát, hogy a BFO a P potenciométerrel 7996...8000 kHz kö-



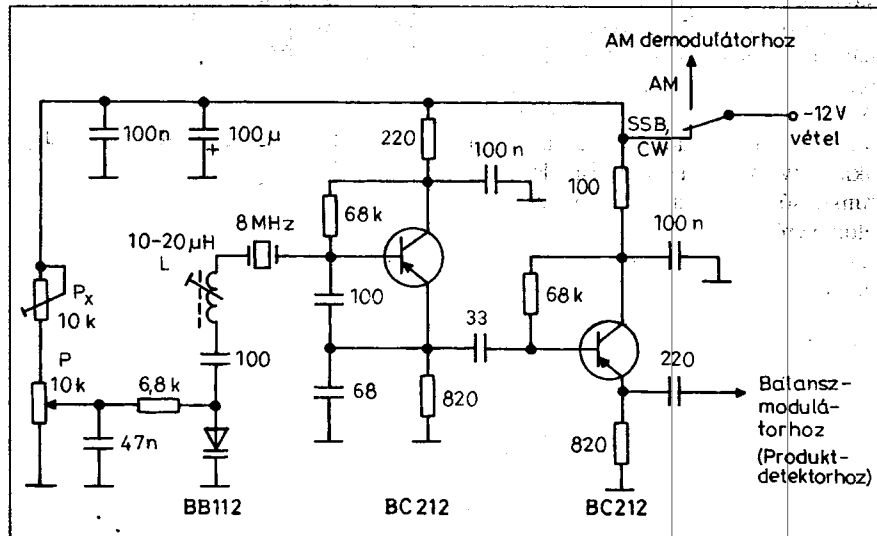
**3. ábra. Az SSB szűrő és a demodulátorok kapcsolási rajza**

zött hangolható legyen. A BFO tápfeszültsége -12 V. Ezt össze kell kötni a B panel alatt maradt vezetékkel. Ezen vételkor -12 V feszültség van.

Az átalakítás során a vevő előerősítő, a vevőkeverő, a KF erősítő megmarad eredeti állapotában. Az egyszerűség kedvéért az SSB szűrőt a KF erősítő kimenetén iktatjuk be. Jobb lenne előbb, de azért a helyzet nem veszélyes, hiszen a KF erősítő elején helyén marad a 14 kHz sávzélességű FM szűrő. Ez a szűrő már biztosítja a jó előszelkciót, és tehermentesíti a KF erősítőt az áteresztősávján kívüli jelektől.

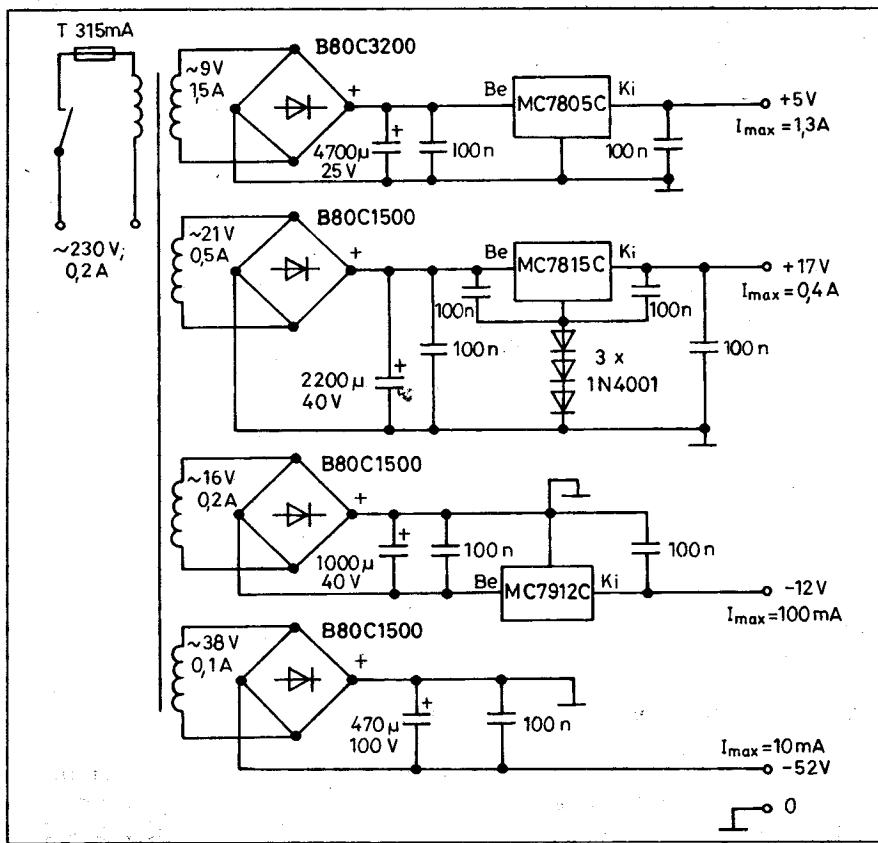
Ha a későbbiekben az SSB adást is megvalósítjuk, és nem kívánunk még egy SSB szűrőt készíteni, akkor a szűrő be- és kimenetét átkapcsolhatóvá kell tenni.

A kisméretű HC-49/U tokozású kvarcok használata esetén az SSB szűrő elfér az A panel alatti mélyebb részen. Az egyik mintadarabnál ezen kvarcok nyák nélkül egyszerűen egymáshoz vannak forrasztva. A produkt-detektor és az AM demodulátor egy A panel méretű - forrasztási pontokkal ellátott - nyáklemre épült. A B panel helyére került a BFO. Egy másik mintadarab szűrője a nagyméretű HC-48/U tokozású kvarcok felhasználásával készült. Ez nem fér el az FM demodulátor helyén. Ennél a példánynál az újonnan beépített egységek a kapcsolóüzemű tápegység helyén vannak. Az eredeti kapcsolóüzemű tápegységet kivettem, és a tápellátást hagyományos úton oldottam meg, az akkumulátorok helyére beépített transzformátorral.



**4. ábra. A BFO kapcsolási rajza**





5. ábra. A tápegység kapcsolási rajza

## Egyszerű tápegység

Aki megelégszik a hálózati táplálással, annak bátran javaslom ezt a módszert (5. ábra), és akkor bőven lesz hely mindenféle átalakításhoz. Akár még egy kisebb, 10...20 W-os végfokozat is elférne, de ezt nem ajánlom senkinek, mert nagy hő keletkezik és a VFO melegedésre érzékeny.

A tápegységhez 40 VA-es transzformátor már megfelel. Le kell szerelni az eredeti kapcsolóüzemű tápegységen lévő csatlakozót. Erre kell ráforrasztani az új tápegység kimeneti pontjait kellő hosszúságú vezetékkel, és egyszerűen visszadugni az eredeti helyére. Az új tápegységben 50 VA-es pákatranszformátort alkalmaztam a szekunder oldal áttekerésével.

Az eredeti tápfeszültség-csatlakozón levő +5 V-ot össze kell kötni a tápegység-csatlakozó +5 V-os pontjával (a csatlakozó 5-ös kivezetése). Így egy csatlakozón lesz az összes tápvezeték.

A +2,5 V-ot és a +60 V-ot nem állítjuk elő. A +60 V egyébként is csak telefon üzemben kell. A +2,5 V a túl nagy antennajelek elleni védelemhez

szükséges. Ezt elfelejtjük, és két antiparalel diódát teszünk a vevőbemenetre. (A +2,5 V ugyan a végtranzistorokhoz is oda van vezetve, bizonyos gerjedésgátló célból. Ennek elhagyása azonban egyik átalakított példánynál sem okozott problémát.)

A -52 V-ot nem szükséges stabilizálni. Ez az NF kapcsolódiodák biztonságos lezárásához kell. Az áramfelvétel minimális.

A 2. táblázatban látható az átalakított készülék áramfelvétele folyamatos frekvenciakijelzés esetén. A rádió főkapcsolója elveszítette funkcióját, akár ki is vehető és a helye más célra felhasználható.

## 2. táblázat

Feszültség	Áramfelvétel	
	Vétel	Adás
+5 V	0,7 A	1,1 A
-12 V	80 mA	80 mA
+17 V	9 mA	0,33 A
-52 V	3 mA	5 mA

## A HF erősítő, az AGC és az S mérő

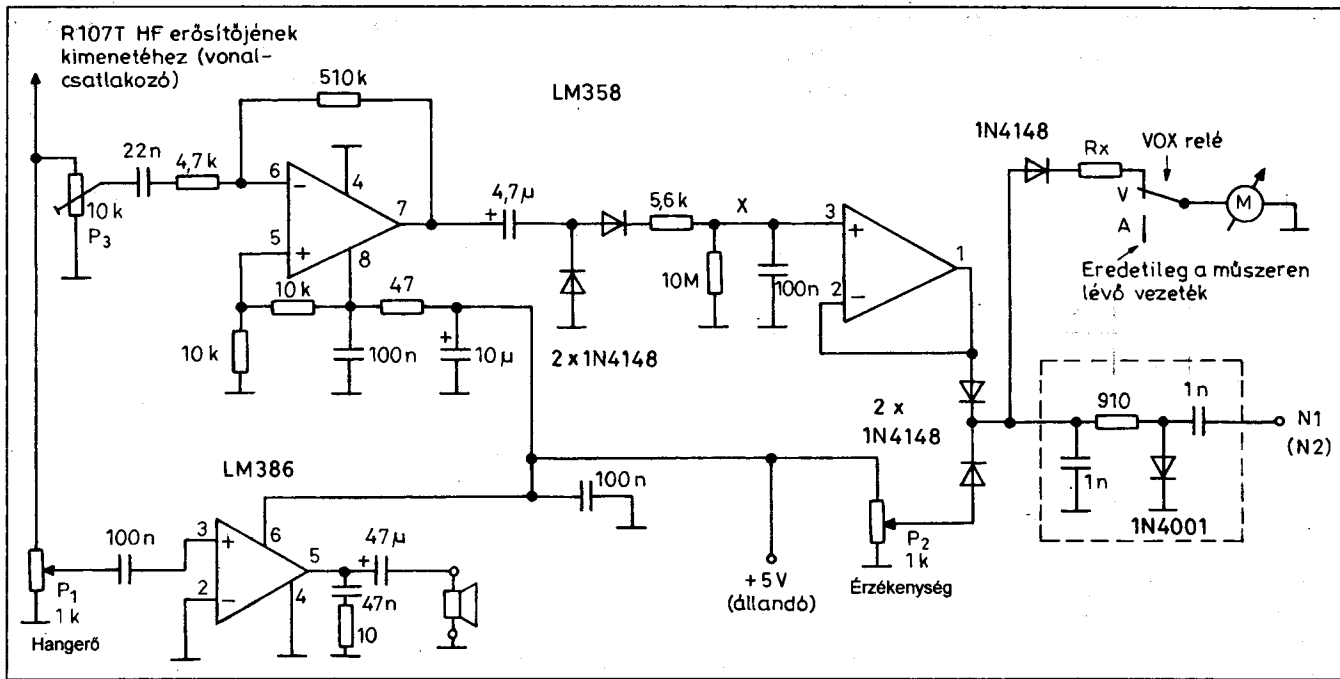
A 6. ábrán látható áramkör megépítése nélkül már használható a rádió. A HF erősítő csak annak kell elkészítenie, aki hangszóróval is akarja hallgatni. Kis impedanciájú hallgatót valamilyen zsebrádió kimenőtranszformátorán keresztül kell csatlakoztatni. A hallgatókimenet két helyen is ki van vezetve. Egyik a beszélőkészlet csatlakozója, a másik a vonalcsatlakozó.

A HF erősítő nagyon egyszerű, egy LM386-os IC-vel készült. Az IC bemenetére kötött  $P_1$  potméterrel lehet szabályozni a hangerőt. A vonalcsatlakozóról le kell forrasztani az eredetileg rajta levő két vezetékét. Ez lesz a HF erősítő bemenete. A hangfrekvenciás erősítő kimenetét a vonalcsatlakozó banánhüvelyéhez kell kötni. Nem szükséges árnyékolni a vezetékét használni.

Az AGC kétfokozatú erősítőjét egy LM358-as IC-vel készítjük el. Bemenete ugyanaz, mint a hangfrekvenciás erősítőé. A P3 trimmerpotméterrel lehet az AGC erősítő érzékenységét beállítani. Az első fokozat a hangfrekvenciát erősíti. A felerősített jelet diódás feszültségkétszerező egyenirányítja. A második fokozat az elválasztó. Az x RC taggal lehet a szabályozás gyorsaságát beállítani.

A  $P_2$  potenciométerrel valósítjuk meg az érzékenységszabályozást. A beavatkozás nevétségesen egyszerű, de hatásos. Egy 1N4001-es diódával sőtöljük az antennabemenetet. Jobb lett volna PIN dióda, de nem volt kéznél. Miután betettem az 1N4001-et, meglepve tapasztaltam, hogy kb. 20 dB-t szabályoz. Így aztán benne maradt. A módszer lényege, hogy a diódának a rajta átvezetett nyitóirányú áram növelésével csökken a dinamikus ellenállása. Természetesen sokkal nagyobb szabályozás érhető el akkor, ha a KF erősítő fokozataiba avatkozunk be. De ez sokkal bonyolultabb is, hiszen át kell alakítani a KF erősítőt. PIN diódás megoldás található pl. a Rádiótechnika 1981/7., 1986/10. számaiban.

A szaggatott vonallal keretezett rész helye legyen közvetlenül ott, ahol az NF diódás kapcsoló és szűrőpanel kivezetése van az NF egység 20...36 MHz-es ága felé ( $N_1$ ). Az NF diódás kapcsoló és szűrőpanel helye a KF blokk hátsó részén van. Aki AGC-zni akarja a 36...52 MHz-es ( $N_2$ ) ágat



6. ábra. A hangfrekvenciás erősítő kapcsolási rajza

is, az a bekeretezett részt kétszer építse meg, és tegye átkapcsolhatóvá a szabályozó feszültséget a sávváltó kapcsolóval.

A sávváltó kapcsolón vannak szabad érintkezők. Esetleg megpróbálható a két diódás rész egyidejű használata, de ekkor a diódákon átfolyó áram feleződik, így valamelyest csökken a szabályozási tartomány. (Az antennaillesztő felőli oldalon az alsó kivezetés a 20...36 MHz-es, a felső a 36...52 MHz-es ág. Mindkettőn van egy árnyékolt vezeték.)

Ha valaki akar S mérőt, akkor annak javaslom, hogy a beépített műszert tegye átkapcsolhatóvá az adás-vétel relével, és akkor vételkor a műszer kitérése a térerősséggel lesz arányos.

Ki kell venni a külső táplálás csatlakozóját. Ide kell beépíteni egy koaxiális tengelyű potenciométert. Az egyik fele lesz az érzékenység-, a másik pedig a hangerőszabályozás. Kis méretű alkatrészeket használva a HF erősítő és az AGC áramköre elfér a KF blokk mögött.

### A digitális rádióskála átalakítása

Az R-107T skálája sem adáskor, sem vételkor nem világít. Frekvenciamérés üzemmódban lehet a frekvenciát leolvasni, vagy beállítani. Márpedig egy amatőrrádióknak állandóan ki kell jeleznie a frekvenciát. Most mindenki arra

gondol, hogy egy-két vezeték átkötésével a probléma megoldható. Én is így kezdtem. A valóságban a helyzet egy kicsit bonyolultabb, ugyanis bizonyos frekvenciákon különféle zavarok jelentkeznek. Ezek közül a legbosszantóbb a 12,5 kHz-enként jelenlévő zavaró fütty.

A zavarokat a kombinált egység áramkörei okozzák. Itt keletkeznek a felharmonikusokban gazdag TTL szintű jelek. Próbálkoztam több módszerrel szűrni a kombinált egység csatlakozópontjait és a tápfeszültségeket. A készülék külön tápegységet is kapott, itt plusz árnyékolásokat alkalmaztam.

Számtalévközi javulás nem történt. (A zavarok fő okozói nagy valószínűség-

gel az egész készüléket magában foglaló fémház és öntvény kettecek, amelyek valójában a 0 vezetőt is jelentik. A TTL IC-khez nincsenek tápfeszültség-szűrő kondenzátorok beépítve. Ebben a környezetben van az érzékeny vevőbemenet is. Talán javítana a helyzetet, ha az egyes egységek külön vezetéken kapnák meg a 0 V-ot, de ez – a konstrukció miatt – túl bonyolult megoldás lenne.)

A 12,5 kHz-enkénti zavaró füttyök akkor szűnnek meg, ha a kombinált egység nem kap tápfeszültséget. Viszont a frekvenciamérő időalapját a kombinált egységben állítjuk elő. Szükség van tehát, a 25 kHz-re a frekvenciamérő közelében. Egy lehetséges

### Figyelmébe ajánljuk:

Valószínű, hogy minden alkatrészt nálunk nem tud beszerezni, de az biztos, hogy ellenállások, kondenzátorok, varisztorok, transzformátorok és egyéb passzív alkatrészek széles választékát, REZGŐKVARCOKBÓL PEDIG A LEGSZÉLESEBB VÁLASZTÉKOT és a legjobb beszerzési lehetőségeket változatlanul mi kínáljuk Önnek!

Több, mint 12 000 különböző frekvenciájú rezgőkvarc raktáron (kívánságra elküldjük aktuális listánkat)  
Kerámiaszűrő 455 kHz-re (MURATA CFU455E2)  
Kristálysűrő 10,7 MHz-re (GAMMA, TESLA, TOYOCOM, IIT, UNITRA)  
SAW rezonátorok 418,00 és 433,92 MHz-re

Egyedi igényekre egyéni specifikációval, reális áron, elfogadható szállítási határidőn belül 50 kHz – 210 MHz tartományban bármilyen frekvenciájú rezgőkvarcot – mennyiségi korlátozás nélkül – beszerzünk vagy legyártunk.

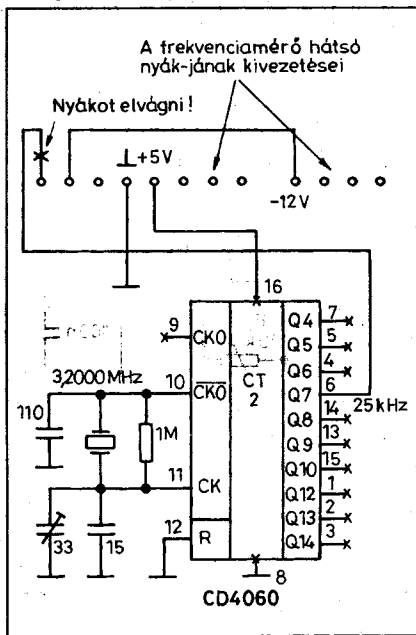
A tőlünk vásárolt rezgőkvarcok paramétereit garantáljuk, ellenőrző méréseket a helyszínen végzünk.  
Forduljon hozzánk bizalommal!

**ELECTRADE KFT.**

1067 Budapest, Eötvös u. 34.

www.electrade.hu

Telefon: 474-0968, 332-4948 Fax: 474-0969 Nyitva: hétfőtől péntekig 9-16 óráig



7. ábra. Az átalakított frekvenciamérő részletrajza

megoldás a 7. ábrán látható. Ezt a kis áramkört én egy 25 × 25 × 15 mm-es zárt fémdobozba tettem, és a frekvenciamérő sarkához csavaroztam. Hátnézetben a frekvenciamérő jobb alsó rögzítőcsavarjánál van szabad hely. A trimmerkondenzátorral lehet a pontos frekvenciát beállítani. Frekvenciamérő hiányában a beállítás történhet valamilyik ismert jeladó frekvenciájához is.

Az eredetileg a 25 kHz-es csatlakozóponton levő vezetékét el kell távolítani, vagy a nyákokot elvágni (7. ábra). A frekvenciamérőnek állandó +5 V-ot kell biztosítani. Ez legegyszerűbben úgy oldható meg, hogy a műszer alatti többtárcsás fokozatkapcsoló külső tárcsáján levő 60-as jelölésű csatlakozási pontot összekötjük a mögötte levő tárcsán található 84, 101 jelű vezetékek csatlakozási pontjával.

Meg kell említeni még egy problémát. A kijelző fénye 12,5 Hz-es frekvenciával lüktet. Ez azért van így, mert a frekvenciamérő kijelzése a számlálás és az átírás idejére tiltva van. Az adatok ezen idő alatti tárolása nincs megoldva. Kevésbé zavaró a kijelző vibrálása, ha csökkentjük a fényességét. Ez megoldható pl. úgy, hogy a kijelző +5 V-jával sorba kapcsolunk 2 vagy 3 1N4001-es diódát. Ehhez nem kell szétbontanunk a frekvenciamérő paneljait. Hátról nézve a kijelzőpanel jobb szélén, az oldalával párhuzamosan halad egy kb 40 mm hosszú fóliacsífk. Ezen kapja a

kijelző a +5 V-ot. Ezt kell elvágni és átkötni a sorba kapcsolt diódákkal úgy, hogy a dióda katódja felfelé mutasson.

Ez a 12,5 Hz bizonyos frekvenciákon pattogáshoz hasonló zavart okoz. Amatőrsvázakon belül ezek a frekvenciák a következők: 21 090 kHz, 29 640 kHz. Ha valaki valamelyik zavart frekvenciát akarja használni, akkor sajnos le kell kapcsolni a frekvenciamérő +5 V-ját. E lekapcsolásra jól felhasználható az eredeti zajzár kapcsoló. A zajzár az FM demodulátor megszüntetésével elveszítette jelentőségét.

Amennyiben adásra is akarjuk használni a rádiót, a skála állandó működése következtében az áramfelvétel jelentősen megnövekszik. Elérheti a 3 A-t is. Szerencsére ez a beépített tápegységet nem terheli jobban, mert a frekvenciamérő közvetlenül a külső tápfeszültségről működik. Külső tápegység építésénél ezt figyelembe kell venni, és 4 A terhelhetőségűre kell méretezni.

Természetesen az igazi megoldás az, ha teljesen új digitális skálát használunk. Ekkor kijelmezhetjük a 100 Hz-et is, továbbá stabil fényű lesz. Megszűnnek az eredeti skála által okozott zavarok. Az új skálát érdemes úgy kialakítani, hogy minden helyértéken lehetőség legyen adatok beírására. Ennek főleg akkor van jelentősége, ha külső keverővel megnöveljük a rádió frekvenciaátfogását. Ha a keverőoszillátor frekvenciájának értékével korrigáljuk a számlálóba beírt értéket, akkor a kijelzőn az üzemi frekvencia fog megjelenni. Az R-107T skáláját csak

egy helyértéken lehet a 0-tól eltérő kezdeti értékre beállítani.

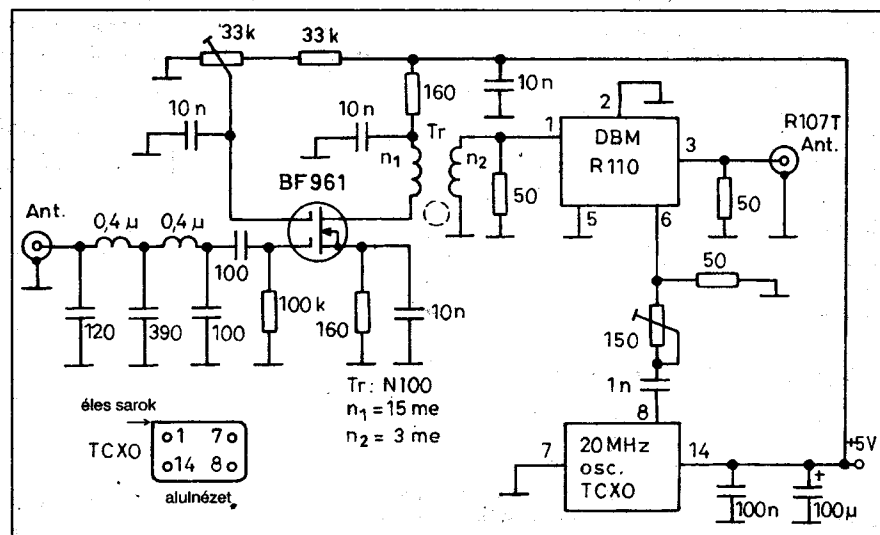
Az RT-ben közölt digitális frekvenciakijelzésű rádiók skáláinak nagy része is változtatás nélkül alkalmazható.

## Egyszerű RH vevőkonverter

A 8. ábrán látható konverterrel a 20 MHz alatti frekvenciák vétele lehetséges. Ezt én egy külön dobozba helyeztem. Felépítése egyszerű. Az antennáról a jel az aluláteresztő szűrőre kerül. Feladata, hogy átengedje a 20 MHz alatti frekvenciájú jeleket, a 20 MHz felettieket pedig csillapítsa. Így jelentősen csökken a rádió üzemi és tükörfrekvenciás zavarérzékenysége. A vételi frekvencia a rádión beállított frekvencia mínusz 20 MHz lesz. Aki használni akarja a rádiót 20 MHz alatt, annak javaslom, hogy vagy az aluláteresztő szűrő helyére, vagy pedig az aluláteresztő szűrő elé tegyen egy többtagú sávszűrőt.

Az antennajelet egy BF961-es kétbemenetű MOSFET erősíti. Ez bőven pótolja a DBM okozta csillapítást. A potméterrel a maximális erősítés állítható be. A felerősített jel a DBM bemenetére kerül. A lokálfrekvenciát 20 MHz-es oszcillátormodullal állítjuk elő. Házilag is el lehet készíteni az oszcillátort, de felesleges kinlódni vele. Előfordul, hogy az egyik üzletben olcsóbb a TCXO, mint egy másikban csak a kvarckristály. Az egyszerűség kedvéért diplexert nem készítünk, hanem 50 Ω-mal lezárjuk a DBM-et.

Jó terjedés esetén az alsóbb sávokon az antennajelet csillapítani kell,



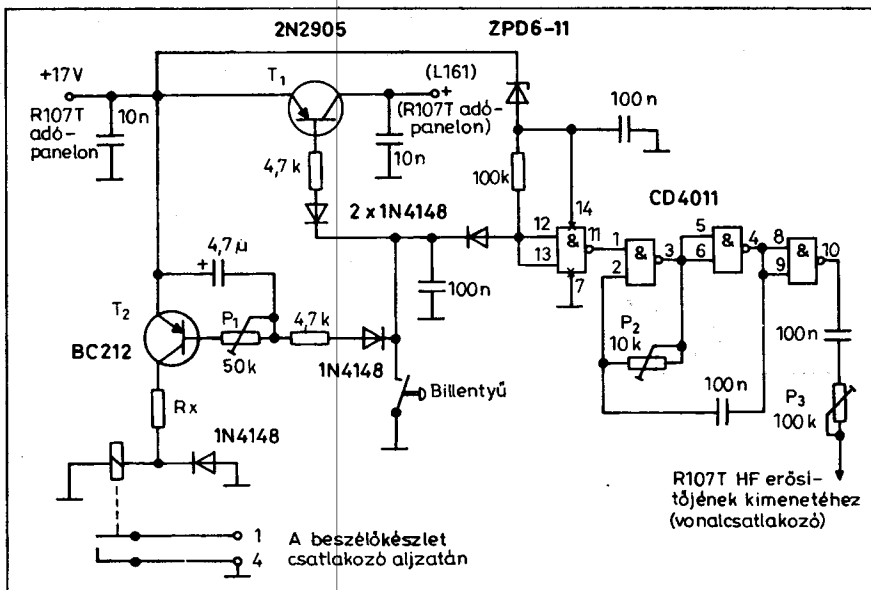
8. ábra. A 100 kHz...20 MHz-es vevőkeverő kapcsolási rajza

mert különben az érzékeny rádió egyszerűen lefullad. Sajnos az R-107T egyáltalán nem dicsekedhet kimagasló nagyjelű viselkedéssel. Az talán a legjobb módszer, ha a FET-es erősítőt ilyenkor kiiktatjuk. Az aluláteresztő szűrő kimenetét nem a FET-re, hanem a DBM bemenetére kell kapcsolni. Ekkor az N2 tekercset a DBM-ről le kell választani.

### Az R-107T mint CW adó-vevő

Mivel a rádió FM üzemmódra készült, adásra kapcsoláskor megjelenik az antennacsatlakozón a vívő 1...3 W teljesítménnyel. A vívő frekvenciája megegyezik a vételi frekvenciával. Ezt kell a billentyűvel valahol megszakíthatóvá tenni. E megszakítási hely lehet a meghajtó vagy pedig a végfokozat. Azért csak ez a két hely, mert a meghajtófokozat bemeneti transzformátoráról veszik a mintajeleket az adási frekvenciát stabilizáló áramkörök számára. Tehát a stabil működés érdekében a megelőző fokozatokban nem célszerű az adóágba belenyúlni.

Az egyik mintadarabnál a meghajtótranszisztorok kollektorfeszültségét billentyűztem. Problémamentesen működött. Én azonban inkább a végfokozat billentyűzését javaslom, nehogy előforduljon káros visszahatás a közbelső fokozatok billentyűzéséből adódóan. Erre elvileg semmi esély. Ez azt is jelenti, hogy adásrakapcsolt állapotban, felengedett billentyűnél a közeli környezetben hallani lehet a vívót. Ahhoz hasonlítható, mintha egy zárt dobozban előállítanánk kb. 10 mW-ot. (Az antennacsatlakozóra kötött telje-



9. ábra. A billentyűző áramkör, a VOX és a CW monitor kapcsolási rajza

sítménymérő 1 W-os méréshatárban meg sem mozdult, lenyomott billentyűnél pedig kiakadt.)

Akit ez zavar, próbálja meg a meghajtófokozat billentyűzését. Ekkor – felengedett billentyűnél – jobban lecsökken a jelszint. Nekem egyébként 100 W-os végfokozattal sem jelentett problémát. Viszont a CW monitort érdemes elkészíteni, mert ha egy másik vevővel figyeljük az adást, akkor azon folyamatos sípolást lehet hallani. Csak a térerő változik.

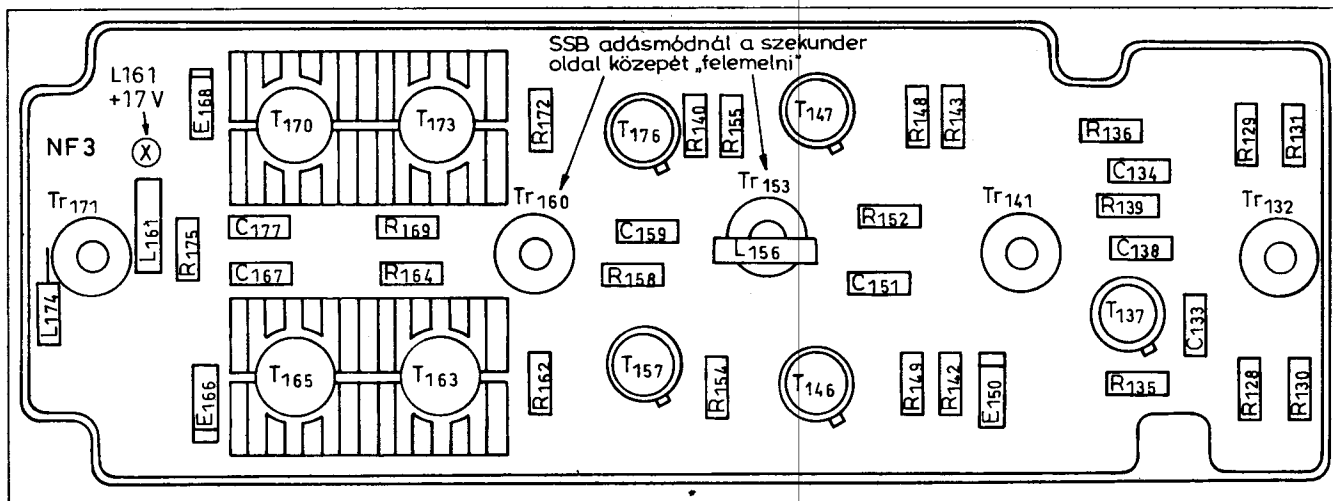
### A billentyűző áramkör, a VOX áramkör és a CW monitor

A VOX áramkört nem feltétlenül szükséges megépíteni, de ha valaki nem

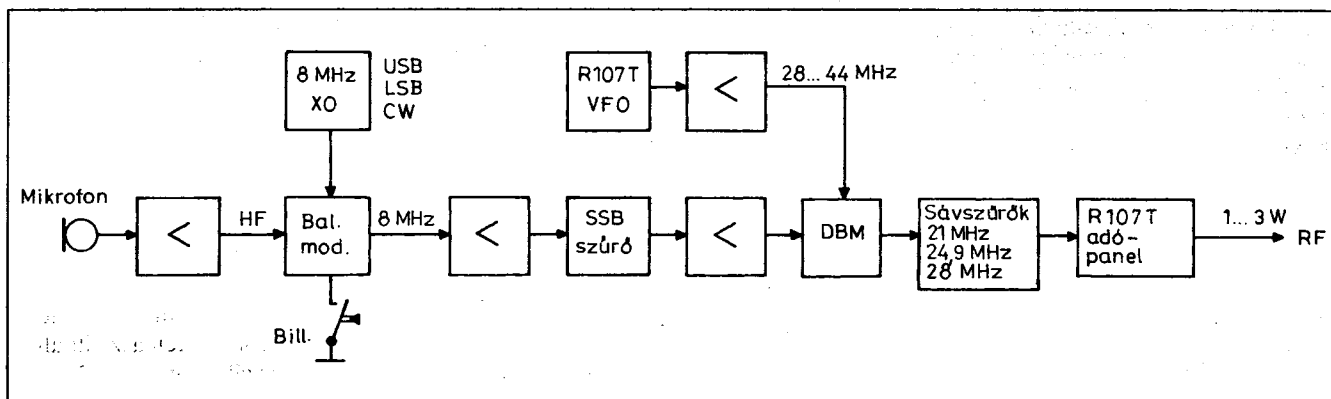
építi meg, akkor annak meg kell oldania a kézi adásvétel-átkapcsolást. (A beszélőkészlet csatlakozóján az 1, 4 kivezetésekkel, vagy pedig a működési mód kapcsolóval.)

Az áramkör működése egyszerű (9. ábra). A T<sub>1</sub> tranzisztor billentyűzi a végfokozatot (meghajtót). Az adó rádiófrekvenciás erősítőjének alkatrész-elrendezési rajza a 10. ábrán látható. Az x jelű helyen levő +17 V-os vezeték le kell forrasztani, meg kell toldani és a billentyűző tranzisztorhoz vezetni. A forrasztási pont az L<sub>161</sub> fojtó tápfeszültség felőli vége. E fojtón keresztül kapják a végtranzisztorok a kollektorfeszültséget.

Az RF erősítőpanel helye hátul van, a lyukacsos lemez alatt. A T<sub>2</sub> tran-



10. ábra. Az adó rádiófrekvenciás erősítőjének alkatrész-elrendezési rajza



11. ábra. Az SSB adás tömbvázlata

zisztor kapcsolja az adásvétel-átkapcsoló relét. A késleltetési időt a P<sub>1</sub> potméterrel lehet beállítani. A relé lehet pl. 12 V-os. A soros ellenállás értéke a relé adataiból számolható:

$$R_s = \frac{17 \text{ V} - U_{\text{relé}}}{I_{\text{relé}}}$$

Az önhangot a CD 4011-es IC állítja elő. P<sub>2</sub>-vel a hangmagasság, P<sub>3</sub>-mal pedig a szint állítható. A Z-dióda csak feszültséget ejt. Billentyűcsatlakozónak jól felhasználható a rádió bal oldalán lévő két banánhüvely (eredetileg lámpa csatlakozó). A beszélőkészlet csatlakozójánál a mikrofonbemenetet rövidre kell zárni (3., 4. kivezetések), vagy pedig eltávolítani a mikrofonerősítő tápfeszültségét.

Ezt azért kell megtenni, mert egyébként az érzékeny mikrofonerősítő felszedi a frekvenciamérő által keltett 12,5 Hz-es zavarokat, és ezzel megmodulálja az adó VCO-t.

### Az R-107T mint SSB adó-vevő

Ezt nem valósítottam meg, csak egy egyszerű ötletet szeretnék adni (11. ábra). Érdemes meggondolni, hiszen az áramkörök nagy része már készen van. Nem lesz szükség az adó VCO-kra és az adási frekvenciát stabilizáló áramkörökre. Így eltávolítható az egész kombinált egység (középső blokk). Ide be lehet építeni a szükséges áramköröket.

Az adási frekvenciát keveréssel állítjuk elő. Az adópanelon a meghajtó, és a végfokozatot át kell alakítani lineáris üzeművé. Ez legegyszerűbben úgy valósítható meg, hogy ha a meghajtó és a végfokozatok bemeneti transzformátorainak szekunder oldali középpontjait „felemeljük” (TR<sub>153</sub>, TR<sub>160</sub>).

Nem kell túlbonyolítani, ekkora teljesítménynél tökéletesen megfelel 1–1 nyitóirányban előfeszített szilícium-dióda.

Az eltávolított egységben van a vevő HF erősítője. Ezt pótolni kell. Aki megépíti az LM386-os erősítőt, annak egy tranzisztor elég a pótláshoz. A billentyűzést a balanszmodulátor szimmetriájának felborításával célszerű megoldani.

Az SSB adáshoz felhasználható a vételhez elkészített szűrő és a BFO némi átalakítással. A BFO-t úgy kell elkészíteni, hogy adáskor mindig helyén legyen a vivőfrekvencia. A nem megfelelően megválasztott vivőfrekvencia félelmetesen torz modulációt eredményez. A szűrő átkapcsolását meg kell oldani.

### Az átalakítás javasolt sorrendje

1. Meg kell győződni a rádió üzemképes állapotáról. Ha olyan egységben van a hiba, amit átalakítás után is használni akarunk, akkor a hibás áramkört meg kell javítani.

2. Az antennacsatlakozó cseréje BNC-re. Ehhez le kell venni az antennacsatlakozó mögötti kis nyákot, és hátulról lecsavarozni az eredeti csatlakozót rögzítő anyát, majd alkalmas számmal kihúzni a csatlakozót. A BNC-t én egyszerűen beragasztottam a teflonba. A BNC meleg pontjára kell forrasztani az eredeti csatlakozón volt vezetőket. A BNC hideg pontját össze kell kötni az antennaillesztő szélénél húzódó földelőszalaggal. Vissza kell tenni a kis egyenirányító nyákot. Ki kell venni az A és B paneleket. Igény szerint az új tápegységet is el kell készíteni. Ki kell venni a csengető gombot és a külső táplálás csatlakozóját.

Ehhez le kell csavarozni, és óvatosan kihajlítani a mögöttük levő nyákokat. A helyükre be kell építeni a potmétereket. Az eltávolított vezetőket le kell szigetelni. Vissza kell tenni a kihajlított nyákokat.

3. A BFO, az SSB szűrő és a produktetektor elkészítése. Ez jó lesz „kedv csinálónak”. Mindenki kellemesen fog csalódní. Ki-ki eldöntheti, hogy akarja-e folyamatosan látni a frekvenciát.

4. A 25 kHz-es referencijel előállítás a frekvenciamérőhöz.

5. A HF erősítő és az AGC áramkör elkészítése.

6. Az adóáramkörök elkészítése.

### Néhány javaslat az adó-vevő használatához

Az antennahangoló helyzetére nagyon érzékeny a készülék. Érdemes először durva állásban (benyomott helyzet) a jel (zaj) maximumot megkeresni, majd finom állásban (elengedett helyzet) pontosítani. Aki adásra is használja a rádiót, az a finomítást lenyomott billentyűnél végezze a műszer maximális kitérésére.

A műszer alatti kapcsolónak valamelyik ANT. ÁRAM állásban kell lenni (érzékeny/érzékeny). Az amatőr gyakorlatban használatos antennák impedanciája kicsi, 100 Ω alatti. Ennek eredménye az, hogy a műszer kitérése meglehetősen kevés. A felirattal ellentétben a műszer nem antennaáramot, hanem antennafeszültséget mér. Ha valaki nagyobb műszerkitérést akar, akkor csökkentse az R<sub>2</sub> 27 kΩ-os ellenállást az antennacsatlakozó mögötti egyenirányító nyákon.

A kapcsoló FR. M (frekvenciamérés) állásában csak frekvenciabeállítás

# Felülvágó szűrők tervezése 432 MHz-re

Nagy Gyula vill. üzemmérnök, HA8ET@pollak.sulinet.hu

A rádióamatőrök gyakran építenek 432 MHz-es hordozható készülékekhez – a hatótávolság növelése érdekében – végfokozatokat. Eleinte aktív elemként tranzisztorokat használtak, de ma már egyre többen használják a különböző gyártók e célra kifejlesztett hibrid IC-it. Ezek néhány kivételtől eltekintve, többnyire FM-adásmódra készültek. A vég-erősítő IC-k végtranzisztorja – a jobb hatásfok elérése érdekében – C-osztályú beállításban működik, tehát a kimenőjelben jelentős harmonikustartalom van. Ezek a nem kívánt harmonikusok más rádiószolgáltatások munkáját zavarhatják. A második harmonikus spektruma a 900 MHz-es ISM/GSM sávban, a harmadik harmonikusé pedig az 1,2 GHz-es amatőrsávban okozhat zavarokat. Ezen zavarások csökkentése érdekében feltétlenül alkalmazni kell az adókimeneten egy megfelelő karakterisztikájú, az adott teljesítményt elviselő felülvágó szűrőt.

A rádióberendezések megengedett harmonikussugárzását a vonatkozó rendeletek is szabályozzák, s a HÍF (Hírközlési Főfelügyelet) ezek betartását rendszeresen ellenőrzi. Ebből adódó kötelezettségek mellett még egy másik tényező is indokoltá teszi felülvágó szűrő alkalmazását. A 900 MHz-es sávban sugárzó, gombamód szaporodó berendezések túlzérelhetnek, „leültethetik” a viszonylag gyenge szelektivitású

432 MHz-es készülékek bemeneti fokozatait. Amennyiben egyszer már a végbemeneti fokozatban létrejött a keresztmoduláció, akkor a zavaró jeleket a továbbiakban semmilyen eszközzel nem lehet kiszűrni. Egy megfelelő tulajdonságokkal rendelkező, adóoldali felülvágó szűrő nemcsak harmonikusszegény kimenőjelet biztosít a berendezésünk számára, hanem nagymértékben javítja a vevőkészülék bemeneti szelektivitását is. Különösen kitelepülések során, magaslatokon tapasztalhatjuk ennek jótékony hatását, ahol az otthoni QTH-n megszokott térerősségek sokszorosai is előfordulhatnak...

Külön gondot jelent, ha azonos QTH-ról, egyidejűleg többsávos üzemen dolgozunk, mert a rádióamatőr-sávok többsége harmonikuskapcsolatban áll egymással. Versenyállomásknál, nagyobb adóteljesítmények esetében már az itt ismertetésre kerülő szűrők sem jelentenek elegendő védelmet, ott különlegesen nagy szelektivitású bemeneti fokozatokat kell építeni.

## A szűrővel szemben támasztott követelmények

A szűrő számunkra legfontosabb paraméterei a következők: az oldalmeredeksége (csillapítása az adott harmonikuson), a beiktatási csillapítása az üzemi frekvencián, az SWR-értéke és a

megengedett legnagyobb teljesítménye. Az első három paraméter a tervezés és az optimalizálás során beállítható (értéküket az alkatrészek kevésbé befolyásolják), míg a maximális teljesítményt kizárólag a felhasznált alkatrészek határozzák meg.

A szűrőtervezés számtalan módja megtalálható a vonatkozó, rendkívül bőséges szakirodalomban, mégis talán ez az egyik legösszetettebb és legnehezebben megoldható feladat az elektronikában. Hozzáférhető jó néhány szűrőtervező-program is, de általában ezek többnyire csak a feladat közelítő megoldását szolgáltatják. Olyan szűrőtervező-program, amelynek eredményei egybevágnak a mérési eredményekkel is, mindössze 4-5 kapható a szoftverpiacon, de magas áruk miatt ezek gyakorlatilag elérhetetlenek számunkra. Olcsóbb és praktikusabb megoldásnak bizonyult az áramkörszimulátor-programokba beépíteni egy közepes árú szűrőtervezőt, s a szűrő megtervezése után, annak paramétereit a szimulátor optimalizáló funkciójával, az igényeinknek megfelelően módosíthatjuk. Magasabb frekvenciákon nem elegendő a hagyományos áramkörszimulátorok segítségével optimalizálni a szűrőt, hanem szükséges elektromágneses (3D) szimulátorral is elvégezni az optimalizálást, amely még a miniatűr SM-alkatrészek elektromágneses

(Folytatás a 204. oldalról)

lehetséges. A működési mód kapcsolónak VÉTEL állásban kell lenni.

Remélem, hogy e leírás nem csak a börzék kereskedőinek a szemét csillantja fel, hanem azokat is, akik az R-107T-t félre tették. Napjaink túldigitálizált világában – némelyik rádió VFO-ja bonyolultabb, mint az egész készülék – egy ilyen jól sikerült VFO-val is lehet igen komoly készüléket építeni.

A nem digitális skálájú R-107 rádiók VFO-ja is ilyen. Én miután megkínóztam az R-107 VFO-ját, a majdnem teljesen elkészült rádióból kivettem az „inteligens” VFO-t és betettem – a keresztsávós összeköttetés lehetősége érdekében – két R-107 VFO-t ML

hangolómechanikával kiegészítve. Talán érdemes meggondolni az URH sáv kedvelőinek is e VFO felhasználását. URH-n sokkal nagyobb jelentősége van a VFO zajnak, mint RH-n. A honvédség nagy mennyiségben használta az R-107 különböző típusait. Ezek ma már elavultak. Ha még nem dobták ki, akkor azt előbb-utóbb megteszik. Már csak az a kérdés, hogy hová?

Végezetül megköszönöm Cseh Rudolf HA9CF barátom segítségét, aki nélkül nem ismertem volna meg e rádiót, aki szintén elvégezte az átalakításokat, és aktívan tesztelte az új készüléket.

Az átalakításokhoz, vagy a VFO további felhasználásához sok sikert kívánok!

## RF elektronik Kft.

2120 Dunakeszi  
Szent István u. 1.

Tel./fax: (+36) 27 391 216

- ◇ Rádiófrekvenciás átjelzők
- ◇ Távkapcsolók
- ◇ Ipari vezérlések elemei
- ◇ Rádiós vagy onvédelmi rendszerek
- ◇ Távfelügyeleti eszközök
- ◇ Digitális átjatszók
- ◇ Antennák, kiegészítő eszközök

[www.rfelektronik.digital2002.hu](http://www.rfelektronik.digital2002.hu)

tereit, és azok módosító hatásait is figyelembe veszi a számításoknál.

Néhány ismert szoftvergyártó cég, az egyetemisták és a téma iránt érdeklődő rádióamatőrök nagy öröme, a közelmúltban piacra dobta a méregdrága, professzionális nagyfrekvenciás áramkörszimulátorainak „student”, illetve „eval” változatait, amelyekkel egyszerűbb feladatok az otthoni gépeken is elvégezhetők. Ezen korlátozott teljesítőképességű változatok mellett, a témát mélyebben megismerni szándékozók számára rendelkezésükre állnak a 30 napos, úgynevezett „Trial” verziók, amelyek használatát csak időben korlátozzák. A rendkívül nagy beruházásnak számító EDA szoftverek vásárlása előtt célszerű egy ilyen változatot kérni a forgalmazótól.

Az áramkörszimuláció, a szűrőtervezés és a PCB-tervezés területén előforduló, ismertebb CAD/CAM/EDA szoftverekről egy kis összeállítást készítettem a POLLÁK ELEKTRONIKA web-lapon (lásd a tartalomjegyzék első rovatát), amely az alábbi címen található: <http://www.pollak.sulinet.hu/www/elek.html>. Innen közvetlenül eljuthatunk a szoftvergyártók web-lapjaira, megtekinthetjük a jellemző képernyőábrákat, illetve a magyar zászlóra kattintva a hazai képvisellettal vehetjük fel a kapcsolatot.

Ezen kis kitérő után, a konkrét feladat megoldásához mi az ANSOFT cég Serenade Design Suite V.8. integrált programcsomagját választottuk. Tavalyi évkönyvünkben [1] már bemutattuk a program rajzoló, optimalizáló funkcióit és jellemző ernyőképeit. Most a beépített szűrőtervező használatát ismertetjük néhány egyszerű feladaton keresztül.

A Serenade program elindítása után a képernyő tetején lévő menüsorból a Tools felírra kattintunk. Az ekkor legördülő menüből a Synthesist választjuk, amelynek hatására elindul a program szűrőtervezője. Megjelenésében nagyon hasonló a Serenade többi ernyőképehez. Ez a szűrőtervező ugyan nem veszi fel a versenyt a speciálisan erre a feladatra készített szűrőtervező-programokkal, de nagyon egyszerű a használata és rendkívül gyors működésű. Egyaránt ismeri az elosztott paraméterű és a koncentrált elemekből felépített szűrőket, a gyakran használt szűrőkapcsolásokat a standard polinomok (approximációk) alapján, továbbá a legismertebb elemelrendezéseket (to-

pológiákat), valamint a fontosabb transzformációkat. Elvégezhető segítségével az előzetes fokszámbeccslés is. Továbbá szűrőtervező kézikönyvekből vagy más szűrőtervező-programból bevihetők a G és a KQ állandók. A kész szűrő bármelyik eleme tetszőlegesen megváltoztatható, s azonnal kirajzolható a szűrő valamennyi fontos jelleggörbéje. Amennyiben az itt kirajzoltatott jelleggörbék megfelelnek elvárásainknak, akkor az „elméleti” szűrő elemeit egyetlen gombnyomással átvihetjük a Serenade kapcsolási rajz rajzolójába ideális szűrőként. Stripline, illetve microstrip elemekből kialakított szűrő esetén „fizikai” (valóságos) kapcsolásként is átvihetjük a szimulátorba. Ez utóbbi esetben valós elemmodellekkel számol, figyelembe véve a tápvonalhatásokat, véghatásokat, a hordozó mechanikai és elektromos adatait, valamint a parazita tagokat egyaránt. Ezután a Serenade-ban kialakíthatjuk az általunk megkívánt karakterisztikát az optimalizáló funkció segítségével. A koncentrált elemekből álló alkatrészeket (pl. SM-induktivitásokat és -kondenzátorokat) az alkatrészkönyvtárakból valóságos alkatrészekre cserélhetjük. Ezen elemmodellek pontossága ugyan néhány gyártónál kívánivalókat hagy maga után, de ez nem a program, hanem az alkatrészgyártók hibája.

## Elliptikus LP-szűrő tervezése 432 MHz-re

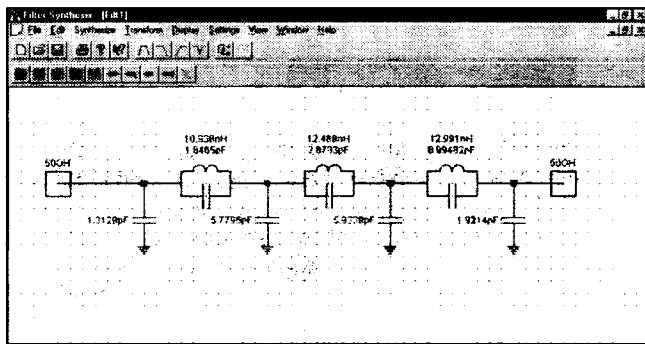
Első mintapéldánkon egy nagy oldalmeredekségű, koncentrált elemekből (valóságos induktivitásokból és kondenzátorokból) álló elliptikus, más néven Cauer-szűrő méretezését mutatjuk be. Az elliptikus szűrő jellegzetessége, hogy átvitele mind az áteresztő-, mind a zárótartományban egyenletesen ingadozik a megengedett határok között. Ennek következtében az átmeneti tartományban az azonos fokszámú approximációk közül ez a szűrőtípus a legnagyobb oldalmeredekségű. A zárótartományban belüli ingadozásokat (visszalógásokat) az átviteli függvény zérusai okozzák. A visszalógások frekvenciái az áramkörszimulátor segítségével az optimalizálás során, az adott feladatnak megfelelően módosíthatók.

Nyissuk meg a szűrőtervezőt és válasszuk a Design New Filter parancsot. Ezután az első ablakból a szűrő típusának a Lumped lowpass, a Design Method ablakból az Elliptic, a technológia

ablakból pedig a Lumpedet jelöljük be. A tovább parancsra megjelenő ablakban kitölthetjük a szűrő fontosabb paramétereit. Azért, hogy a szűrő 432 MHz-en észrevehetően még ne csillapítson, az  $f_c$  törésponti frekvenciának 560 MHz-et választottuk (-3 dB-es pont). Az első elemnek párhuzamos (Parallel) tagot jelöltük be, hogy be tudjuk mutatni olvasóinknak, a nagyon hasznos „dual” funkciót. A kimeneti és bemeneti impedanciának az alapértelmezés szerinti 50  $\Omega$ -ot (szimmetrikus elrendezés), fokszámnak (Order) pedig 7-et választottunk. Itt egyébként lehetőségünk van a megkívánt oldalmeredekség alapján, a fokszám megbecsülésére (Estimate Order). Amennyiben szükséges, akkor módosíthatjuk az esetünkben 7-nek választott értéket. Ezután a tovább gombra kattintva a törésponti frekvencia felett bármely frekvencián megadhatjuk a szűrő megkívánt csillapítását. A mintapéldán ez az érték 1026 MHz-en 40 dB. Gyakorlatilag így a visszalógások tartományában is beállíthatjuk a szűrő paramétereit. Mint ismeretes, szoros kapcsolat áll fenn a fokszám, az oldalmeredekség, az  $f_c$  és a visszalógások között. Ezért bármely értéken változtatunk, az maga után vonhatja a többi adat változását is. Ezután vagy a vissza gombbal visszalépünk és módosítunk az adatokon, vagy a befejezés gombra kattintva, megkapjuk a szűrő kapcsolási rajzát. Az 1. ábrán a szűrőtervező ernyőképét mutatjuk be a megtervezett szűrő kapcsolási rajzával.

A képernyő tetején lévő menüsorból először a Settings/Preferences parancsot célszerű választani. Itt értelem szerűen megadhatjuk a legfontosabb paramétereket. Fontos a mértékegységek beállítása, a Sweep érték (milyen frekvenciatartományban rajzoltatjuk ki a szűrő karakterisztikáit), a kapcsolási rajzon a rács és a feliratok mérete, valamint a Global ablakban az egyes alkatrészek jóságai tényezőjének megadása. Ez utóbbi értékek helyes beállítása után a mérési eredményekhez jól közelítő jelleggörbéket kaphatunk. Természetesen ez a program pontatlanabb, mint a Serenade óriási matematikai apparátust felvonultató optimalizáló szegmense, de a gyakorlati megvalósításhoz nagyon jó kiindulási alapot ad.

A következő fontos legördülő menü a Transform. Itt egy gombnyomással előállíthatjuk a szűrő „dual”-ját (2. ábra). Egy érdekes dolog, hogy a



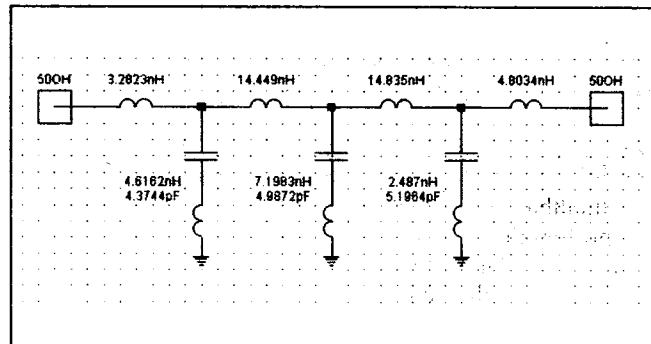
1. ábra. A Serenade szűrőtervezőjének ernyőképe a 432 MHz-es elliptikus felülvágó szűrő kapcsolási rajzával

párhuzamos ágakban lévő soros RC-tagokat egy egységként kezeli a program, s egy apró tévedés folytán az R- és a C-elemek feliratát a program ezen szegmensének írója felcserélte. Ebben a menüpontban a kimeneti és a bemeneti impedanciákat is áttranszformálhatjuk, illetve tetszőleges frekvenciára számíthatjuk át a meglévő szűrőinket, elvégezhetjük a legismertebb PI-T, illetve Norton-transzformációkat, vagy további elemeket építhetünk be a szűrőbe. Bizonyos esetekben elosztott paraméterű és koncentrált paraméterű alkatrészeket is helyettesíthetünk egymással. A transzformációk során keletkező, de csak elméletben létező negatív induktivitásokat és kapacitásokat valószínűségi (pozitív előjelű) alkatrészekké alakíthatjuk. Átrendezhetjük az áramkört, és összehonhatjuk az egymás mellett lévő párhuzamos vagy soros alkatrészeket. Tehát még felsorolni is hosszadalmas, hogy ez a viszonylag egyszerű program mi mindent tud.

Szólnunk kell arról is, hogy mi az, ami hiányzik a repertoárból. A korszerű szűrőtervező programok rendkívül sok beépített szűrőelrendezést tartalmaznak. Ezek különösen a létraszűrők-nél hiányoznak az ismertett programból. Hosszadalmas transzformációk-

kal, áthidalások beépítésével elérhetjük a kívánt eredményt, de kétségtelesen kényelmesebb lenne, ha még legalább 80...100 szűrőelrendezés lenne a választékban. Továbbá hiányzik a szűrő karakterisztikáját leíró polinomok pólus- és zérushelyeinek megadási vagy megváltoztatási lehetősége. Különösen nagy szükség lenne erre több tagú, létrakapcsolású sávszűrők átviteli függvényének szimmetrizálásánál. További kényelmi szolgáltatás a speciális szűrőtervező-programoknál az induktivitások, vagy a kondenzátorok értékeinek előzetes megadása az E-24-es szabványos sorból. E felsorolt hiányosságok egy jelentős részét áthidalhatjuk, ha az itt megtervezett szűrőt a Serenade segítségével, igényeinknek megfelelően optimalizáljuk.

Következő legördülő menü a Display. Ennek legelső pontjára kattintva, a korábbi beállításoknak megfelelően megjeleníthető a szűrő átviteli függvénye és reflexiócsillapítása (3. ábra). Itt az S21 és az S11 paramétert különböző léptékben rajzolja ki a program, a jobb kiértékelhetőség érdekében. Ezen kívül megjeleníthetjük a Smith-diagramot, a csoportfutási időt, az S11 és S21 paramétereket táblázatos formában is, a KQ és G állandókat, vagy a Net-listát



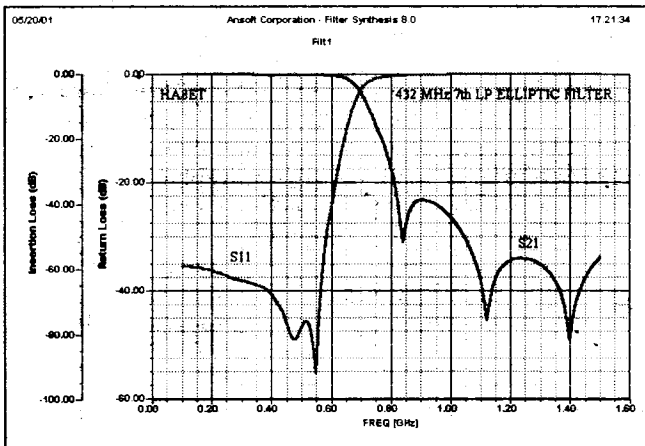
2. ábra. Az elliptikus szűrő duálja

(kötéslistát). Számunkra most a legfontosabb ikon az felső sor utolsó előtti ikonja, amelyre kattintva, egyből átvihetjük az áramkört a Serenade programba, további feldolgozásra.

Az adott elliptikus szűrő rajza szabványos LC-értékekkel a Serenade-ban, a 4. ábrán látható. Minden elem értékét a hozzá legközelebb álló szabványos értékre átirtuk, majd optimalizáltuk a szűrőt. Többszöri optimalizálás, és néhány elem értékének változtatása után elérhető, hogy valamennyi alkatrész a szabványos sorból választható legyen.

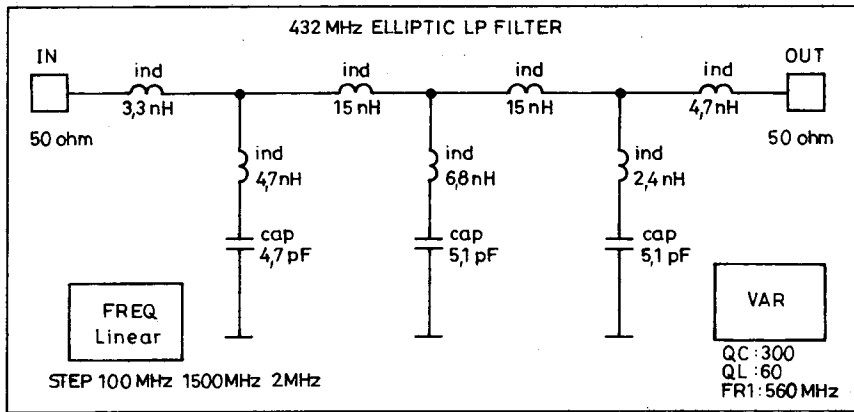
A Var tömbben megadtuk az alkatrészek jósági tényezőjét:  $f = 560$  MHz-en a kondenzátoroknál  $Q = 300$ , az induktivitásoknál  $Q = 60$ . Ezek az értékek NPO kerámiakondenzátorokkal és kis méretű légmagos, önhordó induktivitásokkal könnyen elérhetők. Több passzív alkatrészgyártó katalógusában megtalálhatók 1...100 nH között az ilyen típusú légmagos, a hagyományos SM-induktivitásoknál sokkal nagyobb jósági tényezőjű termékek (pl. C3328A SMD Air Core Inductor: CoilCraft, Sagami Elec Co., S.M.A.E. GmbH.).

Amennyiben az F10 billentyű lenyomásával elvégezzük az analízist, akkor az 5. ábrán látható jelleggörbét kapjuk eredményül. Ezt összehasonlítva a 3. ábra görbével, nagyon hasonló eredményhez jutottunk. A kis különbséget a Serenade nagyobb pontossága és a többszöri optimalizálások okozzák. Végeredményben a szűrő oldalmeredeksége megfelelő, a második harmonikuson 40 dB-nél, a harmadik harmonikuson pedig 50 dB-nél kedvezőbb a szűrő csillapítása. A 6. ábrán átskáláztuk (Rescale) a jelleggörbét, hogy az átviteli sávban pontosan meghatározassuk a beiktatási csillapítást. 435 MHz-en S21 = -0,35 dB. Ez kiváló értéknek számít. Ennél kisebb beiktatási csillapítás ezen a frekvencián, ilyen



3. ábra. Az elliptikus szűrő átviteli függvénye (S21) és reflexiócsillapítása (S11)





4. ábra. Az elliptikus LP szűrő rajza a Serenade programban, szabványos alkatrészekkel, optimalizálás után

nagy oldalmeredekség esetében csak üregrezonátorokkal vagy semirigid koaxiális kábelcsonkokkal érhető el. Amennyiben a felhasznált alkatrészek jósági tényezője eltér az itt alkalmazottaktól, akkor azt egyszerűen beírjuk a Var tömbbe, így a gyakorlat számára megfelelő pontossággal megkapjuk az eredményt.

A szűrő mérési eredményei jó közelítéssel egybe vágnak a szimulált értékekkel. Az eltérés tovább csökkenthető, ha a felhasznált alkatrészek pontos S-paramétereit tartalmazó modellek segítségével végezzük el a szimulációt. Ezek azonban nem minden gyártótól állnak rendelkezésre. A maximális teljesítmény, amit a szűrő elbír, a felhasznált alkatrészeketől függ. Szokványos, vevőkészülékek számára gyártott kerámiakondenzátorokkal (50...63 V-os NPO típusok) és 0,5 mm átmérőjű CuZ huzalból, menet menet

mellé tekercselt induktivitások esetében is melegezés nélkül, folyamatos üzemben elbírta egy 17 W-os, 432 MHz-es hibrid végfok-IC teljesítményét. Nagyobb teljesítmény esetében már speciális nagyfrekvenciás teljesítmény-kondenzátorokra és nagyobb áramot elviselő induktivitásokra lenne szükség.

#### Az elliptikus szűrő elkészítése

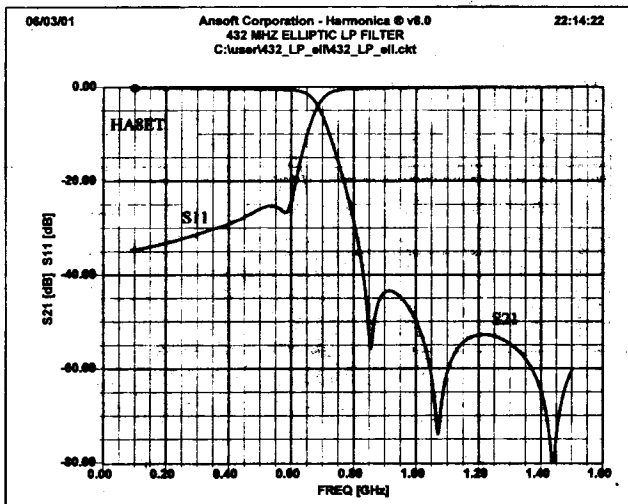
Adott fokszám esetében ez a szűrőtípus biztosítja a legnagyobb oldalmeredekséget, ennek megfelelően a legérzékenyebb az alkatrészek szórására is. Amennyiben a megadott jósági tényezőjű, gyári 5% értékűrésű alkatrészekből tudjuk összerakni a szűrőt, akkor nem lesz jelentősebb eltérés az átviteli függvényében, a szimulátor által szolgáltatott jelleggörbéhez képest. Az áramkör nem igényel különleges nyakot, a prototípust szokványos próbapap-

nelon forrasztottam össze. A kerámiakondenzátorok kivezetéseit 5 mm hosszúságúra szabtam le. Gyári induktivitások felhasználásával a szűrő karakterisztikája alig különbözött a szimulált értékektől. Amikor házi készítésű induktivitásokra cseréltem őket, a kalkulált menetszámértékeket esetenként módosítani kellett, annak ellenére, hogy elkészítésükkor a fentebb említett gyári típusok adatait vettem alapul. Ezért menetszámértékeket nem adok meg, s csak azok számára javasolom a szűrő megépítését, akik vagy be tudják szerezni az ajánlott gyári induktivitásokat, vagy rendelkeznek a szűrő beméréséhez szükséges műszerparkkal. A beméréséhez legalább 100...1300 MHz-es mérési tartományú műszerek szükségesek (pl. poliszköp, vagy spektrum-analizátor tracking generátorral, vagy hálózati analizátor, vagy sweep generátor és a szükséges mérőfejek, kiegészítők).

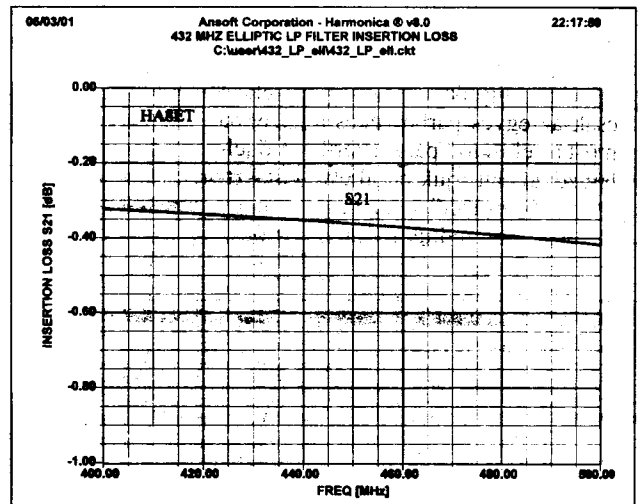
Azok számára, akik valamelyik oknál fogva nem tudják ezt a szűrőt elkészíteni, a következőkben két olyan kapcsolást ismertetünk, amely a korszerű hangolásmentes technika alkalmazása következtében, semmiféle utólagos behangolást nem igényelnek. Megéri a tervezésre és az optimalizálásra több időt szánni, mert az áramkör egyszerűen reprodukálható.

#### Microstrip LP szűrő tervezése 432 MHz-re

A magasabb fokszámú, nagy oldalmeredekségű, koncentrált elemekből fel-



5. ábra. Az elliptikus szűrő jelleggörbéi a Serenade programban



6. ábra. Az elliptikus szűrő beiktatási csillapítása Serenade 8.0 programmal szimulálva

épített szűrőket nehezen lehet azonos paraméterekkel sorozatban gyártani. A pontos frekvenciára történő hangolás érdekében, célszerű néhány elemüket hangolhatóvá készíteni. A kész szűrő karakterisztikáit minden esetben mérésrel is ellenőrizni kell, ezért a megfelelő műszerek hiányában kevesen válnak ilyen szűrők elkészítésére.

Az elosztott paraméterű szűrőknél két alapvető technológiát különböztetünk meg. A *stripline* technika alkalmazása komoly gépipari háttérrel feltételez, ezért a valamivel nagyobb veszteségek ellenére, a könnyebben megvalósítható *microstrip* technológia segítségével alakítjuk ki a következő szűrőinket. Ez esetben csupán a hordozó mechanikai és elektromos jellemzőinek szórása, illetve a gyártási pontatlanság befolyásolja a megépítendő szűrő jellemzőit. Az alkalmazott 500 MHz körüli frekvenciatartományban e tényezők még nem jelentősek. Mivel a szűrők nem tartalmaznak hangolható elemeket, ezért elegendő csupán a prototípust mérésrel ellenőrizni. Az ilyen technológiával kialakított áramkörök közelítő számítását, és néhány egyszerűbb gyakorlati alkalmazást már bemutattuk [4], majd pedig olcsó, gyakorlatilag majdnem ingyenes programokkal méreteztük egy azóta több országban is népszerűvé vált, 432/144 MHz-es diplexer kapcsolás LP és HP szűrőit [5]. A kapcsolás népszerűségének oka, a hangolásmentes technika alkalmazása. Ebben a közleményben most egy professzionális áramkörszimulátor programmal, az ANSOFT Serenade Design Suite 8.0 programjával méreteztünk egy 432 MHz-es elosztott paraméterű szűrőt, majd optimalizáltuk azt.

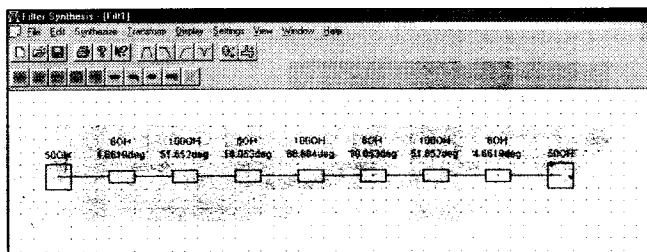
A tervezés menete teljesen hasonló az előző, elliptikus szűrő tervezéséhez, csak az egyes párbeszédés ablakokba most az elosztott paraméterű szűrő jellemző adatait írjuk be, illetve választjuk ki. A „project” munka előnye, hogy akkor is meg tudjuk nyitni a szűrőter-

vezőt, ha közben egy másik feladaton dolgozunk. Tehát a Tools menüből a korábban leírt módon nyissuk meg a Filter Synthesis programot. Válaszunk a New Design parancsot, és a megnyíló ablakban a következőket jelöljük be: Filter Type – Distributed Lowpass, Design Method – Tchebishev Prototype, Technology – Microstrip. Sajnos itt már nem kínálja fel a program a nagyobb oldalmeredekségű elliptikus szűrő tervezésének lehetőségét. Így a Csebishev-approximációt választottuk, amelynek jellegzetessége, hogy az átvitele az áteresztő tartományban a megengedett értékhatárok között ingadozik, majd monoton csökken.

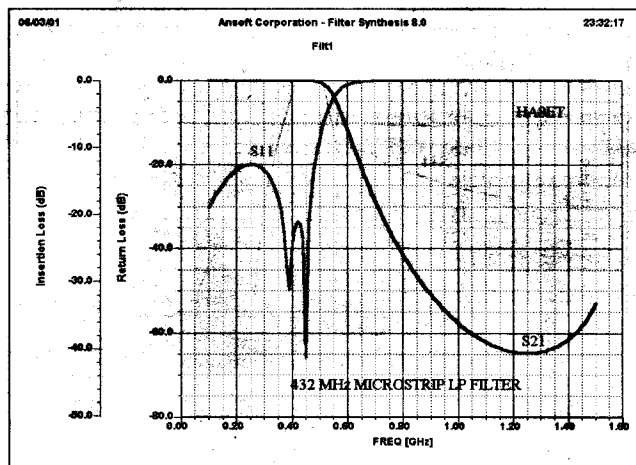
Ezután a tovább gombra kattintva, a következő ablakban beírhatjuk a szűrő adatait. Most is az előző példával azonos adatokat írtunk be ( $f_c=560$  MHz  $-3$  dB-nél, fokszám=7, ki- és bemeneti impedancia  $50 \Omega$ , az első elem párhuzamos). Egyetlen új adat a Csebishev-szűrő átviteli sávjában az ingadozás nagysága: Ripple [dB]=0,0001. A fokszámbeclést itt is ugyan úgy elvégezhetjük, és ha kell, akkor módosíthatunk az adatokon hasonlóan, mint a korábbi tervezés során. Ezután ismét a tovább gombra kattintva, megadjuk a rezonátorok maximális és minimális impedanciáját. A soros (induktív-) tag impedanciáját maximum  $100 \Omega$ -nak és a párhuzamos (kapacitív-) tagét pedig minimálisan  $6 \Omega$ -nak választottuk. Ennek gyártástechnológiai okai vannak. A kiválasztott FR4-es üvegszál hordozón  $100 \Omega$  felett olyan vékony vezetők adódnak, hogy a gyártási pontatlanság jelentős impedancia-eltéréseket

okozhat. Magasabb soros és alacsonyabb párhuzamos impedancia értékkel kedvezőbb karakterisztika érhető el ugyan, de ekkor már házilag nem tudjuk megfelelő pontossággal elkészíteni a panelt. Ebben a párbeszédés ablakban lehetőség van az egyes rezonátorok impedanciájának manuális megadására is (a két érték egyébként szoros összefüggésben áll egymással, és az átviteli tényező megengedett ingadozásával az áteresztési tartományban).

A tovább gomb után, a következő ablakban meg kell adni a felhasznált hordozó (nyák lemez) adatait. Alapanyagul az olcsó és könnyen beszerezhető, jól megmunkálható FR4-es anyagot választottuk. Sajnos a frekvencia függvényében a dielektromos állandója nem állandó, valamint tapasztalható egy bizonyos gyártási szórás is, de ezen a frekvencián még elfogadható pontosságot érünk el, ha  $\epsilon_r=4,5$  értékkel számolunk [4]. A panel vastagsága  $1,5$  mm, a rézfólia vastagsága  $35$  mm, a dobozfedél távolsága pedig  $15$  mm. Előfordul, hogy a megadott rezonátorimpedanciákkal a szűrő nem tervezhető meg, ilyenkor visszalépünk az előző ablakokhoz, s módosítjuk a megadott értékeket. Ha minden adat megfelelő, akkor a befejezés gombra kattintva, a **7. ábrán** látható kapcsolási rajzot kapjuk eredményül. Itt a két mikrohullámú  $50 \Omega$ -os port között  $6$  és  $100 \Omega$ -os tápvonal szakaszokat láthatunk, amelyeknek a hossza villamos fokokban van megadva. A korábban leírtaknak megfelelően a Display ablakból a Return/Insertion Loss gombra kattintva, a **8. ábrának** megfelelően ellenőrizhetjük a szűrő karakterisztikáit. Ez még



7. ábra. A szűrő kapcsolása a szűrőtervezőben

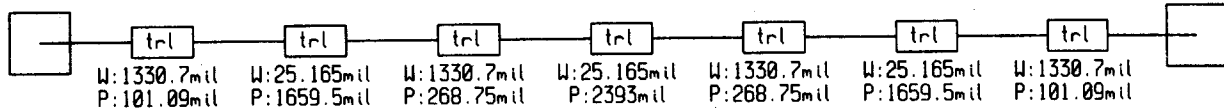


8. ábra. A 7. ábra szűrőjének karakterisztikái a szűrőtervezőben

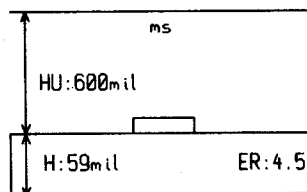
# 432 MHz 7th LP MICROSTRIP FILTER

IN 50 OHM

OUT 50 OHM



STEP 100MHz 1500MHz 10MHz



label:sub  
TAND:0.015

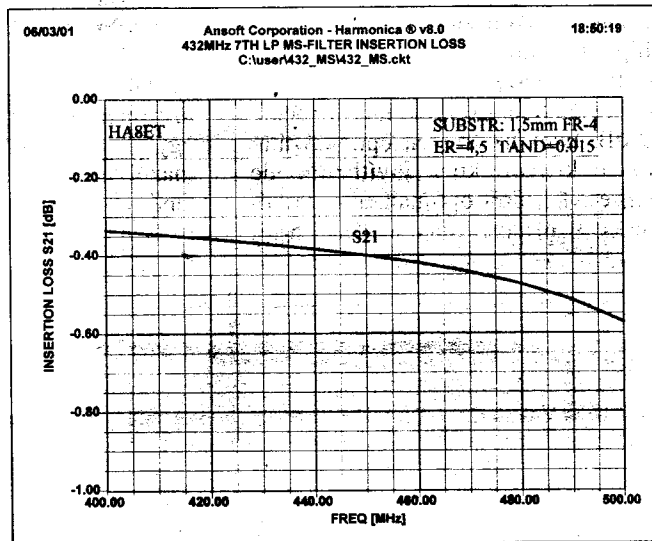
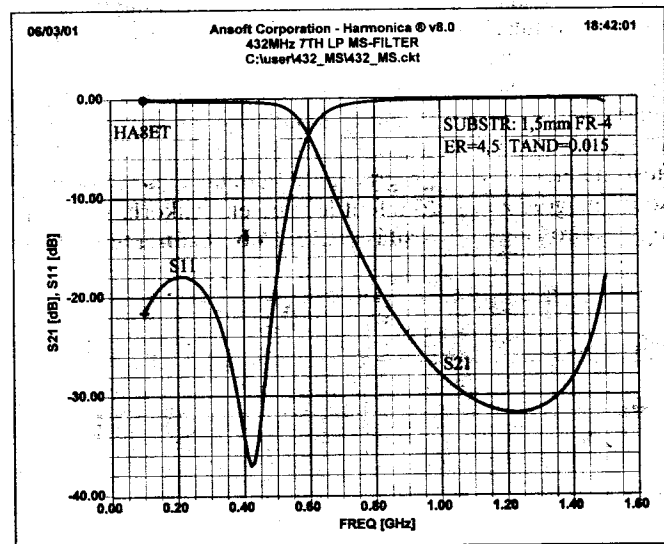
9. ábra. A 7. ábra elméleti szűrőjének exportálása a Serenade fizikai (valóságos) kapcsolási rajzába

természetesen egy elméleti kapcsolat, ahhoz hogy használható áramkörhöz jussunk, a felső ikonorból az utolsó ikonra kell kattintani, ekkor a megtervezett szűrőt exportáljuk a Serenade-ba „fizikai” kapcsolásként. Az így kapott valós áramkör kapcsolását a 9. ábrán láthatjuk. Itt még be kell írni a hordozó vezető anyagát (Cu, vörösréz) és a veszteségi tényezőt az analízis előtt. Gyakorlati tapasztalatok, mérési eredmények alapján ezen a frekvencián  $Tand=0,015$  veszteségi tényezővel célszerű számolni. A rajzon a tápvonalak fizikai méreteit látjuk. A W a szélessé-

get, a P a hosszukat jelenti mil-ben. (1 mil = 0,0254 mm, azaz a coll ezredrésze.) Ezután az F10 billentyűvel elindítva az analízist, a 10. ábra karakterisztikáit kapjuk eredményül. Ezek csak annyiban térnek el a szűrőtervezőben látott görbektől (lásd a 8. ábrát), hogy a hordozó dielektromos veszteségét és a fólia rézvesztését is tartalmazza. A 11. ábrán kinagyítva ábrázoltuk a szűrő beiktatási csillapítását 400 és 500 MHz között. 435 MHz-en az  $S21=-0,37$  dB-es érték gyakorlatilag megegyezik az előző tervezési példa elliptikus szűrőjének beiktatási csilla-

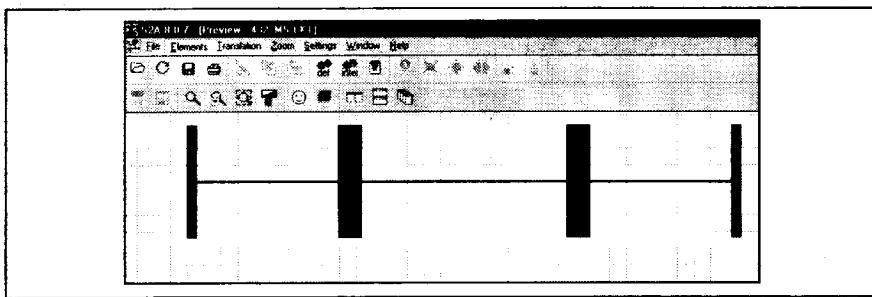
pításával, amelyben viszonylag magas jóságú tényezőjű alkatrészeket használunk. A veszteség oka a hordozó anyagában keresendő. Az FR4-es anyag dielektromos vesztesége mellett a rézvesztés szintje elhanyagolható.

A Tools legördülő menüből most válasszuk az S2A Layout menüpontot. Ekkor a Serenade automatikusan betölti a netlistát, és megjeleníti a 12. ábrán látható nyomtatási képet. A betöltés után kiírja az esetleges hibáüzeneteket, amelyek alapján a kapcsolási rajzon elvégezhetjük a szükséges módosításokat. Az ábrán bekapcsoltuk a Grid



10. ábra. A microstrip szűrő valóságos (fizikai) karakterisztikái a Serenade programban

11. ábra. A microstrip szűrő beiktatási csillapítása 400 és 500 MHz között szimulálva



12. ábra. A szűrő nyomtatási rajza a Serenade S2A Layout programjában. A rácsméret 5 mm

funkciót ( $G = 5 \text{ mm}$ ) azért, hogy a nyák mérete könnyebben megbecsülhető legyen. Ez a szűrő egyszerűen elkészíthető egy kétoldalas fényérzékeny nyák-lemezre, amelynek az alsó földelt oldalát teljes egészében meg kell hagyni. A rezonátorok impedanciájának többszöri változtatásával sem sikerült elérni, hogy egy szabványos méretű (100-szor 160 mm-es), kereskedelemben kapható Európa kártyára („Eurocard”-ra) el lehessen készíteni az áramkört. Amennyiben a fokszámot csökkentjük, rövidebb lesz a szűrő, de csökken a harmonikuselnyomása. Akik P-20-as fényérzékeny lakkal szeretnék elkészíteni a panelt, azok számára az S2A Layout programból átkonvertáltam a nyákokat Tango PCB-be, amely a 13. ábrán látható (TOP oldal,  $M=1:1$ ; a túlórald test-telefólia).

A szűrő jellemzőit a következőkben foglalhatjuk össze. Óriási előnye, hogy semmiféle hangolást, beállítást nem igényel, beiktatási csillapítása  $-0,37 \text{ dB}$ , a megengedett maximális teljesítmény folyamatos üzemben  $50 \text{ W}$ , reflexiócsillapítása kiváló (nem rontja az antenna SWR-értékét). Hátránya az elliptikus szűrővel szemben, hogy csillapítása a második harmonikuson csak  $24 \text{ dB}$ , a harmadik harmonikuson pedig  $32 \text{ dB}$ . Ezek az értékek optimalizálásokkal kismértékben javíthatók, de nem ezt a szűrőt optimalizáljuk a későbbiekben, hanem egy kedvezőbb ge-

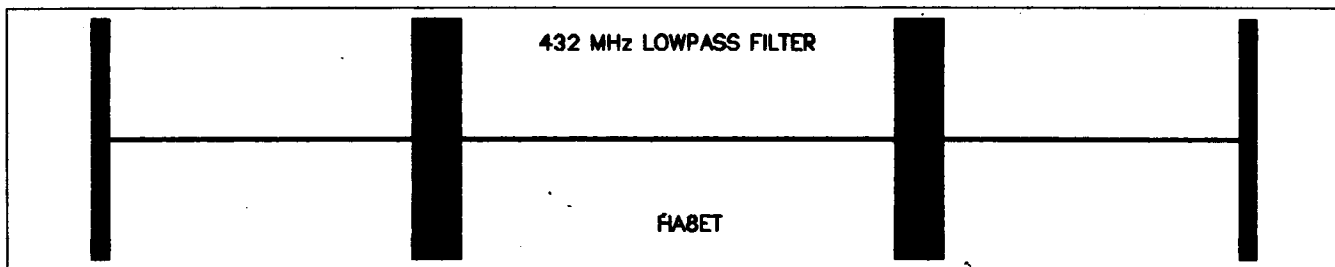
ometriai elrendezésű változatot. Ebből már sejthető egy másik hátránya, a viszonylag alacsony frekvenciából eredő nagy mérete. Nemcsak a panel költségei tetemesek, hanem további probléma, hogy ilyen méretű szabványos doboz nem kapható a kereskedelemben. Az elliptikus szűrővel összehasonlítva feltűnik, hogy itt teljesen más jellegű a visszalógás. A magasabb rendű rezonanciák nagyjából a törésponti frekvencia négyszeresénél jelentkeznek. A sönt tagok (kapacitások) mint tápvonal szakaszok rezonálnak, ezáltal csökken a harmonikuscsillapítás. Nem véletlen, hogy az ilyen típusú szűrők átviteli függvényét általában a törésponti frekvencia háromszorosa felett nem szokták mutatni...

### Optimalizált LP-szűrő 432 MHz-re

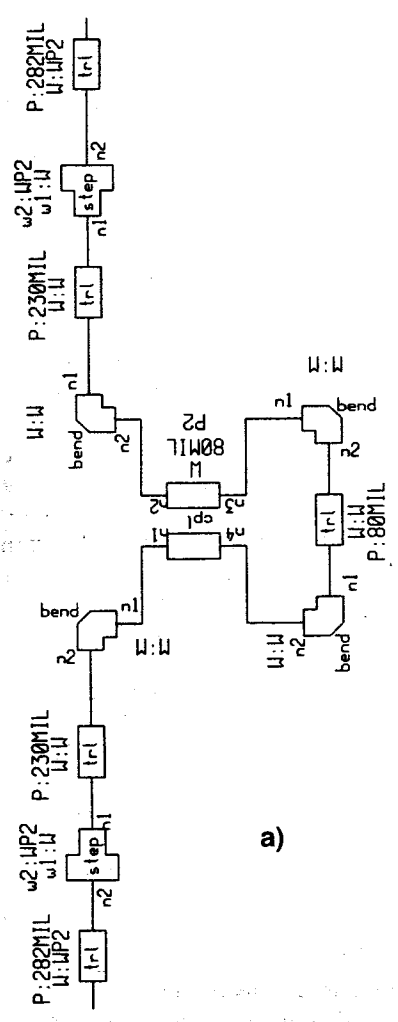
Az előző, hetedfokú aluláteresztő szűrő nagy méretei a soros induktivitások hosszából adódnak. Az induktivitás méreteit két módon csökkenthetjük. Az egyik lehetőség a spirális induktivitások alkalmazása, a másik a csatolt párhuzamos vonalakkal történő helyettesítés. Mindkettőre láttunk méretezési példákat az [1]-ben. Az első megoldás azért nem felel meg céljainknak, mert egy átkötést (air-bridge) kellene alkalmazni, ami az utánépítést megnehezítené. Így marad a második megoldás. Itt arra kell ügyelni, hogy a soros tag-

ként beépített élcsatolt párhuzamos tápvonalak csak egymással legyenek csatolásban, és a sönt tagokkal ne. Ezért nem lehet a méreteket egy bizonyos érték alá szorítani. Továbbá a sönt tagok végei a doboz falához sem kerülhetnek egy bizonyos távolságnál közelebb, mert elhangolódnak. Ezeket a szempontokat figyelembe véve a szűrőt optimalizálni kell a minimális beiktatási csillapításra és a minél kedvezőbb felharmonikus elnyomásra. Ezeket az egymásnak ellentmondó szempontokat úgy kell teljesíteni, hogy közben a szűrő elhelyezhető legyen az általunk választott, SSB Electronic gyártmányú,  $55 \times 73 \times 30 \text{ mm}$ -es, 7764 típusú, ónozott lemezből készült dobozba.

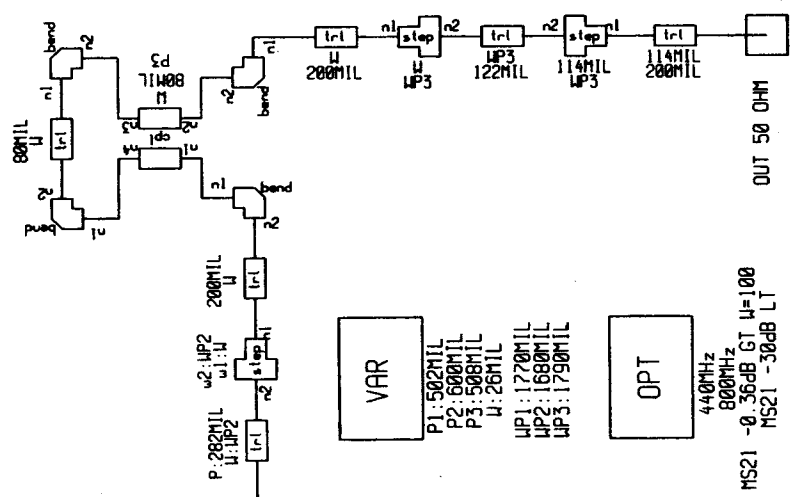
Ahhoz, hogy a szimulátor minél pontosabb eredményeket szolgáltatson, s ezek minél jobban közeledjenek a mérési eredményekhez, nagyon gondosan kell elkészíteni a kapcsolási rajzot. Első lépésként minden keresztmetszet-változásnál (pl. a széles sönt tagok és a keskeny soros tagok csatlakozási pontjainál) be kell építeni egy-egy Step alkatrészt. Ezután a soros, hosszú egyenes tápvonalakat kell csatolt vonalakkal helyettesíteni. Itt egy sor derékszögű idomot (Bend) kell elhelyezni, hogy a lehető legkisebb legyen a helyfoglalás. A Bend-ek forgatásával és az áthidaló tápvonal szakaszokkal biztosítani kell, hogy a sönt és soros tagok pontosan illeszkedjenek egymáshoz. Valamennyi elem paramétereit úgy kell megadni, hogy azok optimalizálhatók legyenek. (A soros tagot helyettesítő tucatnyi tápvonal darab szélessége az optimalizálás során sehol ne szenvedjen keresztmetszet-változást.) A 14.a ábrán kapcsolási rajz középső részletét kinagyítva mutatjuk be (erőnyökép). Itt jól olvashatók a CAD program apró feliratait, és megfigyelhető a fent leírt elvek gyakorlati megvalósítása is. A 14.b ábrán a teljes kap-



13. ábra. A kész hetedfokú microstrip szűrő nyák-rajza



a)



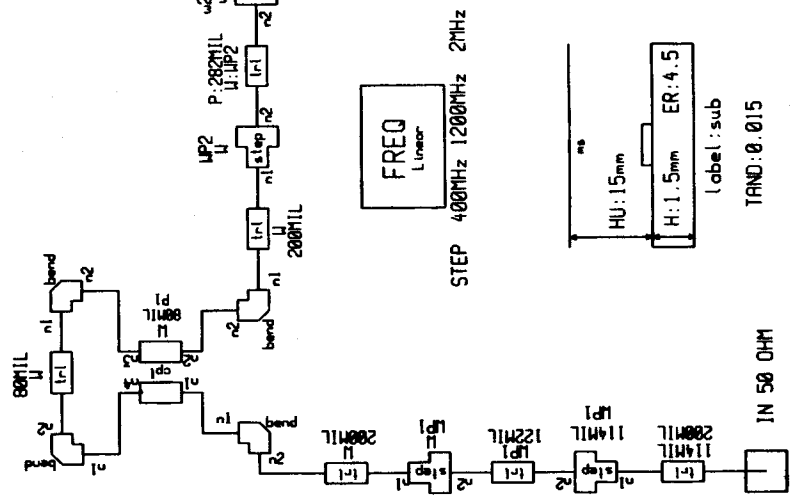
b)

432MHz MICROSTRIP OPT. LOWPASS FILTER

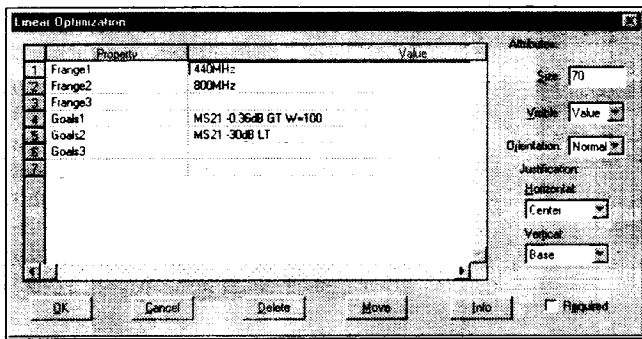
csolási rajz látható, közvetlenül a Sere-nade-ből kinyomtatva.

Az a kapcsolás természetesen a ki-indulási alapként tekintett előző szűrőtől nem csak megjelenésében különbözik, hanem átviteli függvénye is jelentős mértékben megváltozott. A soros (induktív) tápvonalak hossza nem azonos az azokat helyettesítő csatolt vonalak hosszának összegével! Ezért a „Linear Optimization” ablakban kínált lehetőségeket a 15. ábrának megfelelően állítjuk be, s elvégezzük az áramkör optimalizálását. Az egyes rezonátorok méreteit külön-külön optimalizáljuk, eltérve ezzel a Csebisev-polinom szimmetriától, így közelítünk az elliptikus szűrő jellegzetességeihez.

Az optimalizálás során a Yield optimalizáció „random” beállítása (legalább háromszoros értékét célszerű választani) biztosítja számunkra leggyorsabban a kívánt eredményt. Az optimalizálásnál a beiktatási csillapítás mini-



14. ábra. A HA8ET-043 jelű optimalizált szűrő kapcsolási rajzának egy részlete (a), a teljes kapcsolási rajz (b)



15. ábra. A „Linear Optimization” ablakbeállításai

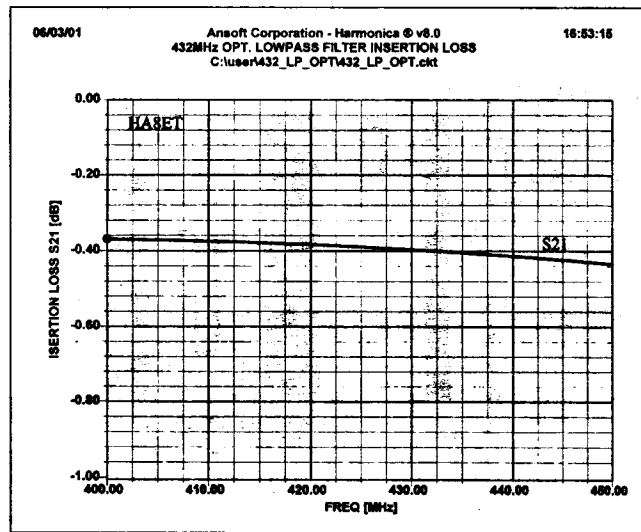
malizálást tekintjük a legfontosabb cél-  
nak, ezt a  $W = 100$  értékkel jelezzük. A  
szűrő zárótartományában, 800 MHz-en  
pedig szeretnénk legalább 30 dB-es  
csillapítást elérni. Természetesen ezek  
egymásnak ellentmondó feltételek.  
Összehangolásukhoz a Serenade óriási  
numerikus számítási apparátusára lesz  
szükségünk. Optimalizálás után a táp-  
vonalak mil-ben megkapott geometriai  
méreteit páros egész számokra kerekít-  
jük. A szimulátor ikon sorában bekap-  
csoljuk az akkumulátor funkciót, ami  
tárolja az eredeti görbét. Így közvet-  
lenül láthatjuk az eltéréseket a változá-  
sok után. Ha nagymértékűek a változá-  
sok, akkor a sok geometriai adat közül  
néhányat ismét optimalizálunk, miköz-  
ben a többit állandónak vesszük. Eze-  
ket a műveleteket addig kell ismételni,  
amíg az optimális, de nem kerek érté-  
keket tartalmazó eredeti görbét minél  
jobban megközelítjük. Ekkor az utolj-  
ára optimalizált értékeket is páros egész  
számra kerekítjük. A páros egész szám-

ra történő kerekítés azért szükséges,  
mert a PCB további feldolgozásához  
használt Tango PCB program automa-  
tikusan elvégzi ezeket a kerekítéseket,  
de ezáltal ellenőrizhetetlen módon vál-  
toztatja meg a szűrő jelleggörbéit.

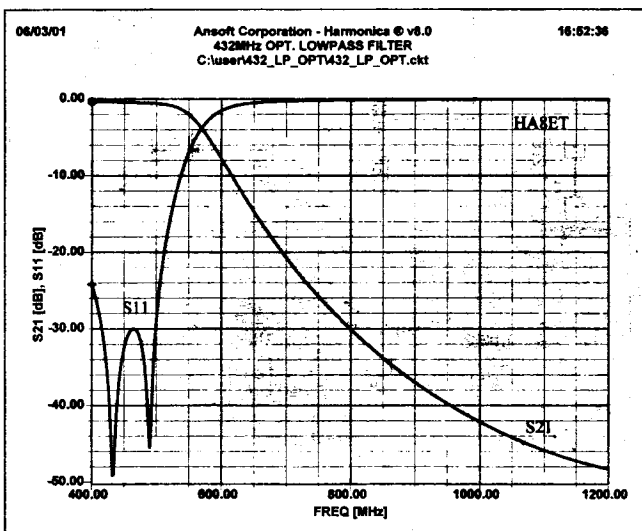
A többszöri optimalizálás után a  
**16. ábrának** megfelelő jelleggörbéket  
kaptuk eredményül. A második harmo-  
nikuson, 480 MHz-en a szűrő 36 dB-t  
csillapít, a harmadik harmonikuson pe-  
dig 50 dB-t. A saját reflexiója az üzemi  
frekvencián jobb, mint  $-38$  dB. A  
**17. ábrán** 400 és 450 MHz között ábr-  
rázoltuk a szűrő beiktatási csillapítását.  
434 MHz-en a beiktatási csillapítás  
0,39 dB. Ez az érték mindössze 0,02  
dB-lel rosszabb az eredeti, nagy méretű

Csebisev-szűrő beiktatási csillapításá-  
nál, viszont a zárótartományban az op-  
timalizálások után jelentősen sikerült  
javítani a szűrő csillapítását. Oldalme-  
redeksége megközelíti egy elliptikus  
szűrő ezen jellemzőjét. Így tehát gond-  
os optimalizálásokkal, annak ellenére  
sikerült az elliptikus szűrő jellemzőit  
megközelítő szűrőt tervezni, hogy a  
program szűrőtervezője ezt közvet-  
lenül nem teszi lehetővé.

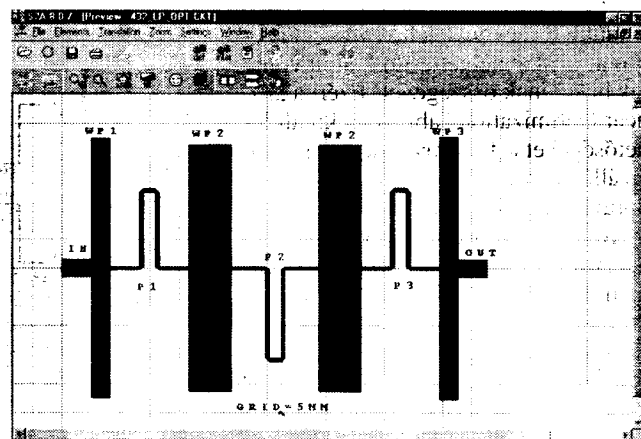
Miután az elvárásainknak eleget  
tesznek a szűrő jelleggörbéi, a Tools  
menüből indítsuk el az S2A Layout  
programot, és ellenőrizzük a PCB raj-  
zolatot. Célszerű a kitöltést (Fill) fun-  
kciót is kikapcsolni, hogy bizonyosságot  
szerezzünk arról, hogy az egyes tápvo-  
nal-elemek sehol nem kerültek fedésbe  
egymással. Egyébként az S2A minden  
esetben hibáüzenetet ad, ha bármilyen



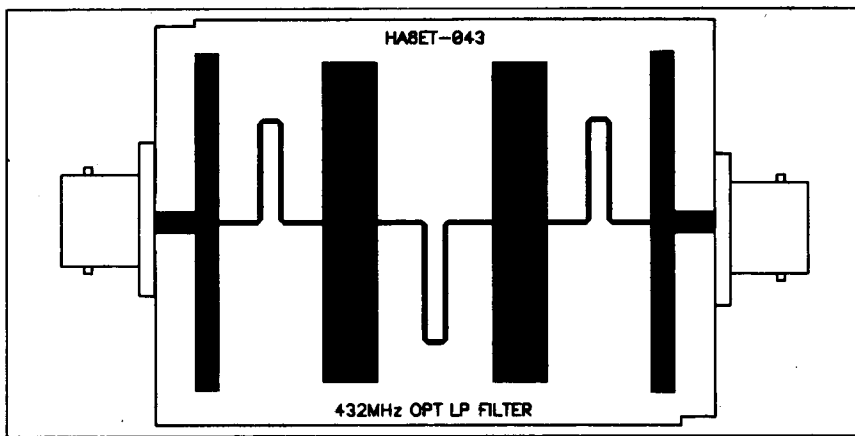
17. ábra. Az optimalizált LP szűrő beiktatási csillapí-  
tása 400...450 MHz-ig



16. ábra. Az optimalizált LP szűrő átviteli függvénye  
400 MHz-től 1,2 GHz-ig



18. ábra. Az optimalizált LP szűrő nyomtatási képe  
S2A Layout-ban



19. ábra. A HA8ET-043 optimalizált LP szűrő nyák rajza

probléma tapasztalható a nyák rajzolatában. Az optimalizált HA8ET-043 jelű 432 MHz-es LP szűrő nyomtatási rajza a 18. ábrán, az S2A Layout programban látható. A nyák-rajz és a kapcsolási rajz közötti eligazodás megkönnyítése érdekében feltüntettük a Layouton az egyes tápvonal szakaszok jelölését. A WP1, a 2 db WP2 és a WP3 a párhuzamos, tehát a kapacitív tagokat, míg a P1, P2, és a P3 a soros, tehát az induktív tagokat jelöli. A WP1 és a WP2 sönt tagok középre csatlakozik egy-egy 50 Ω-os microstrip tápvonal szakasz, amelyekhez a csatlakozók melegpontjait kell forrasztani (IN és OUT jelzések).

A program, ha szükséges, lehetőséget biztosít a PCB módosítására is, ezek a módosítások a NET-listán keresztül átkerülnek a kapcsolási rajzba. A bemutatott minta példánál nem kaptunk hibáüzenetet, tehát semmilyen módosításra nincs szükség.

A Serenade Layout programja közvetlen exportálási lehetőséget biztosít az ismertebb nyák-tervező programokba, valamint az AutoCad számára DXF fájl, vagy a nyomtatott áramkör gyártósora számára Gerber fájl is tud generálni. Mi a Tango PCB programba exportáltuk a nyomtatási rajzot (19. ábra), mert ott lehet a legegyszerűbben elvégezni a szükséges további rajzolási feladatokat (a kontúrmarás körvonalának megrajzolása, a csatlakozók szerelési rajza, nagyítás).

A táblázatban összehasonlítottuk az ismertett három szűrő legfontosabb jellemzőit. Ez alapján a megfelelő műszerezettséggel nem rendelkezők számára, az optimalizált HA8ET-043 jelzésű microstrip szűrőt javasoljuk utánépítésre. A megépítésnél egyedül a

nyák pontos elkészítése okozhat gondot. Mivel ez határozza meg a szűrő jellemzőit, ezért itt a 0,01 mm-es pontosság betartása nagyon fontos. A prototípust jó minőségű pauszra 600 DPI-s lézernyomtatóval nyomtattuk ki, a levilágításhoz gyári berendezést használtunk. A panel anyagának a RET Kft.-nél (<http://www.ret.hu>) kapható EP2CU FOTO 160X100 típusjelű, 1,5 mm vastag kétoldalas fényérzékeny üvegszálal panelt választottuk. Az alsó „föld” oldalt teljes egészében meg kell hagyni! A házilag elkészített prototípus mérési eredményei alig tértek el a szimulátor görbéitől. Teljes biztonsággal utánépíthető a kapcsolat a Tango PCB gyártófájlja alapján, gyárilag elkészített panel felhasználásával.

A kész panel két átellenes sarkába, a rajzon látható módon két hornyot reszeltünk. Ezután a doboz két végére elkészítettük a készülékre szerelhető, UG-290U típusú, úgynevezett „talpas” BNC-aljzatoknak a megfelelő furato-

kat. Négy-négy csavarral rögzítettük a csatlakozókat, majd ezután a panelt a csatlakozók tuskéjére forrasztottuk, ügyelve arra, hogy az a doboz aljával párhuzamos legyen. A panel másik (földelt) oldalát a doboz falához egyenesen körbeforrasztottuk, majd ohmmérővel ellenőriztük, hogy a szerelésnél nem került-e zárlatba a csatlakozó meleg ere. Ezután felhelyeztük a doboz záró fedeleit és az áramkör gyakorlatilag elkészült. Már csak az ellenőrző méréseket kell elvégezni. Amennyiben van egy 432 MHz-en is elfogadható pontosságú SWR-mérőnk, akkor előbb mérjük meg az antenna SWR-jét. Ezt követően csatlakoztassuk a készülék és az antenna közé a szűrőt, majd végezzük el ismételtlen a mérést! Ezután a szűrő beiktatásával és szűrő nélkül is mérjük meg a készülék kimenőtjelisményét. Amennyiben nem tapasztalunk különbséget a két-két mérési eredmény között, akkor a szűrő nagy valószínűséggel megfelelően működik. Ez a közelítő mérés csak alacsony SWR-értékű, jól szimmetrizált antenna esetén használható, ahol nincsenek jelentős köpenyhullámok. Természetesen a harmonikuscsillapítást ezekkel a mérésekkel nem tudjuk ellenőrizni, ahhoz speciális nagyfrekvenciás műszerek szükségesek.

### A szűrő alkalmazása

Az adó-vevő készülékek harmonikuscsillapítást általában az adóágban szokták elhelyezni, tehát a koaxiális jelfogó előtt. Az elkészített szűrő ilyen elhelyezése esetén meg kellene bontani meglévő készülékünket, s átalakításokat kellene végezni rajta. Nos, ennek elke-

### Az ismertett szűrők néhány jellemzője

Jellemzők	Elliptikus LC-szűrő	Microstrip szűrő	HA8ET-043 optimalizált szűrő
Beiktatási csillapítás	0,35 dB	0,37 dB	0,39 dB
Reflexiócsillapítás	27 dB	36 dB	>38 dB
Csillapítás 880 MHz-en	45 dB	24 dB	36 dB
Csillapítás 1,2 GHz-en	53 dB	32 dB	48 dB
Pontossága	alkatrészfüggő	a nyáktól függ	a nyáktól függ
Mérete	alkatrészfüggő	175 × 45 mm	73 × 55 mm
Elkészítése	bonyolult	egyszerű	egyszerű
Behangolást igényel-e?	igen	nem	nem

rülése érdekében mi a szűrőt a készüléken kívül, tehát az antenna kimenete és az antenna közé helyezjük el. A gondos optimalizálások eredményeként ugyanis olyan kicsi a szűrő beiktatási csillapítása, hogy a vevőágban észrevehető érzékenységszökkenést nem eredményez. Azon túlmenően, hogy radikálisan csökkenti az adó káros zavar sugárzását, jelentős mértékben csökkenti a teljes 432 MHz-es sáv feletti frekvenciák bejutását a vevő bemeneti fokozatába, megakadályozván annak túlvezérlődését. Ezáltal a szűrő nemcsak adóknak, hanem vevőkészülékünk jellemzőit is jelentős mértékben javítja.

Felvetődhet a kérdés, hogy az antennakábel melyik végénél célszerű beiktatni a szűrőt. Egyaránt elhelyezhetjük azt a rádiókészüléket az antennával összekötő koaxiális kábel bármelyik végén, nem úgy mint egy előerősítőt, amelyet célszerű az antennához minél közelebb felszerelni, a vétel oldali veszteségek (eredő zajszám) csökkentése érdekében.

Itt hívom fel a figyelmet arra, hogy jobb minőségű hordozó alkalmazása esetén lehetséges tovább javítani a szűrő jellemzőit. Beiktatási csillapítását leszoríthatjuk 0,1 dB körüli értékre is, de akkor az itt ismertetett rajzolat nem használható. Teljesen előlről kell kezdeni a tervezést, az alkalmazott hordozó geometriai és elektromos adataival kell optimalizálni a szűrőt. Ugyanez vonatkozik arra az esetre is, ha nem 1,5 mm vastagságú FR4-es anyagot használunk.

*Az elmúlt egy-két év rádióamatőr-találkozóin örömmel tapasztaltam, hogy milyen nagy az érdeklődés a harmadik évezred technikája, a hangolásmentes – úgynevezett „No-Tune” – technika és a nagyfrekvenciás áramkör-szimulátorok iránt. Ez a fokozott érdeklődés nemcsak a minden újra fogékony fiatal generációnál figyelhető meg, akik szívesen bibelődnek az internetről letölthető programok limitált verzióival, hanem a „derékhad” is szívesen ismerkedik a korszerű technikával. Ezúton is köszönöm a sok-sok biztatást és a hasznos tanácsokat a téma iránt érdeklődők részéről. Remélem, az itt leírtak sok-sok kísérletben nyújtanak segítséget.*

Felhasznált irodalom:

1. Nagy Gyula (HA8ET): Hangolásmentes lokálág 432/1296 MHz-es transzverterhez. Rádiótechnika Évkönyve 2001.

2. Dr. Herendi Miklós: LC szűrők tervezése. Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1982.
3. ANSOFT Serenade: Examples Volume, 8.5 Students Version.
4. Nagy Gyula (HA8ET): Mikroszalagvonalak a rádióamatőr-gyakorlatban. Rádiótechnika Évkönyve 1998.

5. Nagy Gyula (HA8ET): Hangolásmentes diplexer 144/432 MHz-re. Rádiótechnika Évkönyve 1999.
6. Elektronikai linkek: <http://www.pollak.sulinet.hu/www/elek.html>
7. HA8ET WEB-lap: <http://www.pollak.sulinet.hu/www/radio.html>

(Az „Alacsony torzítású triódás végerősítő” cikk befejezése a 128. oldalról)

hővé alakul. A csövek fűtése is jelentősen emeli a hőmérsékletet. Olyan mechanikát készítsünk, hogy a természetes hűtés biztosítva legyen (perforáció, szellőzőrács). Célszerű az is, ha a dobozba – pl. a számítógépekben alkalmazott – keretes ventilátort építünk be.

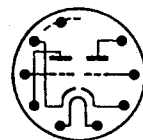
óban, akkor a fűtőtekercsek menetszámát módosítani kell. A 6,3 V-os fűtőfeszültséget 7 V-ra emeljük, így az n4 és az n5 fűtőtekercs módosított menetszámai a következők:

19 menet (SM102b vasmag) vagy  
29 menet (EI 130/35 vasmag).

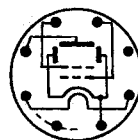
Az elektroncsövek helyettesítési típusai

V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>: ECC88, PCC88,  
V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub>: 6L6, 6L6-G, 6L6-GA,  
6AH5G, 6П3С.

Amennyiben PCC88-as elektroncsövet használunk a V<sub>1</sub> és a V<sub>2</sub> pozíci-



E88CC



6L6 - GA,  
6 П 3 C

## Elektronikai alkatrészek széles választéka!

Analog-, CMOS-, TTL IC-k, diódák, tranzisztorok, kvarcok, ellenállások, kondenzátorok, elkók, optoelektronikai alkatrészek és még sok egyéb – kedvező árakon.

Alkatrészek összekészítését lista alapján rövid határidőre vállaljuk. Vidékre csomagküldő szolgálat.

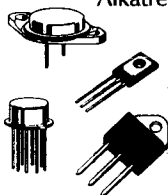
Üzlet: 1068 Budapest VI., Király u. 80.

Tel.: 351-8985 Fax: 478-0242

Nagyker:

Viszonteladókát nagyker áron szolgálunk ki.

**Illyés & Tsa Bt.**



**ANALOG DEVICES**

**GEYER ELECTRONIC**

**ELECTRO P.P.**

**TRACO POWER PRODUCTS**

**VISHAY**

**EBG**

RESISTORS



**WELLS-CTI**

- A/D, D/A konverterek
- Digitális jelfeldolgozó processzorok
- Hőmérséklet- és gyorsuláserzékelők
- Analog multiplexerek, kapcsoló IC-k
- Analog matematikai áramkörök
- Analog és digitális izolátorok
- DC/DC konverterek, kapcsolóüzemű tápegységek
- Különleges ellenállások
- Minőségű kondenzátorok
- Nyákba ültethető csatlakozók, foglalatok
- Oszcilloszkóp mérőfejek, mérőszinórok
- mérőcsipeszek, próbapanelek
- Készüléképítési alkatrészek
- Kvarccsillatók, piezokerámák

További kapcsolatok:  
- EFD forrasztópaszták,  
- INTELLIPLACE (volt Dynapert)  
nagy sebességű SMD beültető automaták,  
- Coto Wabash relék.

**SMT Resistor Technology**

Magyarországi Disztribútor:  
**SMD TECHNOLOGY KFT.**  
1042 BUDAPEST, Rózsa u. 35. V/31.  
Fax: 231-0544 Tel.: 390-40-28, 370-79-94  
E-mail: [smd@smd.hu](mailto:smd@smd.hu), honlap: [www.smd.hu](http://www.smd.hu)



Rovatunk is köszönti szerkesztőségünk folyóiratát, a – 2001 novemberében 50. évfordulóját elérte – Rádiótechnikát! Fél évszázad bizony nagy idő a híradástechnika, az elektronika, a rádióamatőr-mozgalom iránt érdeklődők szolgálatában. A majdhogynem két emberöltő alatt világunkban sok minden változott és ha visszanezünk ennyi idő távlatából, különösen a műszaki-tudományos vonatkozásokban figyelhetjük meg a rohamléptekkel egyre gyorsuló fejlődést. Rovatunknak ez a néhány oldala, mint minden eddigi RT-évkönyvben, a rövid- és az ultrarövidhullámú rádióamatőrökről (rádióamatőrökhöz) szól. Így természetes, hogy most, a jeles évfordulóra emlékeztetve, amikor önkéntelenül nosztalgizásra is kényeszerül e sorok írója, az adó- és megfigyelő amatőrök szemével tekint vissza az elmúlt évtizedekre...

## Miről olvashattunk...

...a Rádiótechnika első néhány évfolyamának lapszámaiban? Nos, a rádióamatőr vonatkozású cikkek, tudósítások lényegükben egyenes folytatásai voltak az előző 25 évben gyakorlattá vált témáknak. (Az 1920-as évek közepétől megjelent rádiós kiadványok – rádióújságok, havi folyóiratok – szinte mindegyike foglalkozott a rádiózók, a rövidhullámú megfigyelők, majd később az adóamatőrök szervezésével és tálalta számukra a mind újabb és újabb műszaki megoldásokat. A teljesség igénye nélkül álljon itt néhány a lapelődök közül: Magyar Rádió Újság, Rádió Újság, Rádió Amatőr és Grammofon Szemle, Magyar Rádió Amatőr, Rádió és Fotó Amatőr, Az Amatőr, Rövidhullámú Szemle, Rádió Technika, Rádióvilág, Rádió és Film Technika stb.)

Az RTI. évfolyamának a novemberi és a decemberi számában például ezek a cikkek szerepeltek: Egyenes vagy szuperrendszerű vevőt használjon a rövidhullámú rádióamatőr? Egyszerű 160 m-es amatőradó. Hogyan lehet rádióamatőr-vizsgát tenni? Hogyan lehetsz rádióamatőr?

A II. évfolyam példányaiban található cikksorozatok: Az RH-amatőr

adóantennái. A kezdő RH-amatőr ismeretei. Ultrarövidhullámok.

1953 február: A kezdő RH-amatőr ismeretei. – A Szovjetunió RH amatőr adóállomásainak hívójel-elosztása. – Országok egyezményes amatőr-hívójeljelei. – Morzeoktatás indul rádióin keresztül (a Központi Rádióklubból. A szerk.) Március: Felhívás olvasóinkhoz (verseny a felszabadulás ünnepe alkalmából ápr. 4–5-én, résztvevők a magyar, a szovjet és más amatőrök a szocialista táborból). Amatőrvizsga Miskolcon. Április: Május 8-án (a Rádió Napja alkalmából) kiállítás nyílik a KRK-ban. Magyarai Béla cikke a beatoscillátorról. Június: Egycsöves hídkapcsolású csővoltmérő. Amatőr adóvevő (A-vizsgásoknak 160 m-re: EL3-mal, 10 W-os; a II. Magyar Rádióamatőr Kiállítás anyagaiból válogatva. A szerk.) Október: 1–V–2 amatőrvevő (sasszi-méretekkal, kapcsolási rajzzal, tekercs adatokkal, fényképekkel; a szerző: Schnöller Antal). A DOSZAAF rádiótávírászok tapasztalatai. Felhívás a rádióamatőr vizsgára. A csepeli Úttörőházban felavatták az ország első kollektív úttörő-rádióállomását (a KRK készítette, a hívójel HA5KBY, adófelelős Fóri Éva). Megindult a munka a Veszprémi Műegyetem rádiókörében. December: Csöbúgó (HA5BT Stefanik Pál írása).

1954 február: Készülünk a III. Magyar Rádióamatőr Kiállításra! (Felhívás a május 7-i Rádió Napjára.) Amatőr vevők szelektivitásának fokozása – HA5BG. Majd több lapszámban is: Ultrarövid hullámokon – HA5AM. (Pl.: Szuperregeneratív vevők kapcsolásai.) Mit hallunk az amatőr sávokban? – HA5-2564. November: A térorösségmérésről – Zelenka László.

A közérdekű eseményekről és az éterriportokról ezekben az években „A Központi Rádióklub közleményei” adtak tájékoztatást. Így például arról, hogy 1954. december 11-én megalakult a KRK RH-szakosztálya, 1955. január 25-én pedig az URH-szakosztálya.

Az 1955. júniusi lapszámban szemelvények voltak „A magyar amatőrök összeköttetéseiből”. (Éterriport több HA-állomásnaplóból.) 1957 ápri-

lisában indult a „CQ de HA – A Központi Rádióklub rovata”, amelynek „DX-vadászat” részét Bíró István HA5BI 1959 januárjáig egyedül, majd októberig Emmer János HA5AM-mel együtt szerkesztette. Folyóiratunk rádióforgalmi rovata 1963 szeptembere óta, felépítését tekintve, szinte változatlan: versenynaptár, versenyhírek, URH-hírek, DX-hírek, diplomahírek szerepelnek benne.

1957 május: Adókészülékek végfokozatának rezgőkörei – Sass András HA5AD. A mi állomásaink: HA5BI Bíró István bemutatása: «1939 óta rövidhullámú amatőr: ex HA1I, HA2IB, HA4SB. Adója 5 fokozatú, 807-es végfokkal, bemenő teljesítmény 50 W. Az antenna egy longwire. Az adó 3,5–28 MHz-en dolgozik, az rx „Kis szövetkezeti vevő”, 21 és 28 MHz-re konvertert használ. Elektronikus vibroplexszel dolgozik. Diplomái: 2 WAC, WAE, WAYUR, WXHS, WDT, WBE, S6S, OHA, DXCC 117 körzet, 35 zóna. A ZMT-hez 37 lapból eddig 30-at megszerzett.»

1959. augusztus, a HAM QTC egyik híre:

«A Központi Rádióklub 1959–60. évi programja:

A Központi Rádióklub kellő számú jelentkező esetén az ősz folyamán alábbi tárgykörökből indít tanfolyamot:

1. Rövid- és ultrarövidhullámú adóamatőrök és megfigyelők részére nyelvtanfolyam angol, német és orosz nyelven.

2. „B” vizsga előkészítő tanfolyam összes szükséges témakörökből.

3. Morze tanfolyam kezdők részére.

4. Tranzisztor technikai tanfolyam.

5. Hangtechnikai tanfolyam (magnetofonok, erősítők stb.).

Valamennyi tanfolyam október hó folyamán kezdődik. A részvételi díjak:

A nyelvtanfolyam díja 50.- Ft.

A „B” vizsga előkészítő, valamint a morze tanfolyam díja 100.- Ft.

A tranzisztor és hangtechnikai tanfolyam díja 120.- Ft.

A tandíjat egy összegben jelentkezéskor kell befizetni a Központi Rádióklub pénztárába. Jelentkezéseket a

Központi Rádióklub (Bp. V., Engels tér 14. II. em.) személyesen fogad el.

A tanfolyamok kezdési időpontjáról a jelentkezés alkalmával adnak tájékoztatást. Jelentkezési határidő: 1959. okt. 10.»

Az eltelt évtizedek során se szeri, se száma a különféle – rádióamatőr rendeltetésű – vevő- és adókészülékek, antennák, segédesszközök, műszerek, áramkörök ismertetésének, a mozgalmi híreknek, amelyek a Rádiótechnikában megjelentek. Ehelyütt nincs mód arra, hogy csak a tizedüket is felsoroljuk. Érdekes a megsárgult oldalakat fellapozni, mert nagyon tanulságosak – és nemcsak a technikatörténet vagy a nosztalgiazás szempontjából. Emlékezzünk a múltra és azokra, akik írásukkal igyekeztek a fejlődést szolgálni, hasonlítsuk össze a tegnapi technikáját a maival és próbáljuk megjósolni a jövőt!

## Rekordokról

Ahogy az évek, évtizedek múlnak (úgy tűnik, hogy gyorsan, HI!), úgy bővülnek ismereteink a rádióhullámok terjedéséről. Módosulnak, szaporodnak a használható sávok és egyre tökéletesebb lesz a technikai felszereltség is. Mindezek elmondhatók különösen az ultrarövid és a mikrohullámok esetében.

A „Villám” 1944. március 15-i számának Ultra-rövid hullámokon c. rovatában HA8I dr. Horváth Dezső, a MRAOE külügyi főtitkára még így írt: „Mik is hát azok az u. r. hullámú sávok, melyeken amatőrállomások dolgozhatnak?

56–60 MC vagyis az 5 méteres sáv  
112–116 MC „ a 2 1/2 „ „  
224–230 MC „ az 1 1/4 „ „

A fentiekben az u. r. hullámokról olyan értelemben volt szó, mint helyi forgalom lebonyolítására alkalmas hullámokról. Valóban a hivatalos felfogás azt vallja, hogy ezek a fényhez hasonlóan viselkednek, illetve terjednek, tehát csak olyan pontok között létesíthető összeköttetés, melyek látótávolságban vannak egymástól. Tehát csak az úgynevezett felületi hullámok hasznosíthatók, mert a térhullámok visszaverődés nélkül kisugárzódnak a térbe. Valami bajnak azonban kell lenni ezzel az elmélettel, mert konkrét esetek fényesen rácafoltak. Sikerült ugyanis például az 5 m-es sávban több ezer km-es távolságokat is áthidalni. Kell tehát lenniük

olyan körülményeknek, melyek fennforgása esetén igenis lehet nagy távolságokat is áthidalni u. r. hullámokon. Most azt kideríteni, hogy mik ezek a körülmények, éppen az amatőrök feladata lenne. Ehhez azonban az kell, hogy minél több állomás folytasson rendszeres munkát, hogy így kellő mennyiségű adatunk legyen. S ha esetleg az derülne ki végül, hogy az u. r. hullámú sáv valóban nem alkalmas nagy távolságok áthidalására, akkor is elérnénk azt, hogy megállapíthatnánk az u. r. hullámú terjedési viszonyokat Magyarország területén. Már ez egymaga is komoly eredmény lenne, melyet a különböző hivatalos hatóságaink is fel tudnának használni.

Ösztönzésül itt az alábbiakban közöljük az eddig elért csúcseredményeket:

56 Mc-on: Qso W1eym–W6dns  
1938. július 22-én 4000 km.

112 Mc-on: Qso W6bji–W6kin  
1940. július 4-én 408 km.

224 Mc-on: Qso W6ioj–W6lfn  
1940. augusztus 18-án 216 km.

400 MC-on: Qso W6ioj–W6myj  
1940. szeptember 23. 18 km.”

És hol tartunk ma? Azt sajnos nem tudjuk – érthető okokból – pontosan közreadni, de a 2001. szeptember 1-jei állapotot a következő oldalon levő „Rádióamatőr VHF–UHF–SHF rekordok” című táblázatban foglaltuk össze.

A 2 m-es sávban még holdvisszaverődéssel is lassan gyarapodik az elért DXCC-országok száma. A listavezetőink (az „örök” DXCC-listát és a régi hívójel-prefixeket használva):

**71 – HA8CE** – C3, CT1, DL, EA, EA6, EI, F, G, GD, GI, GJ, GM, GU, GW, HA, HB, HB0, HV, I, IS, LA, LX, LZ, OD, OE, OH, OH0, OJ, OK, OM, ON, OY, OZ, PA, S5, SM, SP, SU, SV, SV5, SV9, T7, T9, TA, TK, UA, UA2, UP, UC, UD, UG, UL, UO, UP, UQ, UR, VE, W, Y, YO, YU, Z3, ZA, ZB2, 3A, 3V8, 4X, 5B, 7X, 9A, 9H.

**71 – HA0HO** – C3, CT1, DL, EA, EA6, EA8, EA9, EI, F, FR, G, GI, GJ, GM, GW, HA, HB, HB0, HC, I, IS, JA, KL, LA, LU, LX, LZ, OD, OE, OH, OH0, OK, OM, ON, OY, OZ, PA, S5,



**A Pest megyei Versenyállomás (HA7P) a Nagy-hideg-hegyen; a rig mellett HA5OV**

SM, SP, SV, T7, TA, TK, UA, UA2, UA9, UB, UC, UD, UF, UG, UL, UO, UP, UQ, UR, VE, VK, W, Y, YO, YU, ZB2, ZK1, ZL, ZS, 4X, 5B, 9A, 9H.

**70 – HA1YA** – C3, C5, C6, CT1, DL, EA, EA6, EA9, EI, F, G, GD, GI, GJ, GM, GU, GW, HA, HB, HB0, I, IS, JA, KG6, KL, LA, LX, LZ, OE, OH, OH0, OK, OM, ON, OY, OZ, PA, S5, SM, SP, SV, SV9, T7, T9, TA, TK, UA, UA2, UA9, UB, UC, UG, UO, UP, UQ, UR, VE, W, Y, YO, YU, YV, Z3, ZB2, ZS, 4U, 4X, 5B, 9A, 9H.

A 70 cm-es sávban a ranglistát **HA1YA** vezeti **42 DXCC**-körzettel, 165 nagy QTH-□-gel és mintegy 17000 km-es távolság áthidalásával. Íme, az országai:

CN, CT1, DL, EA, EA8, F, G, GD, GW, HA, HB9, I, JA, LA, LX, LY, LZ, OE, OK, OM, ON, OZ, PA, S5, SM, SP, T7, TK, UA, UA9, UB, VE, VK, W, XE, Y, YL, YO, YU, ZS, 4U1, 9A.

**23 cm-en HA5SHF** az éllovas **31** országgal, 45 QTH-□-gel, 10675 km-rel. Az elért DXCC-körzetek:

CT1, DL, EA, EA6, F, G, GW, HA, HB9, JA, LX, LZ, OE, OH, OK, OM, ON, OX, OZ, PA, PY, S5, SM, SP, UB, VE, W, YO, YU, ZS, 9A.

Nemzetközi összehasonlításban is megállja a helyét a **9-sávós HA DXCC-toplista**. 2001 júniusáig 47-en iratkoztak fel a kimutatást karbantartó HA0HW-nél.

Különösen figyelemre méltó **HA0DU** és **HA8BE** összesített eredménye, valamint HA8BE-nek a 160 m-en elért 279 DXCC-országa. Íme, a lista első három helyezetteje:

	160	80	40	30	20	17	15	12	10	Össz.:
<b>HA0DU</b>	253	312	326	312	333	316	333	308	324	2817
<b>HA8BE</b>	279	305	303	305	333	303	321	303	315	2767
<b>HA8IE</b>	207	304	305	281	327	301	329	299	304	2657

MHz	Állomások	QRB (km)	Terjedés	Dátum
<b>HA-rekordok:</b>				
145	HG0HO – ZK1RS	16.661	EME	1989. IX. 10.
	HG0HO – EA8XS	3.865	Es	1983. VII. 16.
	HG3JU – CT1FAK	2.291	MS	1996. VIII. 12.
	HG8ET – EI6AS	2.021	A	1989. III. 13.
	HG1YA – EA1BLA	1.973	FAI	1987. VI. 25.
	HG5FMV – GM6LNM	1.846	T	1987. XI. 7.
432	HG1YA – VK5MC	17.000	EME	1990. X. 13.
	HG8ET – G3CQJ	1.616	A	1989. III. 14.
	HG8VF – FD1FHI	1.603	MS	1988. VIII. 12.
	HG8VF – G3LQR	1.451	T	1987. VIII. 31.
1296	HG7B/P – G6SPS	1.366	T	1995. X. 8.
	HA5SHF – PY5ZBU	10.675	EME	1998. X. 10.
2300	HA8KCK/2 – DK2GR	596	T	1999. V. 2.
5650	HA2M – OK1KIR/P	491	T	2000. V. 7.
10000	HA2M – I4JED/4	666	T	2001. V. 5.
24000	HA5BDJ/7 – HA5SHF/6	82	T	1998. X. 4.
47000	HG2RD/1 – OE9XXI/4	?	T	1989. IX. 23.
76000	HG2RD/1 – OE9XXI/4	?	T	1989. IX. 23.
<b>Európa-rekordok:</b>				
50	EH7KW – ZL2TPY	19.814	F2	2000.
70	GW4ASR/P – 5B4AZ	3.465	Es	1981. VI. 7.
145	G3PQI – ZL2BGJ	18.321	EME	1985. V. 26.
	I4EAT – ZS3B	7.843	TE	1979. III. 30.
	OE1XLU – RI8T	4.281	Es	1989. VII. 21.
	GMOKAE – EA8BML	3.264	T	1988. IX. 9.
	GW4CQT – UW6MA	3.101	MS	1977. VIII. 12.
	PA3EKK – UA4ANV	2.724	A	1992. V. 10.
432	G3SEK – ZL3AAD	18.969	EME	1989. III. 12.
	GW8VHI – EA8XS	2.786	T	1984. VII. 5.
	LY2WR – UA9FAD	1.933	MS	1998. VIII. 12.
	DJ9BV – RB5EU	1.863	A	1989. III. 14.
1296	PA0SSB – ZL3AAD	18.773	EME	1983. VI. 13.
	G6LEU – EA8XS	2.617	T	1985. VI. 9.
	DK6AS – RA3LE	1.421	A	1989. XI. 12.
2300	OK1KIR – W7GBI	9.313	EME	1991. VIII. 3.
	EA7BVD/P – EA8XS/P	1.481	T	1984. VII. 8.
3300	G3LQR – SM6HYG	927	T	1983. VII. 11.
	DL9EBL – WB5LUA	8.531	EME	1995. VI. 4.
5650	I6PNN – WB5LUA	9.096	EME	1995. VII. 31.
	PA0EZ – SM4DHN/P	1.051	T	1996. I. 4.
10000	DJ7FJ – ZL1GSG	18.336	EME	1997. III. 12.
	I0YLI/IE9 – I0SNY/EA9	1.660	T	1983. VII. 8.
24000	IW3EHQ/3 – I0LVA/6	459	T	2000. VI. 18.
47000	F5CAU – F6BVA	286	T	1998. XII. 25.
76000	DK4GD/P – HB9MIO/P	114	T	1995. VII. 7.
145000	DB6NT/P – DL6NCI/P.	53	T	1997. IV. 7.

MHz	Állomások	QRB (km)	Terjedés	Dátum
241000	DB6NT/P – DF9LNP	2,1	T	1995. VI. 26.
411000	DB6NT – DL1JIN	50 m	T	1998. I. 6.
474 THz	OZ's – OZ's	41,5	F	1992. IX. 16.
<b>Világrekordok:</b>				
50	JA5HTP/6 – PY5BAB/5	19.978	F2	1982. III. 11.
	WA4NJP – ZL2BGJ	13.246	EME	1996. X. 15.
70	GW4ASR/P – 5B4AZ	3.465	Es	1981. VI. 7.
145	K6MYC/KH6 – ZS6ALE	19.287	EME	1984. II. 18.
	I4EAT – ZS3B	7.843	TE	1979. III. 31.
	KH6HME – W1LP/MM	4.743	Duct.	1999. VIII. 21.
	OE1XLU – RI8TA	4.281	Es	1989. VII. 21.
	K5UR – KP4EKG	3.154	MS	1985. XII. 13.
	PA3EKK – UA4ANV	2.724	A	1992. V. 10.
220	K1WHS – KH6BZF	8.139	EME	1983. XI. 17.
	KP4EOR – LU7DJZ	5.905	TE	1983. III. 9.
	KH6HME – XE2/N6XQ	4.142	Duct.	1989. VII. 15.
	WB5LUA – WC2K	2.088	A	1989. III. 13.
	K2YAZ – W5UWB	2.162	T	1998. X. 11.
	K1WHS – W7XU	2.102	MS	1998. VIII. 12.
432	G3SEK – ZL3AAD	18.969	EME	1989. III. 12.
	KH6HME – XE2/N6XQ	4.142	Duct.	1989. VII. 15.
	N6RMJ – W7XU	2.040	MS	1998. XI. 17.
	W3IP – WB5LUA	1.902	A	1986. II. 8.
902	KH6HME – N6XQ	4.061	Duct.	1994. VII. 13.
	AF1T – NU7Z	3.924	EME	1998. V. 23.
1296	PA0SSB – ZL3AAD	18.773	EME	1983. VI. 13.
	KH6HME – XE2/N6XQ	4.142	Duct.	1989. VII. 15.
	DK6AS – RA3LE	1.421	A	1989. XI. 12.
2300	NU7Z – ZS6AXT	16.480	EME	1999. VI. 13.
	KH6HME – N6CA	3.973	Duct.	1994. VII. 14.
	KD5RO – WB3CZG	2.071	T	1986. XI. 29.
3300	KH6HME – N6CA	3.973	Duct.	1991. VII. 28.
	DL9EBL – WB5LUA	8.531	EME	1995. VI. 4.
5650	JA7BMB – WB5LUA	10.246	EME	1997. XI. 12.
	KH6HME – N6CA	3.973	Duct.	1991. VII. 29.
10000	DJ7FJ – ZL1GSG	18.340	EME	1997. III. 12.
	WB6CWN – XE2/N6XQ	2.082	Duct.	1994. VII. ?
	IG9/DJ3KM – 4X/DJ4AM	2.082	T	2000. VI. 25.
24000	IW3EHQ/3 – I0LVA/6	459	T	2000. VI. 18.
47000	F5CAU – F6BVA	286	T	1998. XII. 25.
76000	KF6KVG/6 – W0EOM/6	145	T	2001. II. 1.
120000	KF6KVG/6 – W0EOM/6	11,7	T	1999. X. 19.
145000	W2SZ/4 – WA4RTS/4	61	T	2001. I. 1.
241000	DB6NT/P – DF9LNP/P	2,1	T	1995. VI. 26.
411000	DB6NT – DL1JIN	0,05	T	1998. I. 6.
474 THz	KC7AED – WB7VVD	192,6	F	1997. IX. 21.
678 THz	KY7B/P – WA7LYI	248	F	1991. VI. 8.

## HANGFAL ÉS HANGSZÓRÓ



**S Z A K Ü Z L E T**  
a belvárosban, a körüttől 2 percre

Magas-, mély-, középfhangszórók számtalan méretben, sokféle típusban, kedvező áron

Autorádiók, erősítők, autóhifiek, tekercsek, kondik, hangváltók, hangfalselyem, hangszórók, keretek, rácsok, előkeretek, hangfalcsavarok, csatlakozók.



**Fantasztikus árak! Csak nálunk!**

Magnat, Gelhard, MTX, Fenner, Philips, Grundig, Videoton, Monacor, Motorola, B&W...

**VI., Szondy u. 20. ☎ 331-7057**

**X., Jászberényi út 29. ☎ 262-7104**

Nyitva tartás: H-P 9<sup>30</sup>-18 és Szo 10-13 óráig



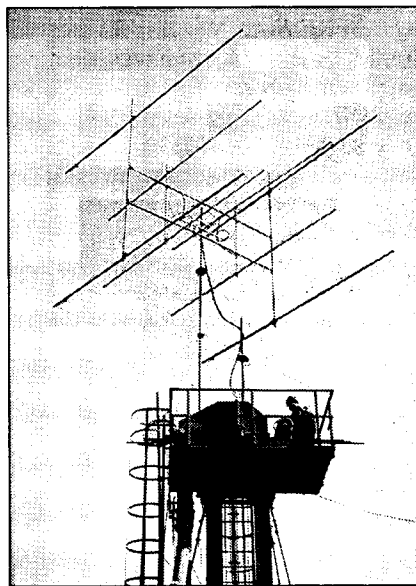
Az összávon elért, illetve nyugtázott országok kimutatása, nem csak az „élő” körzeteket és a megszerzett okleveleket figyelembe véve (az első 20, 15, illetve 10 állomásunk):

Állomás	QSO	QSL
<b>Vegyes adásmóddal</b>		
HA0DU*	348	331
HA5DA	340	326
HA3KNA*	339	339
HA5LV	338	331
HA5WA	337	331
HA8IE*	337	331
HA3NU**	337	329
HA0MM*	333	333
HA8BE	333	
HA3OV	331	330
HA3FTA		327
HA6NF		325
HA0NAR	322	317
HA5CW	323	
HA3OU		313
HA0HW		312
HA6NY*		309
HA5DQ	310	305
HA5FA	305	305
HA8FW		298
<b>Távíró</b>		
HA0DU	342	331
HA3KNA	335	330
HA8BE		333
HA3NU	331	325
HA0HW	330	
HA5DA		321
HA5CW	312	
HA3OV		306
HA3OU		297
HA7PF	301	288
HA3JB		279
HA5LZ		264
HA7CY		258
HA8LKE		228
HA7UW*		204

Fónián		
HA0DU	346	331
HA3KNA		326
HA8IE	331	325
HA0HW	329	
HA8BE	322	
HA3NU		312
HA6NF		310
HA5AAS	305	305
HA5CW	303	
HA3OV		277
* 5BDXCC is, ** 5BWAZ is.		

### Apró-cseprők itthonról

– **HA8IC** írta Vésztőről: „Kb. 5 hónapja vizsgázott le két új amatőr. Minden szerénytelenség nélkül: büszke vagyok rájuk, mivel 4 hónap tanulás után elsőre vették az akadályt. Az egyik fiúra különösen büszke vagyok két okból is: az egyik, hogy a fiamról van szó, a másik pedig az, hogy 11 évesen (!) sikerült neki az RH-A engedélyt megszerezni. Születésnapjára pedig – mint ha a HÍF tudatosan csinálta volna (HI!)



**HA8MV/P Kistrátán, 30 m magasán, egy siló tetején**

– megérkezett a hívőjele is: **HA8LQG**. Most pedig elindult élete első versenyén is ...”

– „2001. április 22-én, a Föld napján kezdett működni a **HA2ZOO**, a Veszprémi Állatkert Kittenberger Zoo Alapítvány támogatásával. Jó propagandának szántuk, hiszen az állatkert anyagi gondokkal küzd. Képeslap-minőségű QSL-ek is segítettek a hívrést.” – **HA2EQD, Gyuri**.

– **Dr. Jukka Heikinheimo OH2BR** június elején Magyarországon tartózkodott. Videós-diás élménybeszámoló tartott a Pitcairn-szigeten folytatott rádiózásáról, a debreceni egyetem Agrártudományi Centrumában. Előadását szinkrontolmács útján kísérték figyelemmel a hallgatók. Utána **dr. Radócz László HA0NAR** videós beszámolója következett A Mount Athosi élmények, avagy hogyan voltam egy napig SV2ASP/A címmel. **OH2BR** június 11-én a Budapesti Hegyvidéki Művelődési Házban is vendégeskedett. Az előadása előtt a meghívott diploma-checkpointjaink (**HA7XL** és **HA5WA**) is dolgoztak, hogy sokasodjanak a **WAZ, WPX, USA-CA** igénylések.

– **HA1ZH** barátunk **HA5AI**-nak írt leveléből: „.... szeretnék a 40 éves indulással kapcsolatban valami érdekesebb, kapós alkalmi hívőjelet. Különleges QSL-en is töröm a fejem, ami nem azonos a jelenlegivel. Sajnos, nincsen hordozható készülékem, hogy én is elhajózhatték egy távoli szigetre” (mint **OH2BR** tette az adóengedélye 40. évfordulóját ünnepeelve. *A szerk.*).

– „**Hatala Laci HA6VV** hathatós támogatást nyújtott, – már csinálom az **RTTY QSO**-kat. A számítógép hangkátyája, a modem és az internetről letöltött **MMTTY 1.58-A** program primán működik. Már olyan sok szívességet tett Laci, hogy szinte resteltem ezt is kérni tőle. Ezúton is köszönöm a segítségét!” – **HA6QJ**.

– **HA5OJ Pistitől** tudjuk:

● „A **HA5KHC** Puskás Tivadar Rádióamatőr Klub 2001. január 1-jén 00 órától 2001. január 9-én 24 óráig a **HG21XXI** hívőjelet használta az új év-

*Vége magyarul!*

A világhírű angol konstruktőr  
**JOHN LINSLEY HOOD**  
**CSÖVES ÉS TRANZISZTOROS HANGERŐSÍTŐK**

című könyve végre magyarul.

Megrendelhető: **WQL Medical Kft., 6720 Szeged, Kazinczy u. 12. Tel./fax: (06) 62 423 820.**

Ára postázva: 4800 Ft.

*Vége magyarul!*



**A QRP-s expedíciónk egyik nyugtalapja**

század/évezred beköszönte alkalmából. Minden összeköttetésről QSL-lapot küldtünk.

Mint ismeretes, a 2000. évben a hívójelünk **HG2000** volt. Az évszámváltás pillanatában egy RH-és/vagy URH-sávban velünk QSO-zó magyar amatőrtárs részére egy-egy üveg alkalmi, névre, illetve hívójelre szóló címkével ellátott pezsgőt ajánlottunk fel, ha az összeköttetést 2000. dec. 31-én éjféltől a HG2000-val kezdte és 2001. január 1-jén a HG21XXI-vel fejezte be. Ezt a felhívást december 28-tól a sávokban terjesztettük. A két nyertes: RH-n (3,5 MHz SSB-n) **HA3FHI István** Pécsről és URH-n (145 MHz FM-en) **HA2NX Feri** Tatabányáról.

● A HA5KHC operátorai a rádióamatőr hölgyeket a Nemzetközi Nőnap alkalmából, március 1-10. között, a **HASHWD (HA5 Happy Women's Day)** hívójellel köszöntötték RH-n és URH-n. A QTH Pécs volt.

● A BURABU-n a HA5KHC rádióklub által rendezett vetélkedők eredményei:

**BURABU rókavadászat bekötött szemmel**

Az idén először rendeztük meg ezt a versenyt. A cél az volt, hogy a ritkás erdőrészen (a tábor területén) elhelyezett 1 adókészülékkel kellett megkeresni iránymérő vevővel, – de bekötött szemmel. Egyidőben 3 versenyző volt a területen, mindegyik mellett egy bíró, aki figyelmeztetett az akadályok előtt, a

balesetek elkerülése végett. A vártnál nagyobb érdeklődés kísérte a versenyt; először az ifjabb korosztály próbálkozott, majd a szülők, sőt, régi rókavadászok és végül a bírók is kedvet kaptak a megmérettetésre. Befejezésképpen, kicsit több segítséggel, de egy begipszelt lábú hölgy is végigugrálta fellábon, bekötött szemmel a versenyt (**HA3FRE Éva**). Végül is 22-en álltak rajthoz, ami azt hiszem, első alkalommal nem is rossz eredmény; egy komoly iránymérő versenyen sem indulnak sokkal többen. Szintidő nem volt meghatározva, de néhány kivételtől eltekintve pár perc alatt mindenki megtalálta a rókát.

A dobogós helyezettek oklevelet kaptak, a kicsik tárgyjutalmat és a gyermekbajnok egy díszes kupát is vihetett haza. A versenydíjakat a Puskás Tivadar Távközlési Technikum adta. A jövő évi BURABU-n ismét megtartjuk a vetélkedőt, de már 2 adóval. Fényképek a HA5KHC honlapján is láthatók: <<http://homes.puskas.hu/ha5khc>>. Eredmények:

**„Kicsik” kategória:**

1. Vásárhelyi Tamás 1'27"
2. Németh Attila 2'41"
3. Vásárhelyi Zsolt 3'23"
4. Papp Helga 3'56"
5. Vámosi Éva 4'27"
6. Fenyő Ádám 4'37"

**„Nagyok” kategória:**

1. Arató György HA5OLQ 1'05"
2. Szilágyi András HA5NG 1'06"
3. Budai László 1'15"
- 4-5. Regály Gyula HA5HU 2'08"
- 4-5. Tóth István HA5OJ 2'08"

6. Vámosi László 3'05"

**Külön-kategóriák:**

„Félláb” kategória:

Gorjanác Éva HA3FRE 3'50"

„Teknőc” kategória:

Lukács Béla HA5BH 21'23"

**És végül az esti szokásos tréfás amatőr-tót, a BURABU AGYTORNA**

Ezen a vetélkedőn a jó hangulat a cél, – a rádiós életből, műszaki és forgalmi ismeretekből tesztelhetik magukat az induló 2 fős csapatok. A megadott válaszok olykor harsány nevetésre ingerelték a vetélkedő részvevőit, de sokszor a legmeglepőbb válaszok voltak a helyesek. A tótó nehézségi fokára jellemző, hogy a 37 lehetséges pontból a bajnokoknak is csak 27-et sikerült összekaparni. Az értékelés a gyűjtött pontszám alapján, azok egyeztetése esetén, a kitöltési időt figyelembe véve történt. Amennyiben még így is volt egyezés, ez esetben az a csapat került előbbre, amelyik a választott névvel a hét tagú, szőrös szívű zsűrit jobban megkacagtatta (így dőlt el a 12–13., a 15–16. és a 18–19. hely sorsa). Itt is oklevél volt a dobogósok jutalma; az első helyezett csapat az elmúlt évek hagyományainak megfelelően egy karton dobozos sör boldog tulajdonosa lett (és utána természetesen sok új barátot szereztek...HI). A versenydíjakat a PTTT és az RTT Kft. biztosította. A kérdésekért HA5BWW *Edét* és HA5OJ *Pistit* lehetett szidni. És íme, a helyezések, csapatnevek szerint:

1. Hatóság
2. Galvani békacombja
3. Anódkönyvek egyenirányító
4. AERO
5. ONBG
6. Betli team
7. Üvegbetéti részvénytársaság
8. Királyok a BURABU-n
9. Magyarok
10. Nagyot rókázok
11. Aki másnak vermet ás...
12. Aranyhordó
13. Csapat neve
14. Fenyő
15. Gipszi's Kings
16. HA5KHC/IFI
17. Szomjan halunk
18. Kell a sör
19. Tubicám

**A szerkesztő megjegyzése (komolyra fordítva a szót):** mindezek előtt, a technikum igazgatóságának támogatá-

sával, a lelkes kollektíva szilveszteri éterversenyt, országos konstruktortovábbá készüléképítő-versenyt és távirásversenyt is rendezett. Reméljük, hogy lendületük a következő években is töretlen marad! Példaértékű a tevékenységük. Gratulálunk!

### Innen-onnan

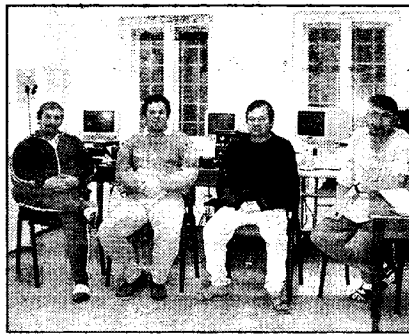
– A multimilliomos *Dennis Tito*, az első űrturista, még mielőtt a Nemzetközi Űrállomás (ISS) utasa lett, a kiképzések során sikeres rádióamatőr-vizsgát tett. Amatőradó engedélyt kapott és azzal együtt hívójelet is: **KG4FZX**. Arról sajnos nincs tudomásunk, hogy használta-e az űrutazása során.

– A kanadai YL rádióamatőr szövetség (CLARA) egy 1967 óta működő program keretében szerződésben áll a Kanadai Vakok Országos Intézetével. Azóta igen sok, a vakok és látássérültek igényeinek megfelelő adó-vevőkészülékekkel és más eszközökkel támogatják a hölgyek az intézetet. A tanfolyamok után már több, mint 550 vak kanadai amatőrt tartanak számon!

– A DX-expedícióként és versenyzőként is jól ismert 39 éves **YU1RL**, *Radivoje „Rasa” Lazarevic* lett Jugoszlávia új braziliai nagykövete. (Egyébként a jugoszláv rádióamatőr szövetség elnökhelyettese is.) Nemcsak Braziliából, hanem időnként a Fernando de Noronha-szigetről is forgalmaz.

– **KL7GNP John Bierman** 50 éven át volt az alaskai amatőrök QSL-irodása. Az ARRL plakettel ismerte el a tevékenységét. Nemrég „nyugdíjba vonult” ebből a pozícióból és a helyét *Roger Hansen* **KL7HFQ** vette át.

– **Tristan da Cunha**: 2001. június elején hatalmas hurrikán csapott le a szigetre, melynek következtében **ZD9BV Andy** és **ZD9YL Lorraine** adóvevője, antennája és annak tornya tönkrement. Szerencsére ők épp Angliában voltak. **ZD9HGW (GM6HGW) Colin** elmondta, hogy a veszély nagyobb volt, mint az 1961-es vulkánkitöréskor, amikor evakuálták a sziget lakóit. Segítséget kért a két amatőrűrsra berendezéseinek pótlásához, s ezért kapcsolatok keresett a **gm6hgw@hotmail.com** e-mailen keresztül. Itt említjük meg, hogy **ZD9IL Jan** az ottani műsorvezető adó főoperátora. A nyugtalapjait **ZS5BBO** kezeli, de a menedzselés fedezéséhez IRC-k formájában támogatást kér.



**Csendeletrészlet a BKV Rádióklub (HA5KDQ) hármashatár-hegyi QTH-járól**

– Mindenki tudja, hogy **A41AA Qaboos Bin Said Al Said** nem más, mint Omán szultánja? Ugyanakkor **HS1D Sirindhorn** hercegő Thaiföld sorrendileg 3. trónörököse.

– **5K3CA** a „Copa America” labdarúgóturna alkalmi állomása volt július 11-től augusztus végéig. A nyugtalapjait **HK3DDD** kezeli.

– Az első transzatlanti rádiókapcsolatot 1901. december 12-én létesítette Anglia és Új-Foundland között *Marconi*. Ennek emléke jegyében forgalmazott **IQ8MFC**. A QSL-ügyintézője **IZ8AJQ**.

– **7J4AAL** Hiroshimában 3 elemes Yagi-antennát épített egy 45 m (!) magasságú, rácsos szerkezetű antennatoronyra. A szereléshez 12 ember és egy emelődaru kellett.

– **KQ6XA Bonnie** Kaliforniában és **ZL1BK** Új-Zélandon a Csendes-óceán partjait járta turistaként. A Yaesu FT817-eshez hasonló hordozható készülékekkel (legfeljebb 5 W-tal) véletlen-összeköttetést sikerült létesíteniük egymással 10 m-en. A QRB mintegy 10500 km!

– A rádióamatőrök következő „olimpiája” (WRTC – World Radiosport Team Championship) 2002-ben Finnországban lesz. A finn rádióamatőr szövetség (SRAL) és a Contest Club of Finland rendezi. Akárcsak az eddigi eseményeken, itt is több, mint 50 kéttagú csapat versenyzésére számítanak. Természetesen azonos feltételeket fognak biztosítani mind a QTH-kat, mind a rígeket tekintve, az összes résztvevőnek. A technikai felszereltséget a legmodernebb informatikai eszközökkel, szolgáltatásokkal kívánják kiegészíteni. Így hát nem csoda, hogy minden idők legköltségesebb WRTC-jére számítanak. Egyesek szerint 200 000

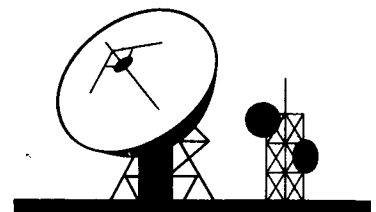
USD-re, más források becslése alapján ennek duplájára rúgnak majd a kiadások. Állítólag a költségek felét a NO-KIA és más nagy iparvállalatok fedezik, de a maradék nagy részét is szponzoroktól, egyéni támogatóktól fogják összegyűjteni. A rendezvénnyel kapcsolatos előzetes információk találhatóak a [www.wrtc2002.org](http://www.wrtc2002.org) honlapon, az interneten.

– **DJ5MN Bernhard** az egyik legszorgalmasabb kísérletező 23 cm-en, a Föld–Hold–Föld (EME) módszerrel. Az egyik alkalommal **SV1OE**, **KD5IUV**, **W1ZX**, **K9BCT**, **LU8EDR**, **JF3HUC**, **W7SZ**, **VE6TA** és **DK5MV** jelei akadtak fenn a 3 m átmérőjű „lavórban”. Az utóbbi állomás nem más, mint a bátyja, *Mike*! A köztük lévő földi távolságot nézve valószínűleg ez a világ legrövidebb QRB-jü 23 cm-es EME-QSO-ja!

– Közkedvelt nemzetközi QRP-s frekvenciák:

Sáv [m]	CW [MHz]	SSB [MHz]
160	1,843	1,910
80	3,560	3,690
40	7,030	7,090
30	10,106	–
20	14,060	14,285
15	21,060	21,285
12	24,906	24,950
10	28,060	28,385
2	144,060	144,285

– A Dayton Ham Vention alkalmával „Az év rádióamatőre” elismerést kapta **W3ASK George Jacobs** az amatőröknek tett félévszázados szolgálata-ért. (A CQ Magazine terjedéselőrejelzési rovatát épp 50. éve írja.) Ugyanitt „Különleges Teljesítmény”-plakettel tüntették ki **KA3HDO Frank Bauert** az amatőr űrrádiózás terén kifejtett tevékenységéért és **G3PLX Peter Martinezt** „Műszaki Teljesítmény”-plakettel a PSK31 digitális üzemmód kifejlesztéséért.



# A világ legnagyobb fülei mindent hallanak

Horváth Lajos rádióbemondó

Kifürkészni az ellenség, az ellenfelek szándékát, helyzetét, erőinek állapotát – az emberiség legősbibbi tevékenységei közé tartozik. A kínaiak, az egyiptomiak, a görögök, a rómaiak több ezer esztendővel ezelőtt már rendszeresen alkalmazták az ellenség kikémlelésének módszerét. A Bibliában egy konkrét esetet is olvashatunk: „És elküldé őket Mózes a Kánaán földjének megkémlelésére. Nézzétek meg a földet, hogy milyen az; és a népet, mely lakozik azon: erős-é az vagy erőtlén, kevés-é vagy sok?” (Mózes IV. könyve.)

S ez a kémlelés, a közeli és a távoli országok megfigyelése, titkaik kifürkészése napjainkra soha nem látott méreteket öltött. Manapság az eszközök és a technikák tökéletesedésével már nem az a módszer, hogy az országok egymáshoz küldik a saját embereiket. Most sokkal inkább az a parancs, hogy „hallgassátok meg rádióállomásait, figyeljétek telefonbeszélgetéseiket”!

A rádió felfedezése óta a szembenálló felek arra törekcszenek, hogy egymás adásait lehallgassák, egymás hírendszereibe betörjenek. Az első drótnélküli, azaz az üzenet továbbítására rádióhullámokat használó távíró 1896-ban mutatták be, s az akkor áthidalt távolság csupán pár száz méter volt. Néhány év múlva azonban már földrészek között folyt a rádiózás: Marconiék rendszeres szikratávíró-összeköttetést teremtettek Anglia és Kanada között.

Elsőnek a hajósok ismerték fel, hogy a tengereken járva, milyen nagy-szerű eszköz a szikratávíró, hogy a segítségével kapcsolatot tartsanak a szárazfölddel vagy egymással. A katonák is az első között fedezték fel ennek jelentőségét. 1904-ben az orosz-japán háborúban a hajók egy részén már működött a szikratávíró. Az I. világháborúban pedig már a hadseregek hírközlésének igen fontos eszköze lett a rádió. A rádiózás akkori nemzetközi szervezete, a Nemzetközi Távíróegyesület nyilvántartást is készített. E szerint 1917-ben a világon 5236 rádióállomást tartottak nyilván. Ez a statisztika arról is tájékoztat, hogy milyen volt e készülékek összetétele: 933 a Telefunken,

2126 a Marconi, 2177 pedig más kisebb cégek gyártmányai voltak.

1918-ban a távolsági rekordot egy Telefunken-adó tartotta. A németországi neueni állomásról küldött jeleket 19 300 km távolságra, s azokat egy új-zélandi állomás vette. Ez az állomás egy De Forest-rendszerű szikratávíró használt.

Napjainkban is igen nagy jelentőségű a hírszerzők számára az ellenség rádióinak lehallgatása. Szinte nincs is olyan ország a világon, amely – valamilyen formában – ne végezne rádiófelderítést, bár ezt mindegyik igyekszik a legnagyobb titokban tartani. Néha azonban fény derül a titokra, s akkor – kisebb-nagyobb botrányok közepette – a közvélemény is tudomást szerez róla.

## Az Echelon-botrány

Az utóbbi esztendő legnagyobb lehallgatási botrányát egy angol újságíró robbantotta ki. *Duncan Campbell*nek tudomására jutott, hogy Anglia egy eldugott kis településén, Cheshire-ben egy titokzatos építmény található. Ez egy 13 emeletnyi magas betontorony, amely leginkább egy gabonasilóra hasonlít. Az építményről fényképek is készültek, s azokon világosan látszott, hogy a henger alakú torony tetején különleges antennák sorakoznak. A leleplezett építmény fényképei alapján az illetékesek kénytelenek voltak elismerni, hogy abban lehallgatás, rádiófelderítés folyik.

De hát valójában kit és mit hallgat le az Anglia közepén lévő állomás? Nos, a kérdésre adandó válasz robbantotta ki a ritkán tapasztalható botrányt, mivel magától értetődő, hogy a „silóból” csak Anglia és a közeli szomszéd országok rádiói hallgathatók le.

Az ügy vizsgálatába az Európa Parlament is bekapcsolódott, e célból egy különleges munkacsoportot hozott létre: The Scientific Technical Options Assessment (STOA), a vezetője *Dick Holdsworth*, a székhelye pedig Luxembourg. A vizsgálódások során kiderült, hogy a cheshire-ihez hasonló állomások sora működik szerte a világon;

Angliában még kettő: Nidderdale-ban és Menwith Hillben. Valamennyi hasonló feladattal: a legkorszerűbb be- rendezéseik segítségével képesek lehallgatni a rádió- és a telefonvonalakat, elolvasni a fax- és az e-mail-forgalmazásokat.

A vizsgálat során az is kiderült, hogy e globális lehallgatórendszert a CIA egyik legfontosabb részlege, a US National Security Agency (NSA) hozta létre és üzemelteti, s a kódneve *Echelon*. A rendszer segítségével folyamatosan és egyidejűleg több ezer összeköttetés megfigyelése lehetséges. A lehallgatórendszer létrehozásáról és üzemeltetéséről az Amerikai Egyesült Államok és Nagy-Britannia a legnagyobb titokban, már évtizedekkel ezelőtt szerződést kötött, amelynek elnevezése *UKUSA COMINT* (az Egyesült Királyság és az USA kommunikációs felderítése). Ehhez a szerződéshez Kanada és Új-Zéland is csatlakozott.

Az Echelon agya, legfontosabb centruma a Dictionary fedőnevű adatbázis, mely kulcsszavak, nevek, szervezetek, a megfigyelés céljából kijelölt ügynökségek stb. milliányi adatát tartalmazza. A lehallgató-posztokon összegyűjtött adatok az Egyesült Államokban lévő NSA-főhadiszállásra, Fort Meade-be kerülnek, ahol a Dictionary segítségével szelektálják, értékelik, s az értékes adatokat kiemelik. Az anyag egy része visszakerül az angol katonai felderítő és lehallgató szolgálathoz, a GCHQ-hoz.

## Megfigyelés minden frekvencián

Tekintsük át, hogy az elmúlt évtizedekben, főként a hidegháború éveiben, s azt követően is, miként működött és működik ez a hatalmas rendszer, ez a mindent lehallgatni képes „óriási fül”.

Az 1960-as évekig a nemzetközi kommunikációban, a diplomáciai és a katonai hírközlésben a legfontosabb szerepet a rövidhullámú rádiórendszerek alkották. A rövidhullámok az ionoszféráról, s a Földről visszaverődve sok-sok ezer kilométer megtételére képesek. A címzettek és az illetéktelenek számára egyaránt lehetséges a hallga-

tás, sőt ez meglehetősen egyszerű feladat, nem szükséges hozzá más, mint megfelelő antennák és néhány jó vevőkészülék.

Mind az amerikai NSA, mind az angol GCHQ rendszeresen lehallgatta az európai, rövidhullámú telefonvonalakat. Erre a célra egy különleges antennarendszert használtak, az AN/FLR-9-et. A köralakban elhelyezett antennarendszerek átmérője 400 m, Angliai telephelyük Kriknewton, Menwith Hill és Chicksand-ban volt (van). A Cipruson felállított berendezéssel figyelték a NATO-országok hírszisztemeit is, pl. Görögország és Törökország rövidhullámú rádióforgalmát. Egy óriási amerikai lehallgatóállomás pedig a Virginia államban lévő Vint Hills Farmon működött. Ennek feladata volt az Egyesült Államokban dolgozó követségek üzenetváltásainak lehallgatása.

Még két helyszín, ahol AN/FLR-9 rendszerű lehallgatóállomások működtek: San Vito dei Mormanni (Olaszország), Karamürsel (Törökország).

## A mikrohullámok is lehallgathatók

A mikrohullámú rádiózás az 1950-es esztendőkből terjedt el, mivel ezzel megoldható lett a nagy kapacitású, városok közötti kommunikáció. Kis teljesítményű adókkal és 1...3 m átmérőjű parabolaantennákkal, amelyeket általában magaslatokon helyeztek el, hírközlési láncot alakítottak ki. Ezeket a mikrohullámú rádióvonalakat műholdak segítségével hallgatták le, kihasználva azon tulajdonságukat, hogy egyenesen terjedve, egy kicsi, de elég-séges részük – a horizonton túlhaladva – kijut a világűrbe is. A lehallgatás céljából CANYON típusú műholdat bocsátottak fel. Ennek ellenőrző központja a németországi Bad Aiblingben volt. 1978 és '88 között két CANYON-műholdat bocsátottak fel, s a vállalkozást az NSA rendkívül sikeresnek találta. Éppen ezért a költségeket nem kímélve továbbfejlesztették a kém-műholdakat, így egymást követte a CHALET és a VORTEX. Mivel ez utóbbi műhold neve és funkciója a sajtóban napvilágot látott, ezért sietve átkeresztelték, s ez lett a MERCURY. E műhold segítségével, Irakra irányulóan igen jelentős felderítéseket végeztek az ún. öbölháború idején. Az ellenőrzőközpont az angliai Menwith Hillben volt.

Az elektronikus felderítésben mindennél fontosabb a fejlesztés, a legújabb találmányok és technikai újítások azonnali bevetése. Ennek köszönhető, hogy a mikrohullámú, valamint a VHF- és az UHF-vonalak lehallgatására, egyre újabb műholdak repültek a magasba: az 1980-as években megjelentek a RHYOLIE és AQUACADE, a vételt a Földről távirányították. A központjuk az ausztráliai Pine Gapan van.

Az Echelon „óriási füleinek” kíváncsisága még napjainkban is kielégíthetetlen: most már fenn keringenek a MAGNUM és az ORION műholdak, amelyek képesek lehallgatni a telemetriai adatokat, a mobil adatközlési vonalakat, a VHF-rádiókat és a mobil telefonokat is.

És itt sincs válogatás! Mint valami óriási elektronikus porszívók, minden jelet – barátét és ellenségét – beszippantanak, elektronikus agyuk a Dictionary kulcsszavai alapján szétválogatja, csoportosítja és az érdeklődőkhöz továbbítja azokat.

## A tengeralatti kábelek

A földön és az égen minden lehallgatható, de úgy vélhetjük, hogy legalább a tengerek mélyén, sok száz vagy ezer méteres mélységekben haladó távközlési kábelek biztonságot nyújtanak. Ez csupán naív képzelgés! Az elektronikai felderítők már régen „betörtek” ezekbe a tengeralatti telefonvonalakba is.

Az 1850-es esztendőkből megkezdődött a földrészeket összekötő, tengeralatti távírókábelek lefektetése, s nem sokkal ez után megtörtént a telefonkábelek üzembehelyezése is. Míg a kezdetekben ezeken a vezetéseken egyidejűleg csupán néhány száz beszélgetés zajlott, addig a mai optikai szálas kábeleken másodpercenként 5 GiB digitális információ képes áthaladni, s ez megfelel 60 000 csatorna egyidejű használatának.

A tengeralatti kábelek „megcsapolására” az amerikaiak az első kísérletet 1971 októberében tették. A Halibut nevű tengeralattjárójuk az Ohotszki-tengerre látogatott, s megközelítette azt a helyet, ahol a szovjetek fontos katonai hírközlési kábele haladt a Kamcsatka-félszigetre. A Halibut rendelkezett egy mélytengeri búvárkamrával, amelynek segítségével először felderítették a kábel helyzetét, majd a merülőberendezéssel megközelítették, s arra egy, a

lehallgatását lehetővé tevő tekercset helyeztek el.

1972-ben a Halibut visszatért a helyszínre, s ekkor már egy tökéletesebb lehallgatót szereltek a kábelre. A Kamcsatka közelében lévő tengeralatti kábel észrevétlen lehallgatása 10 esztendeig tartott. Ekkor egy volt NSA alkalmazott elárulta a lehallgatás tényét, így ez a lehetőség megszűnt. (A KGB moszkvai múzeumában ma is láthatók ezen akció tárgyi relikviái.)

Egy másik művelet a során egy amerikai tengeralattjáró a Barents-tengeren, a murmanszki haditengerészeti bázis közelében „csapolt” meg egy tengeralatti telefonkábel; San Franciscoból indulva az Északi-sark jégtakarója alatt jutott el a Barents-tengerig. 1992-ben ezt a lehallgatást is felderítették...

## Hírközlési műholdak lehallgatása

Az Echelon lehallgatási rendszer szerkesztésében képezi a hírközlési műholdak megfigyelése is. Ezeket a műholdakat (COMSAT) egy nemzetközi szervezet, a Telecommunications Satellite Organisation (INTELSAT) üzemelteti, gondosan kidolgozott nemzetközi szerződések alapján. A műholdak a többi között pont-pont összeköttetéseket és rádióközvetítéseket továbbítanak. Ezek a műholdak úgynevezett geostacionáriusak, azaz a Földről nézve, az égen mindig azonos helyen láthatók.

Az első Intelsat 1967-ben állt szolgálatba. A fejlődés ezen a területen olyan óriási volt, hogy 1971-ben már a műholdak negyedik generációját bocsátották fel. Ez a fajta műhold képes volt 4000 egyidejű telefonbeszélgetés továbbítására, valamint lehetőség volt telex-, távíró- és faksimile-adatok továbbítására is.

1999-ben az Intelsat 19 db műholdat üzemeltetett (5. és 8. generációsakat). A távközlési műholdak által továbbított adatok megfigyelése 1971-ben kezdődött. E célra két földi vevőállomást építettek. Az első az angliai Cornwallban, Morwnstow településen, két, 30 m átmérőjű parabolaantennával üzemelt. Ezek segítségével az Atlanti-óceán és az Indiai-óceán feletti műholdak forgalmát hallgatták.

A másik állomás az Egyesült Államokban, a Washington államban lévő Yakimában működött, ez az állomás a Csendes-óceán térségében lévő műholdakat hallgatta le. Az Egyesült Államokban egy kiegészítő állomást is feláll-



lítottak, a West Virginia Sugar Grove-ban, abból a célból, hogy bármilyen pozíciójú műhold lehallgatható legyen. 1985 és '95 között az Echelon rendszerének további fejlesztése során újabb lehallgató állomásokat építettek az Egyesült Államokban, Kanadában, Ausztráliában és Új-Zélandon. Ezek segítségével, a legutóbbi időkig 120 különböző műhold információforgalma vált hozzáférhetővé.

## Lehallgatni és megérteni

A rádióállomások és egyéb távközlési vonalak üzemeltetői, használói számolnak azzal a lehetőséggel, hogy a forgalom lehallgatható, tehát igyekeznek titkosítani, a szövegeket kódokkal elfedni. A titkosítók és a kódok megfejtői közötti ősi harc mindig is változó eredményű volt: az újabb és nehezebb kódokat csak idő kérdése volt megfejteni, hogy azután ismét új kódok jöjjenek. A jelenlegi ismereteink szerint 1940-től az amerikai NSA az Európában használt valamennyi kriptográfiai rendszert képes volt feltörni, s ez a képessége jelentősen hozzájárult a II. világháború kimeneteléhez is.

Később egy svájci cég, a Crypto AG került a figyelem középpontjába. Ez a cég rejtjelző és megfejtő berendezések gyártásával a nemzetközi piac vezető cége lett. Az NSA rövid időn belül szert tett a Crypto berendezéseire, amelyek segítségével rövidesen 130 ország diplomáciai és katonai hírközlését volt képes megfejteni. A szakemberek véleménye szerint az NSA-nak nem jelent gondot az e-mailek és internet-üzenetek elfogása és megfejtése, valamint azonosítása sem a Microsoft, a Netscape és a Lotus nevekkel fémjelzett szoftverek segítségével.

Mint láthatjuk, az Echelon történetének írását napjainkban is csak abahagyni lehet, befejezni nem!

\*

## BBC Monitoring Service

A titkosszolgálatok által végzett, totális lehallgatások mellett jónéhány országban létezik olyan figyelőszolgálat is, amely elsősorban a külföldi műsor-rádiók, újabb televíziók figyelését végzi. Ezekből gyűjt információkat, azokat főleg a saját hírszolgálatában használja fel. Az ilyen típusú megfi-

gyelőszolgálatok között a legrégebbi és legismertebb a *BBC Monitoring Service*, az angol rádió figyelő szolgálata.

## A kezdetek

Az I. világháború történetét kutató szakemberek pontosan tudják, hogy az angol belügyminiszter 1917 májusában rendelte el: a Scotland Yard kebelén belül, egy kis egység figyelje a német rádiók adásait, s a tartalmukat jelentse a belügyminiszternek. Azonban a lehallgatott műsorok meglehetősen érdektelenek voltak, főleg csak zenét és propaganda-szövegeket sugároztak, így a lehallgatás fejlesztésére nem került sor.

Az első jelentős változás 1935-ben történt, amikor az angol külügyminisztérium érdeklődését is felkeltették a külföldi rádiók. Elsősorban az Olaszországból sugárzott angol nyelvű adást figyeltették, ebből ugyanis híreket szerezhettek az olasz-abeszín háború eseményeiről. Néhány év múlva már az olasz adók arab nyelvű adásait is figyelni kezdték. 1937-től a Külügyminisztérium figyeltetni kezdte a Német Rádió Dél-Amerikának sugárzott adásait. A lehallgatások nagy részét a BBC vevőállomása végezte, amelynek telephelye Tatsfieldben volt. A Külügyminisztérium is üzemeltetett egy lehallgatóállomást Sandridge-ben, St. Albans közelében. Nagyjából ugyanebben az időben indult a BBC rövidhullámú, külföldi szolgálata is, amely akkor az Enepire Service nevet viselte.

1938-ban már egy hírbulletint is kiadott a Tatsfieldi Vevőállomás, benne a legtöbb európai, valamint tokiói és New York-i rádióállomás híryanagával. A II. világháború közeledtével egyre jobban felismerték a rádiólehallgatás fontosságát, ez a szervezeti átalakulásban is megmutatkozott. 1939-ben a Vevőállomás nevével Monitoring Unit-ra, Megfigyelő Egységre változtatták, s az új állomást Wood Nortonban állították fel. Az állomást távgépíróvonal kötötte össze a BBC Hírszerkesztőségével és az Információs Minisztériummal. A megfigyelések most már a nap mind a 24 órájában folytak.

A jelenlegi telephelyre, a Caversham Parkba 1943-ban költöztek, s a Monitoring Service nevet is ettől az időtől használják. Nem sokkal a Cavershambe való költözés után szerződést kötöttek az amerikai rádiófigyelő

szolgálattal (Foreign Broadcast Information Service, FBIS) arról, hogy összegyűjtött anyagaikat kicserélik. (Az együttműködés ma is létezik, az FBIS külön részleget működtet Cavershamben.)

## A Monitoring Service munkája

Természetesen régen tovatűntek azok az idők, amikor már csak az olaszok híradásait hallgatták. Jelenleg 154 ország 100 különböző nyelven sugárzott műsorait figyelik a rövidhullámokon. Lehallgatják a különböző hírgyűnökségek adásait, valamint számtalan műholdas és földi sugárzású televízió műsorát. Folyamatosan hallgatják kb. 100 rádiószolgálat és 37 televízió adását.

Az ehhez szükséges hatalmas vevőtechnikát, az óriási antennafarmot egy másik helyszínen, Crowsley Parkban működtetik. Itt a számtalan antenna, s az épületek 60 hektáron helyezkednek el. Az elektromos zavarok kiküszöbölése érdekében megállapodtak a helyi elektromos művekkel, hogy energiaátviteli kábeleket nem vezetnek át a területen. A megszámlálhatatlan mennyiségű és fajtájú antenna gondosan megtervezett rendben helyezkedik el. A közép- és a hosszúhullámú vételhez több, egy kilométernél is hosszabb antennát állítottak fel. A Beverage-antennákat olyan rádiuszbán szerelték fel, hogy 20 fokos lépésekben minden irányból vételi lehetőséget biztosítsanak. A rövidhullámú vételhez rombusz és „biconical” antennákat, ezen kívül „függöny” antennákat és log-pereket használnak. A Cavershamben lévő hatalmas lehallgatóteremből távirányítással kapcsolják a Crowsleyben lévő 32 antenna és 128 vevőkészülék közül a szükségeset, s a vett jel vezetéken jut a megfigyelő pultjára.

Az telepen szép számmal található parabolaantennák is, amelyek szintén távirányítással választhatók ki. A méreteik változatosak: 11 méteres átmérőig sok-sok méretű megtalálható. Az első parabolát 1981-ben állították fel, s ezzel az akkori Szovjetunio televíziós programjait vették. Napjainkban a vett információk 70 százaléka a televíziók lehallgatásából származik.

A rövidhullámú adók iránti érdeklődés sem csökkent! Jelenleg Watkins-Johnson WJ-8711-es vevőket használnak. Ezek 150 kHz és 30 MHz között hangolhatók, s 1990-es években álltak

szolgálatba. Dolgozik még kb. 80 db Rascal RA1793-as vevő is.

## Lehallgatni a világ valamennyi rádióját és tévéjét

A szakemberek szerint Cavershamban és Crowsleyben rendkívül jók a vételi viszonyok, az mégis lehetetlen, hogy a világ valamennyi rádióállomását innen hallgassák le. Ezért ahol csak teheték, külső vevőállomásokat létesítettek. Már 1961-ben létrehozták az ún. Kelet-Afrikai Egységet (East African Unit) Karenben, a kenyai főváros, Nairobi közelében. Ez az állomás a kelet- és a közép-afrikai államok rádióit hallgatta le. Az állomás létrehozása azzal az előnnyel is járt, hogy itt könnyen találtak a helyi nyelveket tökéletesen értő megfigyelőket. Ez az állomás napjainkban is működik, s innen kísérik figyelemmel Kenya, Etiópia, Szudán, Uganda, Tanzánia valamint a volt Zaire és Malavi rádió- és tévé-állomásainak műsorait.

A hidegháború esztendeiben a BBC Monitoring fő figyelme, a „keleti tömb” országai felé irányult. A Moszkvai Rádió adásait kiválóan lehetett venni Cavershamban, s a többi ország rádióit sem volt gond hallgatni. 1991-ben, a Szovjetunió összeomlása után, az akkori enyhülési légkörben még az is lehetővé vált, hogy Moszkvában egy kisebb megfigyelő-állomást állítsanak fel. Ez napjainkban is, főleg a földi sugárzású televízióállomások figyelését végzi.

A közép-ázsiai gazdasági, politikai és társadalmi változások szükségessé tették az ottani állomások figyelését is. Ennek érdekében 1994-ben az üzbejsztáni Taskentben felállították az ún. Közép-Ázsiai Egységet, ahonnan 5 volt szovjet tagköztársaság (Kazahsztán, Kirgizisztán, Tádzsikisztán, Türkmenisztán és Üzbegisztán) rádió- és tévé-állomásait hallgatták le. Természetesen ez a megfigyelőállomás figyelemmel kísérte az Iráni Rádió adásait is, főként azokat, amelyeket Tádzsikisztán és Üzbegisztán számára sugároztak.

Ez az állomás vette az Afganisztáni Rádió – egyébként roppant nehezen megfigyelhető – adásait is.

1998-tól pedig ez az állomás figyeli a Telebán-mozgalom és más ellenzéki erők rádióprogramjait, helyi nyelveket ismerő szakemberek, valamint angolul beszélő szerkesztők közreműködésével. Elképzelhetjük azonban azt is, hogy ez a megfigyelőállomás kíséri figyelemmel Kína nyugati részét, például Hszincsiang tartományt. Az azerbajdzsáni fővárosban, Bakuban 1997 januárjától működik a Transz Kaukázusi Egység. Ennek feladata Azerbajdzsán, Örményország és Grúzia állomásainak figyelése.

Korábban a grúzai rádióadásokat egy – Tbilisiben felállított – távirányítású vevővel hallgatták le. (Távirányított vevőket más alkalmakkor is használtak: a hidegháború éveiben a keleti tömb szinte minden országának fővárosában, bérelt lakásokban ilyen vevőkkel – állítólag – a helyi taxik forgalmazását is figyelték. A taxisok ugyanis a városban történt eseményekről egymásnak pontosan beszámoltak.) Ezen a (távirányított) állomásokon több vevőkészüléket használtak, s használnak, összekapcsolva egy-egy számítógéppel.

Még egy „kihelyezett” megfigyelő-állomásra kell szót ejteni, ez az Ukrajnában lévő Kijevi Egység. 1998 óta működik, s feladata az ukrán és a fehér-orosz rádió- és tévéállomások lehallgatása.

## Napi több millió szó

Mindnyájunkban felvetődhet a kérdés: mi lesz ezzel a töméntelen mennyiségű szóval, amelyet a világ minden pontjáról lehallgatnak és összegyűjtenek. Természetesen ez emberi munkával, kézi eszközökkel feldolgozhatatlan mennyiség! Így azután magától értetődő, hogy a cavershami központban a legkorszerűbb számítógépes technika áll rendelkezésre, hogy ebből a tengernyi információból szelektálva, válogatás, feldolgozás útján a lényegyet kiemeljék.

Cavershamból az első vonal ma is a BBC Newsroomjába vezet. Itt csupán percek kérdése, hogy a világ legtávolabbi pontjáról érkezett anyagból szerkesztett információ kerekedjék, s az a rádió következő hírperiódusában el is hangozzék.

Külön vonalon jutnak el a közlemények a Foreign and Commonwealth Office, a Küllügy és Nemzetközösségi Ügyek Minisztériumába, valamint a Védelmi Minisztériumba.

A BBC Monitoring Service a lehallgatott anyagokból nyomdai úton előállított kiadványokat is készít, s ezekre bárki előfizethet. Sok évtizede ismert a Summary of World Broadcasts. Ennek a kiadványnak napi és heti kiadása is létezik, továbbá egy-egy földrész híreinek specializált kiadása is megjelenik. Továbbá még két kiadványuk, amelyek hetente jelennek meg: az Inside Central Asia és a World Media. Ez utóbbi a világ rádió- és tévé-szervezeteiről közöl mindent, amit tudni érdemes.

A BBC Monitoring természetesen elektronikai kiadvánnyal is rendelkezik, a neve Newsfile.

## Kik a BBC Monitoring munkatársai?

A DX-erek azt gondolhatják, hogy nincs kellemesebb foglalkozás annál, amelyet a BBC Monitoring munkatársai végeznek. Ülni a kiváló minőségű vevőkészülékek előtt, s keresgélni a távoli állomásokat.

– Ez ma már téves elképzelés – mondja *Chris McWhinnie*, a Monitoring Service munkatársa. Még tíz esztendővel ezelőtt is valóban a DX-erek közül válogattuk munkatársainkat. Ma már inkább mérnökök, tudósok, számítógép-szakemberek, nyelveket anyanyelvi szinten beszélő fordítók dolgoznak itt bő négy százan. A tevékenységük nem annyira szórakozás, mint inkább rendkívül kemény munka. Az is bizonyos, hogy a világban történő eseményekről elsőnek ők hallanak, s a legtöbb világesemény háttéréről is ők tudják a legtöbbet!

## FORRASZTASTECHNIKA, KÉZISZERSZÁMOK KIS- ÉS NAGYKERESKEDELME

**etalon**  
2000

1139 Budapest, Gömb u. 30.  
Nyitva tartás: H–Cs 8<sup>00</sup>–16<sup>00</sup>, P 8<sup>00</sup>–15<sup>00</sup>  
www.etalon2000.hu

Tel./fax: 329-6453, 350-4326  
e-mail: etalon@etalon2000.hu

**Weller**  
forrasztástechnika

**SANDVIK**  
kéziszerszámok

**HEPCO & BECKER**  
szerszámotások

**triplex**  
minifűrőgépek

**PANAVISE**  
műszerészsatuk

**METEX**  
multiméterek



Ferenczi Ödön okl. villamosmérnök

Évkönyvünknek ez az évről-évre ismét jelentkező közleménye az alkalmazott elektronikának egy jelentős területével, az autóelektronikával foglalkozik. Ma már a szériakocsikban is egyre több elektronikus egységet s rendszereket találhatunk. A valóság az, hogy az autóelektronikával való barkácsolás egyre jobban háttérbe szorul, hiszen a gyártók kész, rendszerekkel látják el legújabb gyártmányukat.

Rengeteg tapasztalat és a korszerű, elsősorban elektronikai fejlesztések felhasználásával ma már számos igen magas színvonalat képviselő technikai megoldás szolgálja a gépkocsi vezetőjének és utasainak védelmét a veszélyhelyzetek megelőzésétől egészen a baj következményeinek minimálisra csökkentéséig. A kényelem és a komfort legújabb eszközei lényegében a biztonság eszköztárával közös produktumban valósulnak meg: gondoljunk pl. az igen korszerű legújabb navigációs technikára, ami az utazás biztonságát és kényelmét egyaránt számottevően javítani képes.

A gyártók ma már a gépkocsik védelmét szolgáló egységekkel és rendszerekkel is ellátják az általuk gyártott típusok többségét (mechanikai autólópás-gátló, riasztóberendezés, indításgátló, kommunikációs távvezérlő- és GPS-es rendszerek stb.). Az egyes közép- és kis kategóriájú típusoknál általában két hiányzó szolgáltatás utólagos beépítése válik ma már elengedhetetlenül szükségessé. Az első az autó lopás és rablás elleni védelmét szolgáló komplett elektronikai rendszer. A második, a minden autóst közelebbről érintő információs és zenetechnika, vagyis az autós rádióvétel és a „HIFI-minőségű” zenehallgatás műszaki és egyéb lehetőségeit lehetővé tévő komplett elektronikai egységek beépítési lehetősége.

A következőkben a fenti két témakörben azokat az igen magas műszaki háttérrel magukba foglaló gyári eszközöket, elektronikai egységeket, rendszereket és szerelési alapszabályokat mutatjuk be, amik csak annyiban a gépkocsi részei, hogy akár gyári, akár utólagos beépítésként az autóban találkozunk velük. Ezek ma már amatőr mód-

szerekkel nem készíthetők el. A különböző gyári több évtizedes fejlesztési munka eredményeiből született egységekből felépíthető biztonságtechnikai és szórakoztató elektronikai eszköztár áttekintése és szerelési alapismerete sokat segíthet az autósoknak és az utólagos beépítést végző barkácsolóknak egyaránt.

## Csúcselektronikai rendszerek az autótolvajok és -rablók ellen

Tény, hogy a tolvajok és az autósok között állandó macska-egér harc folyik. Többször felröppen a sajtóban a hír, hogy ismét lépéshátrányba kerültek az autósok a tolvajokkal és a rablókkal szemben.

Egyre újabb taktikai bűnözési módszerek (pl. erőszakos rablás stb.) és háttástanulási eljárások jelentek meg az utóbbi időkben. Ezért a védelmi technikának állandó lépéselőnyt kellene tartani a hatékony védelem céljából.

Kérdés, mi az amit az autós is megtehet? Az igen nagy értékű gépjárművek esetében mindenképpen valamilyen követési és feltalálási rendszert, vagy műholdas navigáción (GPS) alapuló feltalálási rendszert ajánlatos a kocsiba beszereltetni.

Jelenleg az egyik legkorszerűbb, legtöbb szolgáltatást nyújtó rendszerként említhető a Safety-Phone GPS-es távfelügyelő járművédelmi rendszer (Global Mobilphone Security: 1142 Budapest, Kassai u. 152. Tel: 251-7840; 06-30-952-7114).

Alacsonyabb értékű járművek esetében igen hatékony védelem érhető el a Safety-Phone GPS-nélküli, kisebb beruházást igénylő változatával is.

A következőkben ezen legkorszerűbb járművédelmi rendszer ismerteté-

sén keresztül mutatjuk be, hogy mit is tud, milyen szolgáltatásokkal rendelkezik egy ilyen csúcstechnikát felhasználó járművédelmi rendszer.

Az ilyen komplett rendszer járműoldali felszereltsége, ill. az abba beépített (ill. beépíthető) védelmi egységek a következők:

- indításgátló berendezés (három pontos),
  - emelés-, ütközés- és beltéri mozgásérzékelővel kiegészített csúcs riasztóberendezés,
  - Safety-Phone távfelügyelő berendezés (távjelzési, távvezérlési, vagyis parancsadási és információközlési lehetőségek GSM telefonon),
  - GPS-es változatnál GPS vevőberendezés a hely meghatározáshoz,
  - TITÁN-DIPOL vagy MUL-T-LOCK mechanikus sebességváltó-rögzítő zárrendszer. (Hozzáférhetetlen mikrokapcsolóval ellátott változat azon okból, hogy a megállást követő kiszállási szándék esetén a gépkocsivezető kénytelen legyen a zárrendszer bezárására, különben az ajtónyitást követően folyamatos szirénázás következik be.)
- Hogy miért is szükséges az ilyen összetett, sokoldalú védelmi rendszer alkalmazása, azt az újabb bűnözési módszerek és eljárások világítják meg.

## Újabb bűnözési módszerek s műszaki követelményvonzataik

A tavalyelőtti évkönyvünk 234. oldalán már bemutatuk a gépjárműbűnözés módszereit (lásd ott!). Itt csak az utóbbi időben elterjedőben levő módszerekre és eljárásokra térünk ki.

Tény, hogy a járműlopás és -rablás legújabb módszereinek megismerése, elemzése szüli a védelmi rendszerek vonatkozásában a leghatékonyabb technikai megoldást.

A védekezés különböző problémákat vet fel, az meglehetősen nehéz, mert sokféle esetre kell felkészülni a tükkörtördelő részeg vandáltól a szervezett lopó-rablóbandáig, akik a szét szerelés utáni eladásra vagy újraértékesítésre (exportra) dolgoznak.

Megnőtt a nagy értékű járművek száma és azok kényelmi és szórakoztató berendezéseinek száma is, és ez szintén kedvezőtlenül hat a bűnözés alakulására. Egyes tulajdonosok szinte „páncélszekrénynek” használják járműüket. Pénzt, különböző értékes tárgyakat tárolnak benne könnyű zsákmányaként

a betörőnek. Ezért a kisstílusú tolvajok többségénél a kocsi kifosztása a meghatározó ok.

A valóság, hogy több mindenünk van, amit féltünk, óvunk és vigyázunkunk kell.

A fentiekben leírt tények azok, amik ráirányítják a figyelmet a tulajdonosok egyéni gondosságának fontosságára.

Hogyan is lopnak, rabolnak járművet napjainkban? Az utóbbi időben egyre jobban terjed a – főleg a nagy értékű gépjárművek – rablásos eltulajdonítása, mikor pl. a kerti kapu ill. a garázsajtó nyitása vagy éppen a csomagtartóban való matatus közben lovasítja meg a (többnyire gyújtás és kódkulccsal fityegő, nem egy esetben járó motorú) kocsit a tolvaj.

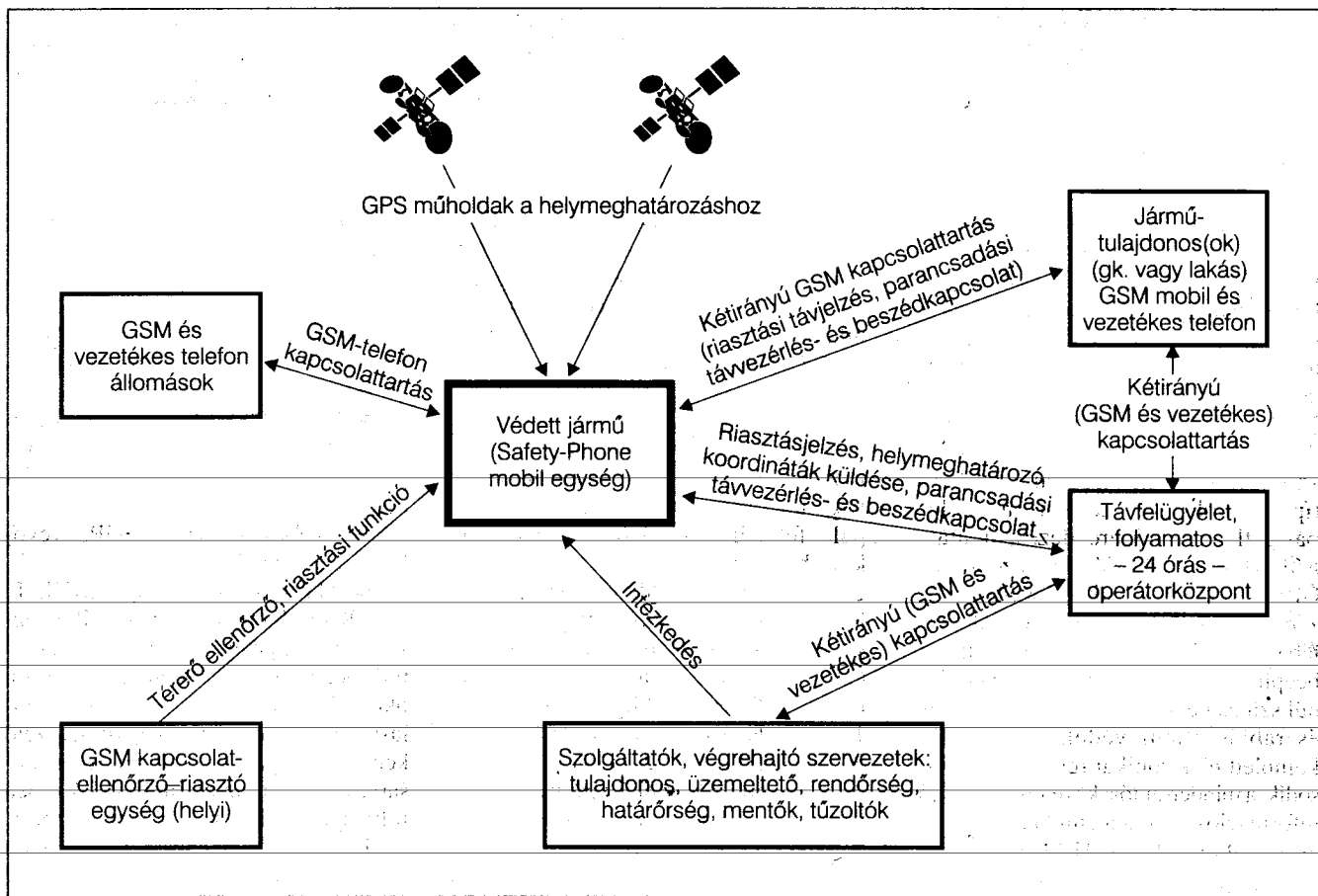
Ugyancsak terjednek a koccanások balesetet okozó, puha gumira utaló, e módon a kocsiból kicsalogatott „felingerelt” járművezető helyébe beugró „újdonsült vezetők”. Ezért igen fontos, hogyha bármi okból a kocsiból kiszárlunk, a gyújtásindító- és kódkulcsot feltétlenül vegyük ki és tegyük zsebre.

Egyes tolvajbandák napjainkban már a hagyományos tréleren túlmenően karos autómotorkkal is dolgoznak, amellyel egyszerűen kiemelve a sorból, könnyen elszállíthatják a kocsit. Szállítóeszközzel gyakorlatilag minden autó elvihető. A nagyobb városokban a vijjogó riasztós járművek szállítása annyira megszokottá vált, hogy ma már senkinek sem tűnik fel, hogy ki az aki lopja az autót vagy ki az aki „szabályosan” szállítja el.

## A gépjárművédelmi rendszerek főbb műszaki követelményei

Melyek is a főbb követelmények a védelmi berendezésekkel szemben? Manapság olyan gépjárművédelmi rendszer alkalmazása szükséges:

- amely nemcsak lopás, hanem rablás ellen is képes védelmet nyújtani, illetve az erőszakkal elrabolt járművet esetleg a végleges eltulajdonítástól is képes megóvni,
- amely nemcsak helyi riasztást ad a tulajdonos és környezetben levők figyelemfelkeltése céljából, hanem



1. ábra. A Safety-Phone távfelügyelő járművédelmi rendszer elemei

távfelügyelt autóvédelmi lehetőséget is biztosít. Ez alatt olyan interaktív kapcsolat értendő, amelynél a tulajdonos a járművében levő minden fontosabb észlelőrendszer (pl. emelésérzékelő, ütközésérzékelő, belső tér mozgásérzékelő stb.) állapot változásáról a saját mobil vagy vezetékes telefonján tudomást szerezhet és a szükséges védelmi intézkedéseket (pl. motorleállítás, ajtólezárás, kommunikáció a támadóval stb.) azonnal megteheti. A tulajdonos elérhetetlensége esetében a védelmi intézkedéseket egy folyamatosan üzemelő (24 órás) felügyeleti diszpécserközpont látja el.

- amely képes megakadályozni a jármű bármilyen módon történő eltulajdonítását és annak országhatáron kívül vitelét, ill. elősegíteni a már ellopott jármű mielőbbi megtalálását. E téren legmegbízhatóbb és legeredményesebb rendszerek a GPS (műholdas) technika felhasználásával működnek. Ezek lényegében GSM rendszerrel kombinált műholdas megfigyelő (vagyis a GPS és GSM párosításából született) rendszerek. Ezeknek a navigációs rendszereknek a felhasználási területe jóval túlterjed az ellopott járművek keresésénél. Gazdag szolgáltatási háttérrel alkalmasak bármely jármű vagy szállítmány biztonsági felügyeletére és képesek járműparkok logisztikai feladatainak ellátására,

- amely igen nagy megbízhatóságú és téves vagyis vakriasztásoktól mentes. A régebbi hagyományos riasztókészülékeknel az indokolatlan (téves) riasztások nagy száma miatt a lakosság körében erős ellenérzés alakult ki a környezetben levők nyugalma zavaró autóriasztók sokasága miatt. Ez az ellenérzés jobb esetben a teljes közömbösségben nyilvánul meg, nem törődve az esetleg tényleg „bajban” levő gépkocsival sem. Ezért csak olyan rendszer alkalmazása javasolt, amelynek téves riasztása minimális – így mentesítve a tulajdonost, a környezetben levőket és a felügyeleti központot az értelmetlen, felesleges bosszúságot okozó jelzésektől,

- amely biztonságos működtetést biztosít. A feledékeny, szórakozott, szétszórt figyelmű, kényelmes gépkocsivezetőt is készíti a védelmi rendszer következetes használatára. Különösen kockázatos, a gépjármű tulajdonosok egy része nem az átlagos tulajdonosi szemlélettel, óvatossággal kezeli a gépjármű védelmi berendezéseit.

Ha lehetősége és módja van azt kényelmi és egyéb okból nem is alkalmazza. Ezért csak olyan gépjárművédelmi berendezés alkalmas hatékony védelemre, amelynek védelmi szolgáltatási jellege eleve kizárja az emberi tényező, a hanyagság kockázatának a lehetőségét, vagyis a gépkocsivezető minden jármű elhagyásnál kénytelen legyen a védelmi berendezés bekapcsolására (ill. automatikus élesítésére),

- amely a lehető legnagyobb biztonságot nyújtja, hatástalaníthatósága gyakorlatilag kizárt, vagyis várhatólag hösszútávon\* lépéselőnyvel rendelkezik a kvalifikált tolvajokkal és rablókkal szemben.

Az eddig leírtakból világosan látható, hogy az autófosztogatás, autólopás, és -rablás nagyon gyakran alkalom szülte lehetőségek, amelyeket a bűnsetek áldozatai idéznek elő. Az elemzések azt mutatják, hogy az esetek döntő többségében figyelmetlenségünkkel, figyelmünk elterelhetőségével, gondatlanságunkkal (a riasztórendszer használatának elmulasztásával) mi könnyítjük meg a bűnözők dolgát.

Sajnos, az állampolgárok részéről csak ritkán tapasztalható segítőkészség, igen magas fokú a közömbösség. Gyakran tapasztalható, hogy amikor venni kellene valamit, az autóstársak visszahúzódnak, semmit sem tesznek és semmiről sem akarnak tudni. (A szerk. megjegyzése: Ezen addig nem is érdemes csodálkozni, ameddig a hazai „jogszolgáltatásban” a bűnözőket s az ő személyiségi jogait igen gondosan védik a törvények, míg az esetleges közbelépőt hamarabb elítélhetik, ha a helyszínen tartja a bűnözőt a hatóság megérkezéig, „személyi szabadság jogtalan korlátozása” címén, esetleg még „önbíráskodásért” is kaphat azonnal végrehajtható néhány hónap „jutalmat”! Eközben a bűnöző általában szabadlábban való védekezés közben, jogai legteltesebb ismeretében – hiszen a rendőrök és busásan megfizetett ügyvédek legelőször azt ismertetik meg vele – tovább végezheti társadalomellenes tevékenységét!)

### *A Safety-Phone GPS-es távfelügyelő járművédelmi rendszer*

A Safety-Phone távfelügyelő járművédelmi rendszer képes a jármű riasztóegységéből érkező vészjelkelet szelektált távközlésre. Az interaktív kommuni-

káció, a távjelzés, ill. a parancsadás speciális GSM telefonon történik.

Ez azt jelenti, hogy ez az interaktív védelmi rendszer az aktív észlelőrendszereiben történő állapotváltozásokról telefonon értesítést küld a rendszer tulajdonosának (és egy távfelügyeleti központnak). Így a szükséges védelmi intézkedések azonnal megtehetőek.

A GPS-sel kiegészített rendszer képes meghatározni a jármű földrajzi helyzetét és képes mozgás közben kommunikálni egy 24 órás felügyeleti központtal. A GPS-es változat szerteágazó szolgáltatásain keresztül alkalmas bármely jármű (gépkocsi, teherautó, kamion, hajó, jacht stb.), sőt értelem-szerűen létesítmények (családi ház, lakás, nyaraló stb.) biztonsági felügyeletére és képes bármilyen nagyságú járműpark logisztikai feladatainak ellátására.

E GSM rendszerű megoldás a csúcstechnika legújabb eredményeinek felhasználásával próbál a gépjármű-tulajdonosok nyugalmaról gondoskodni megóvva a tolvajoktól és rablótól járműüket. Be kell látni, hogy az élet és vagyonbiztonság helyzete ma már olyan igényeket jelenít meg, melyeket csak egy komplex, tehát szükség esetén élő erővel (pl. rendőrség) is támogatott rendszer képes kielégíteni.

### *A rendszer elemei (alapkiépítettség)*

A Safety-Phone távfelügyelő járművédelmi rendszer elemei a következők (lásd 1. ábra):

- a védett járműbe rejtetten szerelt Safety-Phone távfelügyelő járművédelmi rendszer mobil egység,

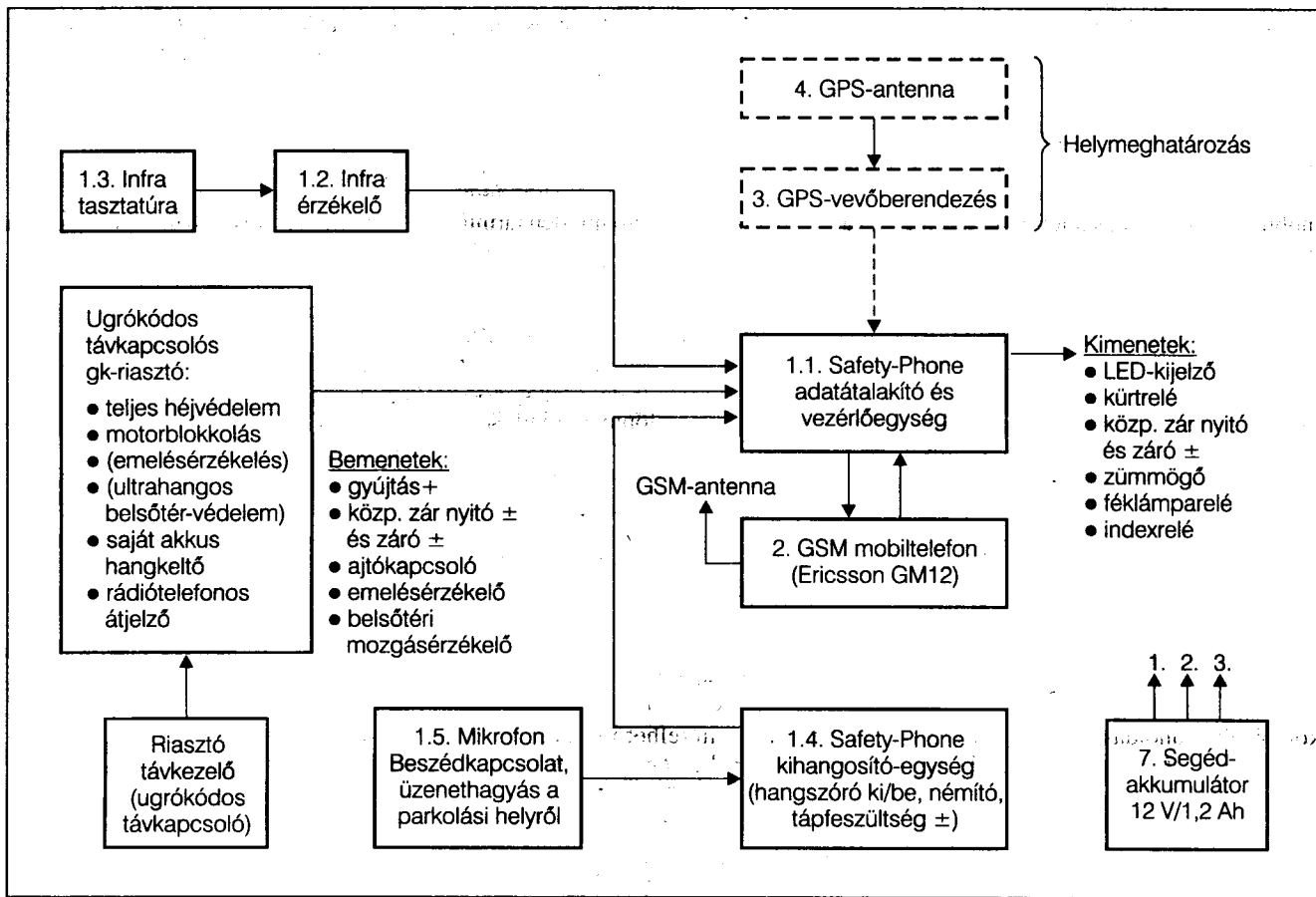
- GSM mobil ill. vezetékes telefon (a járműtulajdonosnál, ill. tulajdonosoknál). Az interaktív kapcsolattartás (a riasztási távjelzés, parancsadási távvezérlés és beszédkapcsolat) GSM telefonon történik,

- folyamatos (24 órás) távfelügyeleti operátorközpont. Az interaktív kapcsolattartás (távjelzés és távvezérlés, beszédkapcsolat, GPS helymeghatározó koordináták küldése – ez utóbbi opcióként) GSM telefonon történik,

- GPS műholdak a helymeghatározásokhoz (opcióként),

- szolgáltatók, végrehajtó szervezetek (tulajdonos, üzemeltető, online kapcsolat a rendőrséggel és határőrséggel, mentők, tűzoltók),

- GSM kapcsolat ellenőrző-riasztóegység (mely rendszeresen ellenőrzi



2. ábra. A Safety-Phone távfelügyelő járművédelmi rendszer mobil (járműoldali) egységének tömbvázlata

a védett jármű GSM mobiltelefonjának felhívhatóságát, ill. hibamentes működését). A téroró megszűnése, vagyis a védett járművel való kapcsolat megszakadása esetén riasztójelzést küld a tulajdonos (ill. a távfelügyelet) mobil-, ill. vezetékes telefonjára, hogy a járművében levő telefonja levált a GSM hálózatról. E feladatot a távfelügyeleti központ is elvégezheti, ha ezen egység ott nyer elhelyezést.

#### A rendszer járműoldali részei (alaplépítettség)

A Safety-Phone távfelügyelő járművédelmi rendszer védendő járműben levő mobil egységének részei az alábbiak (2. ábra):

- Safety-Phone kit (adat átalakító és vezérlőegység az infraérzékelővel, infrabillentyűzettel a kód beadásához ill. a mobiltelefon kezeléséhez), a Safety-Phone kihangosító egységgel és a hozzátartozó mikrofonnal, GSM lapantennával, szükség szerint ugró kódos távkapcsolós gépkocsiriasztóval,

- beépített GSM mobiltelefon (ERICSSON GM 12) saját hívószámú SIM kártyával. Az autóban ülők így bármikor felhívhatók.

A készülék rendelkezik automatikus rádióémitési és automatikus hívásfogadási és memóriás hívásismétlési funkcióval.

Telefonhívást a járműből az infrabillentyűzet használatával kezdeményezhető a mobiltelefonoknál megszokottak szerint.

A beszélő partner a rádió hangszórójából hallható, míg mi a Safety-Phone kit mikrofonjába beszélünk, mely kihangosító telefonálás a KRESZ előírásainak megfelelően került kialakításra,

- GPS vevő berendezés (a Safety-Phone főegységbe behelyezhető modul) a GPS vevőantennával (opcionálként). A helymeghatározás pontossága 5...10 méter, térképes helyzetmegjelöléssel a távfelügyeleti központban,

- ütésálló segédakkumulátor (12 V/1,2 Ah) a biztonságos szünetmentes működés érdekében.

#### A rendszer egységeinek rendeltetése, funkciói

A jármű alapvető biztonsági rendszereit a riasztó, az immobiliser és a központizár alkotja. Gyakorlatilag ezek az egységek szolgálják a jármű „helyi védelmét” és lehetővé teszik a „helyi riasztást”. A gépkocsit ért támadás esetén hang és fényjelzést adnak és megakadályozzák a jármű önerőből történő elvitelét.

A szóban forgó egységek közül az indításgátlók (immobiliserek) azok amelyek lehetetlenné teszik a jármű motorjának a beindítását és működtetését, egyszóval az autó „saját lábán” vagyis önerőből, a „kerekein” történő elvitelét.

A Safety-Phone távfelügyelő járművédelmi rendszer egy meglévő hagyományos riasztó és indításgátló rendszerrel is együtt tud működni. Célszerű azonban, hogy emelésérzékelővel, ütközésérzékelővel, valamint ultrahangos belső tér-védelemmel is rendelkezzen a riasztó, melyet hiány esetén utólag kell beszerezni.

Az elektronikus emelés-, ill. dőlés-érzékelők igen fontos szerepet töltenek be a járművek lopásgátló eszközei között, mivel a korszerű indításgátlók a jármű „saját lábón” történő elvitelét, ugyan nagy biztonsággal képesek megakadályozni, de a gépkocsi trélerrel történő elszállítása vagy a kerekek leszerelése ellen teljesen hatástalanok.

Feltétlenül ajánlatos ultrahangos mozgásérzékelő beépítése is. Ezek riasztójelzést adnak az ajtók jogosulatlan kinyitásán túlmenően az utasterbe történő bármilyen behatolás (szélvédők, oldalablakok betörése, benyomása, ill. kiemelése, elefántfül, napfény-, vagy tolotető felfeszítése ill. betörése) esetén. Így nem csak a jármű hanem annak utasterében levő tárgyak védelmét is szolgálják. Igen fontos az ütközés-, ill. karambolérzékelő megléte is. Ütközéses baleset esetén pl. éjjel, elhagyatott helyen az ütközésérzékelő adja a vészjelzést a magatehetetlen vezető helyett.

Mini kamerák beépítése esetén (opció) az ütközésérzékelő jelére egy cserbenhagyó, károkozó gépjárműről is továbbíthatók felvételek.

A kocsiiban már meglévő és a Safety-Phone rendszerrel együttműködő riasztókészüléknek természetesen teljes héjvédelmet kell biztosítania. Riasztania kell az összes nyílászáró (ajtók, motor-, és poggyásztér, esetleg tolotető) kinyitásakor, továbbá bármely elektromos fogyasztó bekapcsolásakor (pl. önindítózás, világítás stb.).

Igen célszerű, hogy a meglévő ill. a beszerelésre kerülő riasztó feszültségfigyelő funkcióval is rendelkezzen. Védelmi funkciója a működési alapelveiből következően igen sokrétű:

- késleltetett (ill. azonnali) riasztással jelzi bármelyik nyílászáró jogosulatlan kinyitását (az ajtók, motor-, és poggyásztér világításának kigyulladásakor),

- a jármű bármelyik további elektromos fogyasztójának bekapcsolásakor (gyújtás bekapcsolása, önindítózás, világítás-, féklámpa stb.) riasztó jelzést ad,

- ügyel a jármű elektromos hálózatára (időszakos vezetékzáratok, kontakthibák, oxidált érintkezők – pl. akkumulátorsarú –, az esetlegesen kilazult vagy szétcsúszni képes csatlakozókra, kontakthibás kapcsolókra, biztosítókra), mely a tűzvédelem és az üzembiztonság szempontjából igen előnyös tulajdonság.

Köztudott, hogy a jármű alapvető biztonsági rendszerei (riasztó, indítás-

gátló, központizár) nem képesek meggátolni a kocsi feltörését és kifosztását, csak jelezni tudják a tett elkövetését (hang és fényjelzés) és meggátolják a kocsi motorjának elindítását. A tréleres és vontatásos kocsilopások ellen hatástalanok. A védelmi funkciókban történt változások, vagyis riasztás esetén a Safety-Phone adatátalakító- és vezérlőegység a vészjelet (és GPS-sel kiegészített változat esetén a helykoordinátákat) a GSM adatátviteli szabványnak megfelelő formátumba alakítja és továbbítja a jármű tulajdonosának (ill. diszpécserközpontjának).

*A teljes kiépített rendszer funkciói összefoglalva a következők:*

*Távjelzési és védelmi funkciók:*

- a helyi hang- és fényriasztással egyidejűleg SMS üzenetet, majd a járművet ért eseményről konkrét hangüzeneteket küld a kívánt telefonokra (tulajdonos, felügyeleti központ stb.),

- meggátolja a riasztókód feltörését,

- nyithatatlaná teszi a központizárát,

- meggátolja a járműmotor elindítását, megghiúsítja a járó motorú jármű elrablását,

- dőlésérzékelővel jelzi a tréleres, vontatásos kísérletet vagy hatósági elszállítást szabálytalan parkolás esetén,

- ütközésérzékelővel jelezhető a karambol, pl. a magatehetetlen vezető helyett. Mini kamerával a távfelügyeletnek digitális képek közvetíthetők pl. a cserbenhagyó járműről (opció).

*Távvezérlési lehetőségek:*

- a távleállítási funkció működésével, telefon felhívással a jármű lelassítható majd a motor leállítható a féklámpák folyamatos villogása mellett,

- lehallgatás üzemmódban élőszóval is megfenyegethető a behatoló a nagy teljesítményű telefon kihangosító kereszttül,

- támadás esetén pánikriasztás lehetséges indításgátlással (GPS modulal koordináták küldésével).

*Helymeghatározási funkció:*

- kiszállás előtt elektronikus hangrögzítőn üzenet hagyható a jármű pontos parkolási helyéről,

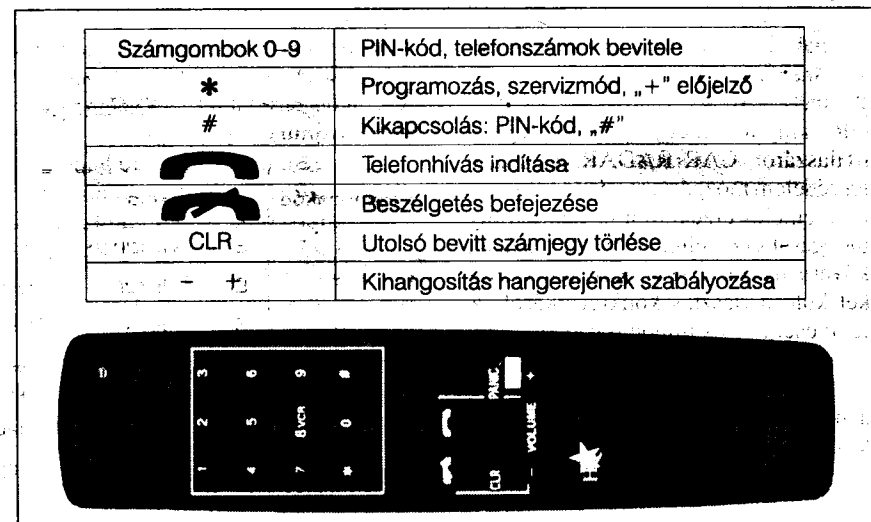
- GPS modulal kiegészített változat esetén a jármű mobil egysége másodperceken belül továbbítja 5...10 méter pontossággal a jármű koordinátáit a távfelügyeletnek,

- kapcsolat navigációs rendszerrel (opció): kapcsolódási lehetőség laptop-hoz, számítógéphez, melyhez térkép és program készíthető.

*Egyéb funkciók:*

- a rendszer szabotázs ellen védett. A védelmi rendszer elemeinek megbontása, ill. a jármű akkumulátorának lekapcsolása esetén a felügyeleti központ azonnali jelzést kap, melyről a tulajdonost telefonon történő hívással tájékoztatja,

- szervizfunkció, melyet a jármű karbantartásakor aktivizálunk. A rend-



3. ábra

szer ekkor hagyományos riasztóként működik: helyi riasztásra és a motorindítás blokkolására képes, viszont a készülék ebben az állapotban az autót ért inzultus esetében nem küld értesítést,

- automatikus GSM és GPS kontroll funkció. Szerepe, hogy parkoláskor, a motor leállítása után a készülék megvizsgálja, hogy a rendszerhez tartozó GSM telefon ill. a GPS helymeghatározó egység megfelelően működik-e. A villogó piros LED esetén más, közeli parkolóhelyet kell keresni a járműnek,

- automatikus járműakkumulátor töltésségi-állapot jelzés. Hosszú időre leállított kocsinál, ha annak akkumulátorfeszültsége 10 V alá csökken, a tulajdonos SMS üzenetet kap CARBAT OFF szöveggel. Ez arra hívja fel a parkoló jármű tulajdonosát, hogy töltsse fel akkumulátorát, mert nem fog tudni indítani. A Safety-Phone-nak külön akkumulátora van, de annak kímélése érdekében indokolt a töltés.

#### Operátori rendszer funkciók:

- az operátori rendszer folyamatos – 24 óras – felügyeletet biztosít, riasztás esetén az előre meghatározott tervnek megfelelően intézkedik (lásd később!).

#### A Safety-Phone rendszer szolgáltatásai

A Safety-Phone rendszer szolgáltatásai többek között az alábbiak:

- a járművet ért bármely inzultus esetén, az hang- és fényjelzést ad és megakadályozza a gépkocsi önerőből történő elvitelét. Egyidejűleg a tulajdonos mobiltelefonjára SMS üzenet érkezik, szelektálva az eseményeket: CAR IGNIT= ráadták a gyújtást, CAR DOOR= kinyitottak egy ajtót vagy egyéb nyílászárót, CAR RADAR = a belső térvédelem mozgást észlelt, CAR LIFT = az emelés érzékelő a kocsiszekrény mozgását érzékelte. Az SMS üzenetet követően a Safety-Phone hangüzeneteket küld a riasztás konkrét okáról. A fenti események mindegyikét egy-egy tipikus hangüzenet jelzi.

Ha a tulajdonos nem tudja fogadni a hívást, a riasztás a távfelügyelet központjába fut be. Ilyenkor a Safety-Phone GPS-e által küldött helykoordináták alapján a távfelügyelet számítógépén azonnal megkezdődik a jármű helyzetének, valamint a riasztás okáról

beérkező jelzéseknek a figyelése. Első lépésként felhívják a tulajdonost és ellenőrzik, hogy a riasztást ő is megerősíti-e. Ha a tulajdonos nem elérhető vagy visszaigazolta a riasztást, megtörténik a végrehajtott szervezetek ügyeletének riasztása és megkezdődik a rendőri intézkedés.

- még akkor is megakadályozza a jármű ellopását, ha annak indítókulcsa ill. kódolt távirányítója illetékelek kezébe került. A jármű központizára nem csak a dekódolt, vagy lemásolt, de az esetleg eltulajdonított távirányítójával sem nyitható ki. A jármű csak a telefonon történő felhívás és a PIN-kód (4...10 karakter) és a # megadása után használható, különben riaszt. A PIN-kód beadása történhet saját mobiltelefonról, a járműben levő infratasztatúráról vagy bármilyen más TONE üzemi nyilvános vezetékes telefonról. Az infratasztatúra és billentyűinek funkcióját a 3. ábrán láthatjuk,

- ha a járművet akkor rabolják el, amikor a rendszer nincs aktíválva (pl. kiszállásra kényszerítés, vagy kapunyitáskor, járó motorral hagyott autó esetén stb.), akkor a hoppon maradt tulajdonos a zsebében tartott mobiljáról vagy bármilyen más – akár vezetékes telefonról távvezérléssel, bármilyen távolságról leállíthatja járművének motorját anélkül, hogy ezzel saját, vagy mások autójának biztonságát veszélyeztetné (lásd később AUTÓ-STOP távleállítási funkció). A telefonhívásnál a PIN-kódot, utána a leállítási AUTÓ-STOP parancskódját és a \* billentyűt kell megnyomni. Ezt követően ismét felhívva a Safety-Phone-t, megadva a PIN-kódot és a lehallgatás üzemmód 4-es parancskódját, lehallgatható a járműben folyó beszélgetés, sőt beszélhet is a tulajdonos az autója elrablójával. A telefonon kiadható parancskódokat a táblázatban tüntettük fel,

- az AUTÓ-STOP funkció aktiválásánál a jármű motorja rángatni kezd, az autó féklámpáit villogtatva lelassul, majd 2...3 perc után teljesen megáll. Ekkor a féklámpák helyett az irányjelzők kezdenek el villogni, a szokásostól eltérően egy hosszú, egy rövid ütemben, valamint egy percnyi időtartamra megszólal a kürt,

- az AUTÓ-STOP aktiválásának pillanatában a járműben levő Safety-Phone automatikusan jelzést küld a felügyeleti központnak (PANDANT), ahol a riasztás tényének visszaigazolás céljából felhívják a tulajdonost, hogy megerősíti-e a riasztás tényét. Ha igen (vagy nem fogadja a hívást), az operátor riasztja a rendőrség központi ügyeletét, ahol a GPS által szolgáltatott adatok alapján folyamatosan követik az elrabolt jármű helyzetét és „célra vezetik” a kijelölt rendőrrajort,

- a lehallgatás funkció felhívásával (a PIN-kód és a 4-es parancskód megadása után) a kihangosító rendszer mikrofonjának köszönhetően lehallgatható minden, a járműben hallható zöreje és hang. A kihangosítás segítségével élőszóval is figyelmeztethetjük a behatolni szándékozót vagy a már járműben ülőt. Ilyen esetben a Safety-Phone automatikusan maximális hangereőre állítja a hangszórót, hogy a hang az utcán is hallható legyen akár felhúzott ablakoknál is,

- támadás esetén a pánikgomb megnyomásával pánik funkció aktiválható. Az autó ekkor helyi riasztást nem végez, a jármű szokásos módon használható, de azonnal megkezdődik a PÁNIK megkülönböztető jelzés és a jármű helykoordinátáinak küldése a távfelügyeleti központ felé. Ebben az esetben a diszpécser nem kér külön visszaigazolást a tulajdonostól hanem azonnal rendőri intézkedést kezdeményez. Terrorista támadás esetén, ha a

Parancskód	Funkció	Leírás
1	Élesítés I. szintre	Élesítés vagy átkapcsolás I. védelmi szintre
2	Élesítés II. szintre	Élesítés vagy átkapcsolás II. védelmi szintre
3	Szervizmód	Élesített állapotban a szervizmód bekapcsolása
4	Lehallgatás üzemmód	Élesített állapotban és riasztáskor a kihangosító bekapcsolása
6	1. telefonszám	Átkapcsolás a tárolt telefonszámok között
7	2. telefonszám	Átkapcsolás a tárolt telefonszámok között
*	AUTÓ-STOP	A gépkocsi leállítása
#	Alapállapot	Kikapcsolás (élesített állapot megszüntetése)



PÁNÍK jelzés törlésére kényszeríté-  
nek, akkor egyszerűen (a rablás ill.  
túszejtés elleni védelmet szolgáló) II.  
ún. biztonsági azonosító jelszóval je-  
lentkezhetünk be a távfelügyeleti köz-  
pontba. A diszpécser ilyenkor a GPS  
adatközlés megindításával vezeti a jár-  
mű nyomára a rendőrséget.

● a járműben ülők a Safety-Phone  
GSM modul telefonját normál telefon-  
beszélgetések lebonyolítására is hasz-  
nálhatják. A rendszer eleve kétfunkci-  
ós, vagyis távfelügyelő járművédelmi  
berendezés és egyben kommunikáció-  
ra használható (a KRESZ előírásainak  
megfelelően kihangosított) mobiltele-  
fon. A védelmi funkció feloldása után  
a rendszer GSM üzemmódba kapcsol.  
Hívás kezdeményezés és -fogadás az  
infratásztatúra segítségével lehetséges  
a mobiltelefonoknál megszokott mó-  
don. A kapcsolat létrejöttekor esetleg  
működő HIFI készülék automatikusan  
elnémul, s szabadon, kéz használata  
nélkül beszélhetünk, a beszélő partnert  
a jármű hangszórójából halljuk. A kény-  
elmet és közlekedésbiztonságot

szolgáló automatikus ún. kéznélküli hí-  
vásfogadás mellett, fülhallgatóval ki-  
hangosítás nélküli magánbeszélgetés is  
folytatható,

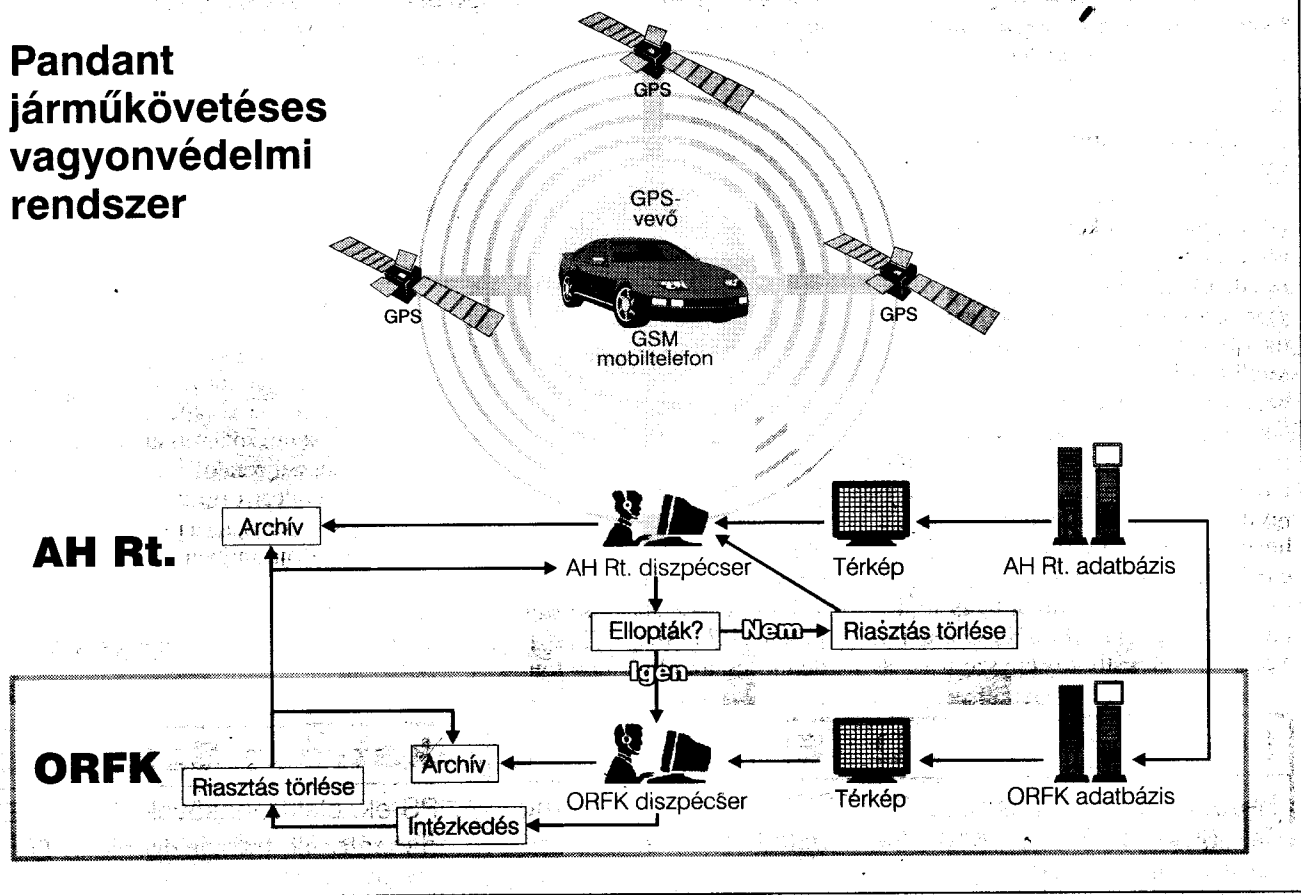
● GPS nélküli változatnál a távfel-  
ügyelő központ számára parkoló-  
hely- vagy címmegadási lehetőség van  
üzenethagyással és hívószám kijelzés-  
sel. Mielőtt tulajdonosa elhagyja jár-  
művét, mikrofonjával (vagy ha elfelejt-  
tené, akkor később mobiltelefonjával)  
rámondhatja parkolóhelyének pontos  
címadatait az elektronikus üzenettároló-  
ra. A riasztást fogadó távfelügyelet a  
riasztást kiváltó ok és az üzenettárolón  
megadott helyszín ismeretében azon-  
nal intézkedhet. Ekkor rendőri intézke-  
dés csak akkor szükséges, ha a jármű  
tulajdonosa egymagában képtelen  
(vagy nem vállalkozik) megvédeni jár-  
művét a bűnözőkkel szemben vagy, ha  
a tulajdonos telefonon nem érhető el,

● a járműoldali egyéb funkciókat  
ill. szolgáltatásokat már az előzőekben  
ismertettük (szabotázsvédelem, szer-  
vizfunkció, automatikus GSM és GPS  
kontroll és automatikus akkumulátor

töltöttségállapot jelzés). Ezen túlmenő-  
en még megemlíthető a közös autó-  
használat esetén az értesítendő (koráb-  
ban már beprogramozott) telefonszám-  
ok egyszerű átválthatóságának lehe-  
tősége és a használat csendes begya-  
korlásához és bemutatásához kifejlesz-  
tetett TESZT üzemmód.

● az Anténna Hungária Rt. az  
ORFK és a Határőrség közreműködé-  
sével szolgáltatja a GPS napi 24 órás  
műholdas távfelügyeletet PANDANT  
néven (lásd 4. ábra). A diszpécserköz-  
pont feladata a beérkező hívások, táv-  
jelzések fogadása és ellenőrzése. A  
központ számítógépeinek képernyőin,  
egy térképen jelenik meg a gépjármű  
pozíciója (5...10 méteres pontosság-  
gal), kódszáma, a riasztás oka és a tu-  
lajdonos telefonszáma stb., ami egy  
adatvonalon jut el a rendvédelmi szer-  
vekhez. Az ORFK és a Határőrség  
munkatársai állandó online kapcsolat-  
ban vannak. A diszpécser folyamato-  
san követheti a jármű mozgását, a po-  
zícióadatokat segítségével pedig tudja,  
hogy milyen irányban, milyen sebes-

## Pandant járműkövetéses vagyonvédelmi rendszer



4. ábra. Pandant járműkövetéses vagyonvédelmi rendszer

séggel, ill. melyik utcában, milyen házszám előtt halad vagy parkol a jármű. Ezek a térképen pontok formájában jelennek meg. A riasztás elindításától a gépjármű pozíciója a rendvédelmi szerveknek is rendelkezésére áll, ugyanúgy monitoron, térképen látják a jármű mozgását. A gépjárművezető bármiféle bajba került (megsérült, eltévedt stb.) telefonon keresztül a nap 24 órájában bármikor kapcsolatba léphet a diszpécserközponttal, amely azonnal meghatározza a gépjármű helyzetét és segítséget küld. Ha netán eltéved az autós, úgy az operátor segíthet neki a tájékozódásban. Amennyiben a tulajdonos előre megadja, hogy a közeljövőben merre kíván közlekedni, s az autó útiránya ettől mégis jelentősen eltér (pl. kényszerített rablás esetén), akkor azt a rendszer jelzi az operátornak és ezzel megnyílik a lehetőség a megfelelő ellenlépések megtételére. Ha a vezető valamilyen okból kommunikáció-képtelenné válik (pl. baleset, akkor az ütközésérzékelő automatikusan riaszt), de a PÁNIK gomb használatával is riaszthatja a központot.

A fentiekben túlmenően számos előnyös felhasználási lehetőség rejlik az ilyen interaktív kapcsolatot fenntartó rendszerrel. Itt említhetők meg a sokoldalú logisztikai és flotta-követési funkciók, pl.: útellenőrző pontok jelzése, automatikus útvonal ellenőrzés, területellenőrzés, távaktiválás (a jármű mobil egységének felprogramozása a GSM rendszeren keresztül kerül letöltésre a mobil egységbe), diagnosztikai feladatok ellátása (pl. sebesség, fogyasztás stb.). Az ilyen rendszer alkalmas pl. taxivállalatok, nemzetközi áruszállító hálózatok, autóbuszjáratok, és idegenvezetői hálózatok stb. logisztikai feladatainak ellátására is.

Fedélzeti számítógép segítségével navigációs rendszert alakíthatunk ki, így a jármű vezetője mindig tudja, hogy hol és merre jár. A jármű aktuális pozícióját digitális térkép jelzi.

Lehetőség van arra is, hogy a járművek mozgása feletti felügyeletet pl. a cégtulajdonos stb. egy egyszerű, saját

személyi számítógépre telepített programmal a nap 24 órájában tetszőleges gyakorisággal ellássa. Ez esetben a Safety-Phone rendszer készülékei a megválasztott gyakorisággal jelentést küldenek az automata diszpécserközpontnak, melyhez pl. a cégtulajdonos stb. bármikor hozzáférhet. A program lehetőséget ad a korábban letöltött adatok különböző kritériumok alapján történő megjelenítésére is.

E rendszer segítségével akár Európa egész területén is nyomon követhetők a járművek. A hozzá tartozó program tartalmazza azokat az alapvető jó minőségű térképeket, amelyeken a járművek mozgása megjeleníthető.

### A Safety-Phone rendszer előnyei

A Safety-Phone távfelügyelő gépjárművédelmi rendszer előnyei a következők:

- már az alapkialakításban (GPS nélküli változat) is hihetetlen nagy előnye a rendszernek, hogy a tulajdonos bárhol, bármikor önállóan kezébe veheti a gépjárművével kapcsolatos védelmi teendőket, s lehetőséget biztosít az általa legjobbnak tartott beavatkozásra. Ez esetben lényegében függetlenül más szolgáltatóktól,

- a járműből érkező távriasztások, illetve „segélykérések” maximum 3 másodpercen belül értesítik a tulajdonost arról, hogy a járművét inzultus érte. Ez a páratlanul rövid riasztási idő teszi többek között kimagaslóvá és egyedülállóvá e rendszert a hagyományos és a többi GPS-es gépjárművédelmi rendszerek között,

- a GPS-sel kiegészített változattal ellátott rendszer fő erénye, hogy a riasztás és a rendőri intézkedés megkezdése között csak pár perc telik el, így a gépjármű megtalálására minden esély megvan,

- a Safety-Phone rendszer GPS-sel kiegészített változatának további előnye a „határtalan” biztonság. A GPS, valamint a GSM rendszer Európa számos országában is üzemel, így a járművek GSM rendszerben való védelme és az eltulajdonított járművek

GPS-es nyomkövetése országhatáron túl is lehetséges (Európa-kompatibilis rendszer). Az alapkialakítású védelmi rendszer gyakorlatilag az egész világon használható, ahol 900 MHz-es, ill. 1800 MHz-es vagy szatellit-rendszer működik (MAGELLÁN, IRIDIUM). A rendszerhez tartozó járművek non-stop 24 órás, az év minden napjára kiterjedő GPS-es felügyelete kiterjedhet tehát Európa országaira is. (A bajbajutott járműveken mindig az adott országban működő operátorközpont segít). A GPS-es rendszer nagy előnye, hogy látási időjárási és egyéb körülménytől függetlenül mindig megbízhatóan működik,

- kikapcsolt állapotban a jármű biztonsági berendezéseinek rendelkezésszerű használatát nem gátolja, s működtetés nélküli bekapcsolódása és akaratlan bekapcsolása szinte teljesen kizárt. Ez azt jelenti, hogy a járulékos baleseti forrás és a szükségtelen károkozás kizárt (pl. menetközben véletlen hiba miatt fellépő motorműködés-, gyújtás-, üzemanyag-létlítés, vagy pl. csak a gyújtás lelitása katalizátoros motornál, ami a katalizátor gyors tönkremenését okozhatja),

- e „felhasználóbarát” rendszer eleve kétfunkciós, vagyis gépjárművédelmi berendezés és egyben kommunikációra használható, „kéz használatát nem igénylő” kihangosított telefon,

- bármilyen járműbe (autó, kamion, hajó stb.) utólagosan beszerelhető,

- kezelése egyszerűbb, ha az ismert és forgalmazott (még a nálánál kevesebb szolgáltatással bíró) hazai rendszerekhez hasonlítjuk,

- a Safety-Phone rendszeres, következetes használatra készített (még a szétszórt figyelmű autóst is),

- a rendszerben a gépjármű hálózatára ügyelő riasztó beépítése esetén a berendezés riasztójelzést és távjelzést ad akkor is, ha a magára hagyott parkoló gépjárműben a biztonságot veszélyeztető időszakos elektromos zárlat keletkezik (közvetett tűzvédelem a feszültségesség-ellenőrzés következményeként !),

Ω **Omega Kft.** Ω

H-8600 Siófok, Szűcs M. u. 2.  
Tel.: 06-84-313-673, -510-558  
omegakft@elender.hu  
www.omegakft.hu

**Elektronikai Alkatrész Szaküzlet**

CCD kamerák, PMR rádiók, GPS-ek, elektroncsövek, ACCUCCELL akkuk, IC-k, ellenállások, kondenzátorok, tranzistorok, LED-ek, passzív alkatrészek, kvarcok nagy választékban.

*Amatőröknek engedmény! Postai utánvételes csomagküldés!*

● végül, jelenleg e technikai megoldás az, amely a legtöbbet, a leggazdaságosabban képes nyújtani.

A teljes körű védelem a komfort, s a kiszolgálás körénél nem csak a jármű vezetéséhez és védelméhez közvetlenül kapcsolódó szolgáltatásokat kell figyelembe venni, hanem a kiegészítő műveletek háttérét is (pl. elektronikus menetnapló, baleseti adatregisztráló „fekete doboz” stb.). A lehetőség ma már e feladatok elvégzésére is adott.

### A rendszer egyéb felhasználási területei

A Safety-Phone rendszerhez kapcsolt különböző feladatkörű érzékelők nemcsak járművek, hanem banképületek, üzletek, irodák, családi házak, lakások, nyaralók, továbbá cégek raktárainak, telephelyeinek védelmére és távfelügyeletére is alkalmas. Még a háztartásokban is használható: fűtő-, és légkondicionáló rendszereket, konyhagépeket stb. is távvezérelhetünk, még a határon túlról is. S mi több, az interaktív kapcsolat révén a távvezérlési parancs végrehajtásáról is meggyőződhetünk.

A biztonsági rendszer interaktivitása abban rejlik, hogy a programozott védelmi funkciókban történt változásokról elsőként a rendszer használatjának vagy megbízottjának, másodikként pedig egy felügyeleti központnak küld értesítést. Nekik módjukban áll TONE üzemi vezetékes vagy mobiltelefon felhasználásával és a végrehajtó szerzetek segítségével közbeavatkozni.

A riasztás helyi és telefonon azonosítható távriasztásból áll. A távriasztást elsőként a tetszőleges helyen tartózkodó (előre beprogramozott) telefonnal rendelkező tulajdonos vagy megbízottja észleli.

Beépített miniatűr kamera, kiegészítő hardver és feldolgozó szoftver bővítéssel kép is továbbítható. Ez a kiegészítő bővítés szinte korlátlan felhasználói lehetőségeket nyújt (pl. nemcsak létesítmények stb. őrzése, hanem pl. termelő s egyéb folyamatok figyelése stb.).

Az ilyen távfelügyelet magában foglalhatja: a behatolás-, tűz- és támadásjelzést, az orvosi segítségkérést, a kényszerített kikapcsolás jelzését, a zárás elmaradásának figyelését, a szabotázsjelzést, s a helyszíni intézkedés lehetőségét stb.

### Hatástalaníthatóság- és szabotázás elleni védelem

A Safety-Phone rendszerrel felszerelt járműben a külső szemlélő számára semmi különös nem látható. Az összes részegység a jármű különböző részeiben tökéletesen rejtett módon működik. A teljes rendszer szabotázsvédett és még az önszabotázás is riasztást vált ki a felügyeleti központban.

A rendszer automatikus GSM és GPS kapcsolatellenőrzéssel rendelkezik. Ha a GPS navigációs jelek egy adott szint alá csökkennek, akkor távriasztás váltódik ki. A GSM kapcsolat-tartás ellenőrzését, ill. a jel megszakadását a továbbfejlesztett változatnál GSM kapcsolatellenőrző-, riasztórendszer végzi, mely lehet egy helyi (a tulajdonosnál elhelyezett) vagy egy a felügyeleti központban levő ellenőrző egység.

A GPS-es szupervédelem arra kényszerítheti az autórabló bandákat, hogy leárnyékolva (fémes anyaggal letakarva, kamionba, konténerbe zárva) próbálják eltulajdonítani az igen nagy értékű, e módon védett járműveket.

Az utóbbi időszakban megjelentek különböző kis teljesítményű (max. 10 mW) GSM jelelnyomó készülékek. Gyártójuk ezeket a nagyközönség által látogatott „zárt” helyiségek, múzeumok, színházak, mozik, kórházak stb. számára fejlesztette ki, hogy a nem kívánt telefoncsörgésektől megkíméljék magukat. Továbbá, egyes zárt helyisé-

gekben (pl. orvosi műtő stb.) a munkavégzés zavartalanúsága érdekében visszaszorítsák a telefonálásokat. Ezen esetekben elengedhetetlen a zárt tér. A ma kapható ilyen jelelnyomó készülék max. 10 mW teljesítményű, míg a védelmi rendszerek 2 W teljesítményű adattelefont használnak. Ily módon a jelelnyomó készülékek egy nálánál 200-szor nagyobb teljesítményű (és két GSM-sávot elfoglaló) adóberendezést kellene működésképtelenné tenni, ami műszakilag lehetetlen. Továbbá a távjelzéssel történő vészjelzés a járműbe szerelt telefonról adathívás és nem beszédforgalomban továbbítódik, így nem az elnyomó számára értelmezhető csörgési jellel kezdődik. (A telefonálást azonban lehetetlenné teheti!)

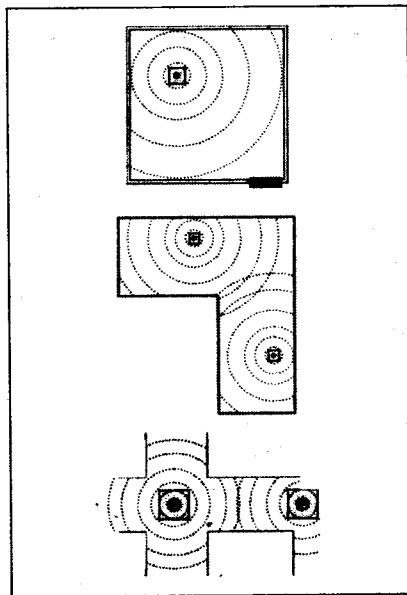
A fentiekben már említettük, hogy az ilyen jelelnyomási próbálkozások esetén a tulajdonosnál és a felügyeleti központban azonnal riasztójelzés váltódik ki.

Az utolsó nem lényegtelen tényező, hogy az autótólvajok fontos eszköze a mobiltelefon, mellyel a lopás idején egymással a kapcsolatot tartják. A GSM-elnyomó esetleges sikeres működtetése esetén ők maguk sem tudnának egymással kapcsolatot tartani, és így megnehezülne számukra az elkövetés.

A gyakorlati tapasztalat az, hogy a GPS és GSM rendszerek működése óta (1997) a mai napig nem tűnt el véglegesen lopott gépkocsi, illetve mindig megtalálták azt.

Mi várható a jövőben? Mit tehetünk, ha a védelemben biztosra akarunk menni, és figyelembe vesszük a jelenlegi és a jövőben várható hatástalanítási módszereket?

Jelenleg mintegy 100 dollár körüli áron megvásárolható, tajvani gyártmányú WAC 1000 Wave Shield-Cellular Phone Immobiliser-t arra fejlesztették ki, hogy a fent említett zárt helyiségekben történő telefonálásokat visszaszorítsák a munkavégzés és egyéb tevékenység zavartalanúsága érdekében. Ezen 9 V-os elemről működő kisméretű (123 × 56 × 22 mm) hordozható, pehelykönnyű eszköz, köznyelven GSM térerő-elnyomó készülék kimeneti teljesítménye mindössze max. 10 mW. Az elvileg zárt térben, 30 m sugarú körben hatékony készülék analóg és digitális jelek zavarására is alkalmas, bekapcsolását követően néhány másodperc múlva megszűnik a térerő. A költségesebb típusváltozatai mind-



5. ábra

két GSM frekvencián működnek (890...960 MHz, GSM 900, 1710...1880 MHz, GSM 1800), sőt egyes verziói képesek a magasabb, a műholdak által használt gigahertzes rádiófrekvenciák (1,475...1,501 GHz és 1,895...1,918 GHz) blokkolására is. A bekapcsolt mobiltelefon ellenére a háló ekkor úgy érzékeli, hogy senki sincs az adott területen.

A készüléket lényegében zárt térben történő alkalmazásokra fejlesztették ki. Zárt falak között a rádióhullámok reflexiója miatt elegendően homogén lefedettséget adhat a WAC 1000 GSM jelelnyomó készülék. (Az „elnyomó” nem mozoghat, a beérkező mobilkészülék vagy áll, vagy csak kicsit mozog.) A zárt tér tehát rendkívül fontos ezen készülékek működésénél, valamint az a tény, hogy a kézi mobiltelefon készülékek beszédforgalmát kell meggátolni vele egy bizonyos behatárolható nagyságú helyiségben. Az **5. ábrán** láthatóan a helyiség méretétől és alakjától függően több készüléket kell benne elhelyezni, mivel a készülék teljesítménye igen kicsi (10 mW). A készülék ily módon a telefonhívások és híváskezdeményezések esetén az első csörgési adatjelet észleli és attól kezdődően a hívást zavarja.

A védett gépjármű esetében nem beszélhetünk sem a fentiekhez hasonló zárt térről, sem kisteljesítményű mobiltelefonról, sem csörgési jellel kezdődő kommunikációról.

Mi történik, ha egy ilyen kis teljesítményű jelelnyomó készüléket közvetlenül a védett jármű közelében bekapcsolunk? A következő:

- a tolvajnál levő kézitелефон működésképtelenné válik, így nem tud kapcsolatot tartani társaival. A kocsi-ban levő 2 W-os adattelefon – bármely inzultus esetén – ekkor még leadja a riasztó távjelzést,

- a GSM kapcsolat ellenőrzőegység azonnal riasztó távjelzést ad a tulajdonosnak és a távfelügyeletnek, ha a GSM-elnyomó sikeresen működik. Ez akkor következne be, ha nagyobb pl. 2 W-os vagy 8 W-os kimeneti teljesítményű GSM jelelnyomó készüléket használnának (**6. ábra**). Úgy hírlük, ma már gyártanak ilyet, de igen borsos áron. A kocsit ért inzultus helye ekkor ismert, az önerőből nem, csak trélerre téve vagy vontatva szállítható el. Ez pedig időigényes feladat. Amennyiben az ilyen nagyteljesítményű jelelnyomót a tolvaj a saját kommunikációja

érdekeiben kikapcsolná, akkor a gépkecsi azonnal nyomon követhető lenne.

Nemcsak a védelmi eszközöket fejlesztők, hanem már a mobiltelefonokat gyártó cégek is dolgoznak azon, hogyan semlegesítsék a jövőben esetlegesen megjelenő nagyobb teljesítményű jelelnyomó készülékeket. Ezek már pár száz méter sugarú körben is lehetetlené tennék a mobilkészülékek használatát, amely a szolgáltatóra nézve is igen kellemetlen következményekkel járna. Azt, hogy hol működik egy ilyen jelelnyomó zavaró adó, a szolgáltató a térképén látható „fehér zajból” nyomon tudja követni, és az ellenlépéseket már ma is képes megtenni. A gond csak az, hogy ez (egy autó trélerrel való elszállítás) időszükségletéhez viszonyítva időigényesebb tevékenység.

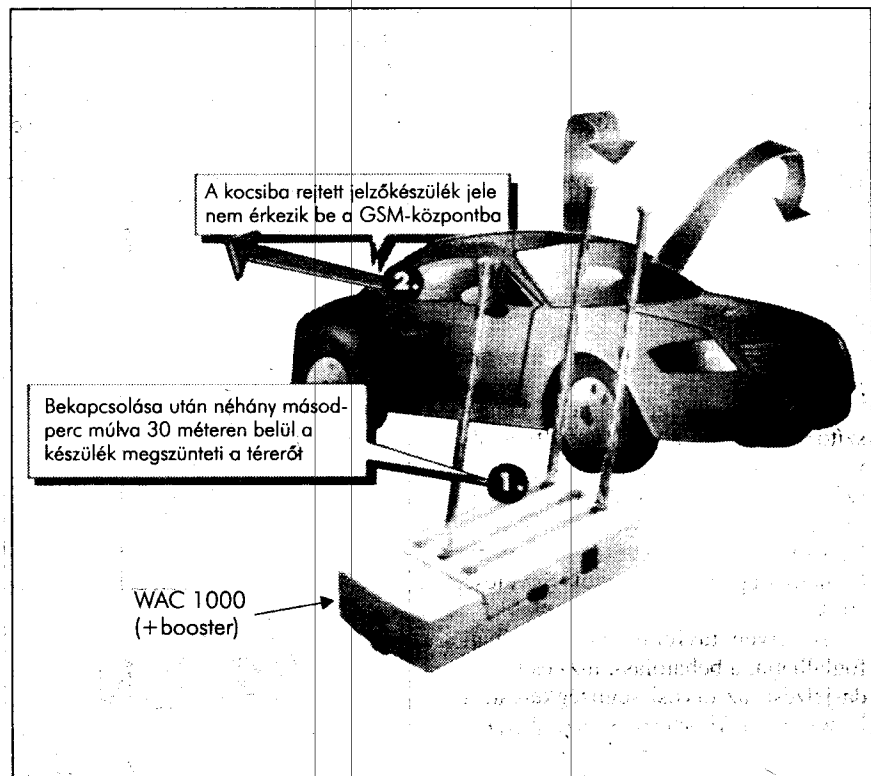
Ma már a mobiltelefont használó helyzetének meghatározására is megvan a lehetőség. A fejlesztések igen sokrétűek. Arra is rájöttek, pl. hogy a darabonként 500 milliárd Ft-ot érő „lát-hatatlan”, lopakodó repülőgépeket egy egyszerű, mobil-átjátszóállomással észre lehet venni, s a mobiltelefonok jeleivel azt kiválóan be lehet fogni, aztán pedig lelőni. A gépek ugyanis zavarják az átjátszóállomások egymás közötti kommunikációját, így pontosan

megmondható, mikor halad át közöttük, pl. egy repülőgép. E módon gyakorlatilag bármelyik mobiltorony kiváló „radarállomássá” bővíthető.

További, jövőbeni járható út, ha a rendszert többszatornás, védett hírközlési csatornával látják el. Az első rádiófrekvenciás csatorna lehet a már meglévő GSM-hálózat, a második, ill. harmadik pedig pl. kisebb frekvencián (pl. 430 MHz-es sáv) működő, pl. relézett kis hatósugarú jeladókból épülne fel, melyek csak a GSM-hálózat „összeomlásakor” kerülnének aktív állapotba. Ma már erre is megtörténtek a kivitelezési lépések.

Végezetül a fenti kitérő után a Safety-Phone berendezésről elmondható, hogy azt a legkorszerűbb elektronikai megoldásokat tartalmazó mikrocsipek, speciálisan a jármű ipari felhasználásra gyártott laptelefon stb. alkotja. A berendezés minden eleme rejtett és szabotázsvédett, mely az ISO 9001 szabvány szerint készül. A KERMI és MABISZ tanúsítványokon kívül a berendezés CE minősítéssel is rendelkezik.

A beszerelés precíz, szakszerű és lelkiismeretes elvégzése (mely legalább olyan fontos, mint maga a beépítésre kerülő készülék) erre szakosodott szerelőműhelyekben történik.



6. ábra

# Magnós rádió az autóban

A magnós rádió és a különböző szórakoztató-elektronikák az utazás kényelmét, komfortosságát szolgálják.

A közép-, és kiskategóriájú gépkocsiknál a minimum kiépítettséget a sztereó URH-vevőkészülék jelenti sztereó magnóval és két hangszóróval. Erre az alaphelyzetre a legkülönfélébb további készülékek sora épül fel: a készülékek egy része a hagyományos technikák minőségét javítja (vétél, szalaglejátszás, hangzásminőség stb.), mások további technikák bevezetését teszik lehetővé (pl. CD-lemezek lejátszása).

Tény, hogy a reális piaci feltételek között csak az lehet jobb, ami egyidejűleg költségesebb is. Így, az ár az egyik csalhatatlan mutatója az óhajtott minőségnek.

A magnós autórádiók jó kezelhetőségét az jellemzi legjobban, ha kezelésük „vakon” történhet, tehát a gépkocsivezető figyelmét csak minimális mértékben vonja el a forgalomtól.

Megszívlelendő szempont, hogy értékes magnós autórádiót vagy egyéb HIFI-készüléket felelőtlen dolog védelem nélküli kivitelben beszerezni.

Akinek pénztárcája megengedi, célszerűbb értékesebb készüléket vásárolni. Ezekre egyre inkább jellemző a minőség és a komfort előtérbe kerülése. Itt már megtalálhatók a szalagútípus-választók, a Dolby zajcsillapító, a négy hangszórós kimenet stb. Az automatikus állomás-kiválasztók mindenképpen ragaszkodnak a kifogástalan minőségű vételhez. Az RDS-rendszer szolgáltatásainak fogadása itt már általánosan megoldott.

## A magnós rádiók szerelési irányelvei

Egy magnós rádió beépítése során a szerelési irányelvek a következőkben foglalhatók össze:

- a fenéklemezt és a tűzfalat csak kivételesen indokolt esetben fúrjuk át,
- minél kevesebb lyukat fúrunk, annál kevesebbet veszít a jármű az értékeiből,
- a szerelvényfal alatt levő, festékjelzéssel ellátott csavarkötéseket ne bontsuk meg! Ezzel a kocsik biztonságát veszélyeztetnénk,

- a tápfeszültség-vezeték hossz- és keresztirányú szakaszait lehetőleg a fő- ill. mellékáramkörrel, azonos nyomvonalon helyezzuk el,

- a digitál-cinch és a zavarokra érzékeny alacsony frekvenciás kábeleket az áramvezetőktől minél messzebb helyezzük el!

Kérdés, hogyan segítheti elő a készülék beszerelési módja a lehető legjobb, legzavarmentesebb vételt? Melyek azok a teendők, amik segítenek a jármű belső zavarforrásai által okozott zajok csökkentésében? Ezek a következőkben foglalhatók össze:

- a rádiós magnó (ill. az erősítő) és a hangszórók között ajánlatos a szokásosnál nagyobb keresztmetszetű vezetékeket használni. Célszerű 4 mm<sup>2</sup> keresztmetszetű vezetékek alkalmazása. Lehetőleg minél rövidebb vezetékpárt alkalmazzunk és törekedjünk arra, hogy a bal- és jobboldali vezetékpár közel azonos hosszúságú legyen! A hangszóróvezetékeknek és a csatlakozó elemeknek kiváló minőségűeknek kell lenniük,

- a tápfeszültség-ellátás céljára külön vezetékeket építsünk be! Testvezetéknek minél nagyobb keresztmetszetű és minél rövidebb vezeték használjunk és valamennyi testvezeték azonos testelési ponthoz csatlakozzon! Igen fontos, hogy semmi esetre se legyen közös a gépjármű elektromos rendszerének és a rádióelektronikai egységeknek a testelése,

- kerüljük az elektromos kábelkötegekben ill. az azokkal együttfutó vezetékek használatát! A vezetékek túlzott közelsége zajforrás lehet,
- a vezetékek csatlakoztatását a lehető legjobb minőségben készítsük el! Az érintkezési hibák sok bosszúságot, s tüzet is okozhatnak,

- végerősítők alkalmazásakor, azokat a lemez alkatrészekről gondosan szigeteljük el! Azok tápvezetékeinek legalább 6 mm<sup>2</sup> keresztmetszetűnek kell lenniük. A tápfeszültséget adó akkumulátorhoz külön vezetékkel és biztosítóval kell csatlakozni. A szóban forgó végerősítő fokozatot úgy kell elhelyezni, hogy megfelelő hűtést kapjon,

- a vezetékek csatlakoztatását a lehető legjobb minőségben készítsük el! Az érintkezési hibák sok bosszúságot, s tüzet is okozhatnak,

- végerősítők alkalmazásakor, azokat a lemez alkatrészekről gondosan szigeteljük el! Azok tápvezetékeinek legalább 6 mm<sup>2</sup> keresztmetszetűnek kell lenniük. A tápfeszültséget adó akkumulátorhoz külön vezetékkel és biztosítóval kell csatlakozni. A szóban forgó végerősítő fokozatot úgy kell elhelyezni, hogy megfelelő hűtést kapjon,

- a magnós rádió és a CD-lejátszó berendezés beépítése olyan legyen, hogy azok a gépjármű saját rezgéseit lehetőleg ne tudják átvenni. Ennek elérére, a rendszer összes egységét szilárdan kell helyére rögzíteni,

- a hangszóró-testek ne kerüljenek vezető felületekre, a fém karosszériáit,

- amennyiben a szerelés során nem kerülhető el a hangszóró-vezetékek közelkerülése az elektromos kábelkötegekhez, akkor feltétlenül árnyékoló kábelt alkalmazzunk.

A hangszóró gépkocsiba történő beépítésekor figyelembe veendő rövid, de hasznos tanácsok az alábbiak:

- ha a mélyhangszórókat a kalaptartóra szereljük, akkor célszerű valamennyi átvezetőnyílást az utas- és a csomagtér közötti puha, hangcsillapító anyaggal elzárni,

- az ajtóba történő beépítésnél az ablakemelő-kar mozgásterületét vegyük figyelembe! Hasonlóan fontos az ablaküvegek teljes mozgási pályájának felmérése,

- nagyobb, berezgésre hajlamos részeket öntapadó csillapító bevonattal lássuk el (pl. az ajtók hordozófelületei stb.),

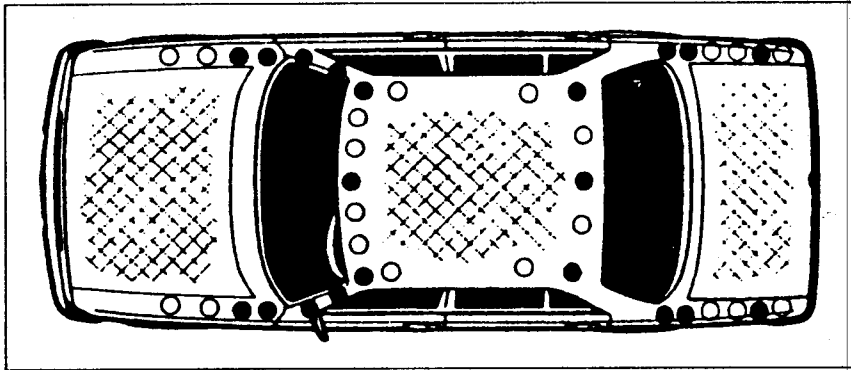
- a hangszórókábel csatlakozások minőségére fordítsunk fokozott figyelmet. Azok megfelelő keresztmetszetűek és lehetőleg azonos hosszúságúak legyenek. Az érintkezők későbbi oxidációját feltétlenül meg kell előzni,

- a testvezeteket ne vegyítsük a hangszóró kábellel,

- ne kapcsoljunk passzív „fader”-t (első-hátsó hangerő kiegyenlítést) a magnós rádió/erősítő és a hangszórók közé,

- tartós üzembiztonság csak kifogástalan rögzítő felületek és rögzítő elemek használatától remélhető. A mélyhang-sugárzók hajlamosak együttrezgések kiváltására (különösen ajtóba való szerelésnél). Az ajtóknál igen fontos az eredeti vízzár-rendszer sértetlen helyreállítása is.

Nem extraigény esetén is, a jobb hangeloszlás céljából ajánlatos a hangszórókat az utastér négy sarkában elhelyezni. Ennek hangzás-összképe jobb, mint az egyszerű, kéthangszórós kivitelnek. Alkalmos elektronikával, négy végerősítővel és legalább négy hangszóróval, közel ideális feltételeket érhetünk el ahhoz, hogy az utastérben a



7. ábra

hangtér egyenletes eloszlású legyen. Ennek ellenére, a járműben történő zenehallgatás fő gondjai a zavaró zajok és a reflexiók hatásai miatt erős hangtorzítások. A kocsiban ülők aránytalanul közel vannak a hangszórókhoz és a hangszórók ehhez képest a legkülönbözőbb távolságokban találhatók. A hangtér oly kicsi, hogy az „igazi hangkép” kibontakozására nincsen lehetőség.

A további kérdés, hogy milyen antennát szereljünk kocsinkra? Árban és működésben is legelőnyösebbek azok a rúdantennák, amelyek a járművön kívülre kerülnek felszerelésre. A megfelelő csövön átvezetett külső antennát, amit a lehető legtávolabb vezetnek a gyújtóberendezéstől, a jármű belsejéből származó zavaró sugárzások csak csekély mértékben terhelik. Az antenna optimális beépítési helye függ magától a járműtől is. Az antennák elhelyezési helyének minősítését a 7. ábrán láthatjuk. A fekete korong az előnyös elhelyezést, a kör az elméletileg lehetséges területeket, a kereszttel áthúzottak feltétlenül kerülendő antennalepítési helyek.

Az antennák helyének kiválasztásánál az optimális működési feltételek mellett az esztétikai és biztonsági szempontokat is ajánlatos figyelembe venni. Az antenna szerelésekor vegyük figyelembe a gyári szerelési útmutatót!

Ügyeljünk arra, hogy az antennakábelt ne törjük meg. Továbbá ügyeljünk az antenna és testcsatlakozás kifogástalan voltára is. Ne feledkezzünk el az átvezető tömítések megfelelő elhelyezéséről sem. Ügyeljünk az esetleges áttöréseknél az eredeti tömítettség hibátlan helyreállítására.

### Az autó-HIFI rendszerek vezetékkezelése

Az autó-HIFI rendszerek vezetékkezelése négy alapvető részre különíthető el:

- Tápfeszültség-vezetékek (plusz vezeték és testvezeték). A plusz vezeték mindig biztosítón keresztül csatlakoznak az áramforrás plusz pontjára. A testvezeték a testpontra kell csatlakoztatni.

- Szabályozó vezeték. Ezek gondoskodnak pl. arról, hogy az automata antenna „kimenjen”, amikor a magnós rádiót bekapcsoljuk, továbbá pl. arról, hogy a csomagterben elhelyezett CD-váltó a szükséges lemezcsere végrehajtsa, amikor erre egy gombnyomással parancsot adunk. A különálló érként feltüntetett jelölés rendszerint 12 V-os feszültség továbbításra utal.

- Kisfrekvenciás vezeték. Tipikus példák erre a hangszórók vezeték. Mindig párosan haladó vezetékekről van szó, ugyanis a hangszórók plusz és mínusz vezetékkel csatlakoznak. A hangszórók elhelyezésének jelölése FL vagy VL=baloldalt, elöl; FR vagy VR=jobbaldalt, elöl; RL vagy HL=baloldalt, hátul; RR vagy HR=jobbaldalt, hátul.

A kisfrekvenciás vezeték egy speciális változata az ún. cinch-kábel, mely két HIFI-készüléket köt össze egymással, a vezetékpár L ill. R jelölésű.

- Nagyfrekvenciás (NF) kábelek. Ezek a rádiók és telefonkészülékek antennakábelei. Minden esetben egyerő árnycolt vezeték.

*A szabványosított csatlakozóelemek jellemzői*

A DIN-szabvány szerinti készülékeknél a tápfeszültség csatlakoztatására

Ø6,3 mm-es, az antenna-vezérléshez pedig Ø2,5 mm-es lapos csatlakozó található a készülékek hátoldalán. A hangszóróvezetékek csatlakozása egyedi kialakítású.

Az ISO szabvány szerint gyártott készülékeknél a vezetékcsatlakozások komplex egységben nyertek elhelyezést, ami mindig három részegységre tagolódik. A három, egymás felett elhelyezkedő blokk funkciója az alábbi: az alsó tömb a tápfeszültség-ellátás vezetékéi, a középső blokk a hangszóró-csatlakozások részére van fenntartva, a felső (vezérlő) blokkhoz csatlakoznak az előerősítő, az erősítő, a CD váltó stb. készülékek vezetékéi.

A két rendszer egymással nem csereszabatos. A probléma áthidalására a legkülönbözőbb adapterek vásárolhatók a szaküzletben.

### Zavarelhárítási tanácsok

Az elektronikus „környezetszennyezés” a korszerű járművekben az elektronikai eszközök gyarapodásával egyre több gondot okoz. A következő gondolatokat vegyük figyelembe:

- A gépjármű olyan elektromos zajforrásainál, mint pl. a gyújtógyertyák és az elosztó, csillapító-ellenállások beépítése megfelelő eredményt adhat.

- Egyes egységek zavarszűréséhez zavarszűrő kondenzátorokat kell bekötni. Fontos lehet olyan testelési rendszer kiépítése, ami a jármű valamennyi részét elektromosan egymáshoz kapcsolja. Szükséges lehet a generátor, ill. az egyéb elektromos készülékek vezetékének fémhálós árnyékolása.

- A fentiekből látható, hogy legcélszerűbb, ha a zavarokat közvetlen a keletkezési helyükön csökkentjük elfogadható mértékre. A járművön kívüli zajforrásokkal, pl. neonfények, transzverteres készülékek, íváthúzások, villamos távvezetékek stb. esetében természetesen nincs mit tenni.

- Hogyan keressük meg a zavarrórást? Gondoljunk arra, hogy csak a bekapcsolt készülékek okozhatnak zavarrórást. Ez azt sugallja, hogy a módszeres vizsgálatot az összes készülék és egység valamint a motor kikapcsolt állapotában kezdjük el. Amennyiben ekkor sem tiszta a vétel, akkor a hibát magában a rádiókészülékben kell keresnünk. Ha ez rendben van, akkor haladjunk lépésről-lépésre az egyes elekt-

# bevételek kapcsolások

Ferenci Ödön okl. villamosmérnök

*Ez évi kapcsolástechnikai összeállításunkban is igyekeztünk sok ötletet adó áramköri megoldást ismertetni. A kapcsolások legtöbbször előnye az egyszerűség és ezzel nemcsak, hogy a kísérletező kedvét nem szegi vagy korlátozza, hanem számos jól használható, továbbfejleszhető tippet adhat.*

*Célunk az volt, hogy olyan kapcsolástechnikai válogatást nyújtsunk, amely kedvet csinál az olvasónak ahhoz, hogy e technikai megoldásokból a leírtakat a lakás, a műhely ill. az autója számára tegye hasznossá.*

## Készenlét-üzem kapcsoló automatika

Egyes hőtechnikai szerszámok rendszerint hosszabb ideig működnek üresjáratban, mint amennyit azokat ténylegesen használjuk. Ezek között említhető pl. az izzószálas gravírozó, a hagyományos fűtőbetétes forrasztópáka, a felhevített ellenállás-huzalos műanyagvágó szerszám (lásd. később 3. ábra). Az elektromos áram hőhatását felhasználó szerszámok folyamatos

üzemeltetése nagy mértékben hozzájárulhat a fent említett szerszámok idő előtti tönkremeneteléhez és felesleges energiafogyasztással is jár.

Lényeges javulást eredményez ebben az 1. és 2. ábrán látható „készenlét-üzem” kapcsoló. Előnyei a következők:

- elektromos energia megtakarítása,
- a szerszámok izzószálának, fűtőbetéjének kímélése,
- hagyományos fűtőbetétes forrasztópáka esetében pl. a pákahegy élettartamának megnövekedése, s a nyomtatott áramkörök és az alkatrészek forrasztás közbeni igénybevételének csökkentése.

A készenlét-üzem periódusú-, vagyis a szakaszosan működtetett hőtechnikai szerszámoknak csupán egyetlen

hátrányuk van a folyamatosan működtetett szerszámokkal szemben. Nevezetesen az, hogy pl. az izzószálas gravírozó és műanyagvágó szerszám esetében 2...4 s, hagyományos fűtőbetétes forrasztópákáknál a pákának a tartójáról való felemelése és a forrasztás között 9...15 s melegezési idő szükséges.

A szóban forgó szerszámoknál készenlét üzemmódban a teljesítményfelvételt kb. a felére célszerű csökkenteni. Forrasztópákáknál pl. azok teljesítményfelvételét úgy kell megválasztani, hogy a készenlét üzemmódban a forrasztóon a páka hegyén éppen hogy megdermedjen.

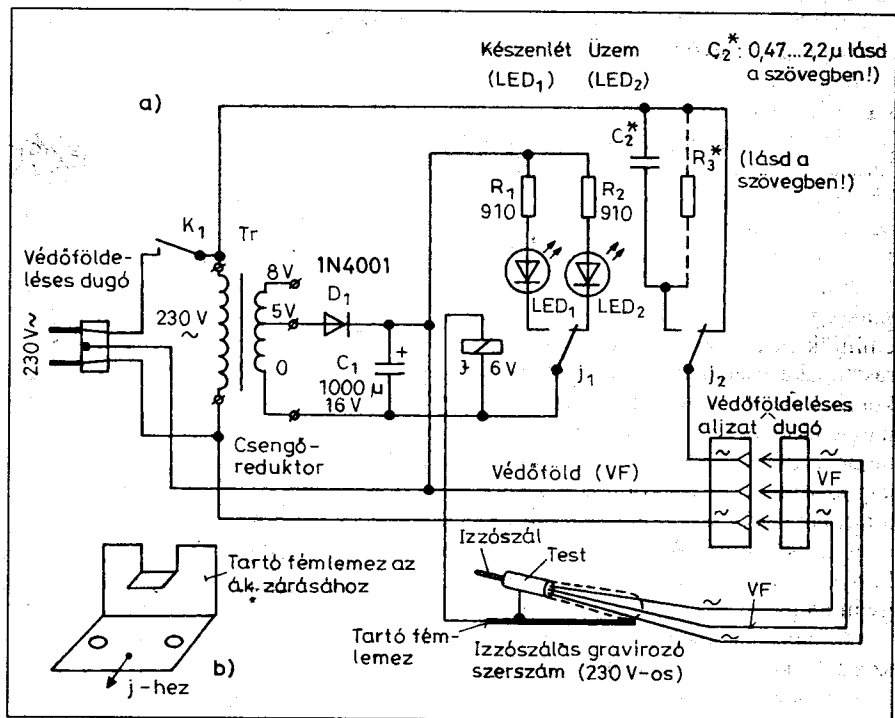
A készenlét üzemmódban a teljesítménycsökkentést a szerszámok áramkörébe sorosan beiktatott kapacitív vagy ohmos ellenállás segítségével érjük el, mikor azt a tartójára helyezzük.

(Folytatás a 237. oldalról)

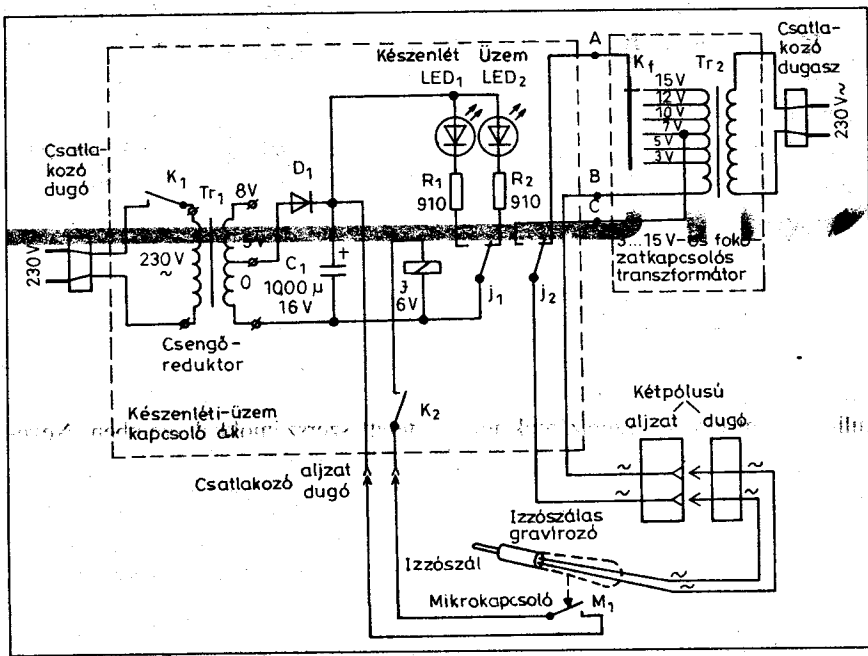
romos egységek bekapcsolásával! Végsőként magát a motort is indítsuk be. Ha sikerül a zavarforrást is behatárolni, akkor már meghatározhatjuk az elhárítás módját is.

### Forgalmazók és forrásirodalom:

1. PANDANT járműkövetéses vagyonvédelmi rendszer: Antenna Hungária Rt. 1119 Bp., Petzvál J. u. 31-33. Tel: 203-6060/2046
2. Safety-Phone távfelügyelő vagyonvédelmi rendszer: Globál Mobilphone Security. 1142 Bp., Kassai u. 152. Tel: 251-0730; 06-30-952-7113
3. Tytan-Dipol sebességváltózá: 1147 Bp., Czobor u. 112/b Tel.: 06-20-920-9730
4. Dr. Kovács Miklós: Autók biztonsága és komfortja. Multi Work Kft. Bp., 1996



1. ábra



2. ábra

Az 1. ábrán látható kapcsolás pl. hálózati feszültségű izzószálas gravírozó, hagyományos 230 V-os fűtőbetétű forrasztópáka szakaszos működtetésére alkalmas.

Az automatika működésének feltétele az, hogy e szerszámok védőföldelés (háztartási) hálózati csatlakozódugóval és zsinórral rendelkezzenek. A földelt testű szerszámok valamelyikének a tartóra való visszahelyezésekor az áramkörben lévő jelfogó meghúzás és annak második morzeérintkezője a közvetlen hálózatról leválasztva egy kondenzátort vagy egy ellenállást iktat sorosan a szerszám fűtőáramkörébe. Ebben a készenléti állapotban a csökkentett teljesítmény-felvétel a kondenzátor kapacitásával vagy az ohmos ellenállásnak az értékével állítható a szükséges minimális szintre. Példaként említjük, hogy 230 V/30...50 W-os forrasztópáka esetén 0,5...0,8 µF/600 V körüli kapacitás-érték bizonyult a legmegfelelőbbnek. A szerszám használatakor az „Üzem” feliratú világító dióda kap feszültséget. Amikor a szerszámot a tartójára helyezzük, akkor a jelfogó meghúzásakor annak első morzeérintkezője a „Készenlét” feliratú diódát gyújtja ki.

A kapcsolás megépítése igen egyszerű-, a kereskedelemben minden alkatrész beszerezhető. Transzformátorként csengőreduktort, jelfogóként 6 V-os típust használhatunk.

A 2. ábrán látható kapcsolás kisfeszültségű izzószálas gravírozó-, forrasztópáka és izzított ellenálláshuzal műanyagvágó szerszám kíméletes működtetésére alkalmas. A szerszám felvett teljesítménye a 3...15 V-os, foko-

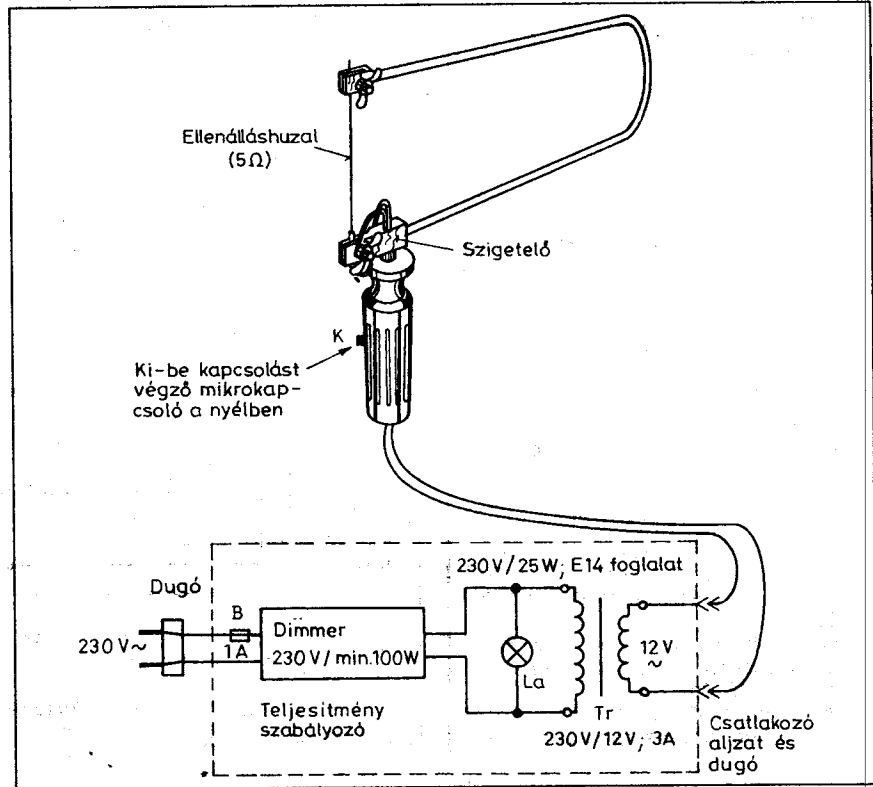
zatkapcsolóval ellátott transzformátor segítségével állítható be a legmegfelelőbb értékre.

Amikor a szerszámot a tartójára helyezzük, a mikrokapcsoló érintkezőjének záródása a jelfogó gerjesztését eredményezi. Ekkor annak második morzeérintkezője a beállított teljesítményszintre, a csökkentett (készenléti), vagyis a transzformátor kisebb feszültségű szekunder megcsapolására kapcsol át-, így csökkentve a megfelelő értékre a szerszám által felvett teljesítményt. A szerszám használatakor az „Üzem”, annak a tartóra történő helyezésekor pedig a „Készenlét” feliratú dióda világít.

Ennek a kapcsolásnak a felépítése gyakorlatilag megegyezik az előző ábrán látottakkal, itt azonban kétpólusú (euro) csatlakozó dugó és aljzat beszerzése is megfelelő.

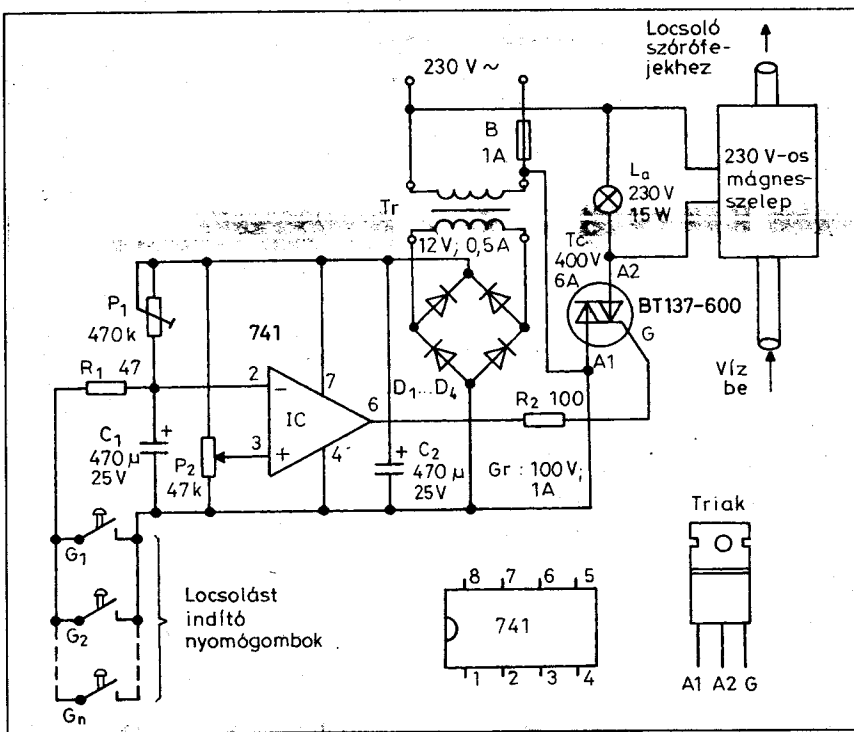
Mindkét kapcsolást elláttuk egy, a transzformátor primer körébe iktatott hálózati csatlakozóval. Így szükségtelenné válik a hálózati csatlakozódugónak a munka kezdetén való bedugása, végeztével pedig kihúzása. A 2. ábra áramkörében a jelfogó gerjesztő körébe egy további kapcsolót iktattunk be.

E módon kiiktatható a készenléti üzemmód. A kapcsoló kikapcsolt álla-



3. ábra





4. ábra

potában a jelfogó gerjesztetlen, s ekkor az „Üzem” feliratú dióda világít. Ez esetben pl. a páka a szokásos gyorsasággal melegszik fel a pákatartón. A LED-ek helyett mindkét kapcsolásban használhatunk 6 V-os skálaizzókat is. Ekkor azonban a jelzőizzók közös tápfeszültség pontját a csengőreduktor 5 V-os megcsapolásáról kell venni.

### Szabályozható hőmérsékletű műanyagvágó szerszám

Hőre lágyuló műanyagok, habanyagok vágására igen jó segítséget nyújthat egy hagyományos lombfűrészkeret átalakítása oly módon (lásd 3. ábra), hogy abba a fűrészszál helyett ellenálláshuzalt lehessen befogni. Az ellenálláshuzal megfelelő mértékű felizzításával és némi gyakorlattal a szerszám segítségével igen szép és egyenletes vágási felületet készíthetünk.

A művelet során a vágandó anyagtól és annak vastagságától függően kell a felizzított vágó ellenálláshuzal hőmérsékletét beállítani. E feladat elektronikus teljesítményszabályozó segítségével oldható meg a legcélszerűbben. Egy ilyen teljesítményszabályozó áramkört mutattunk be a *Hobby Elektronika* 1990. júniusi számában (27...28. oldal).

Napjainkban azonban már igen kis ráfordítással, sokkal egyszerűbben megoldhatjuk e feladatot. Nem kell teljesítményszabályozó kapcsolást építeni. Megfelel e célra egy egyszerű, a fali csatlakozódobozba szerelhető izzólámpa fényerőszabályozó. Ezek között kaphatók potenciométeres és érintéses vezérlésű fényerőszabályozók (dimmerek). A megvásárolt gyári fényerőszabályozóval egy 230 V/25 W-os izzólámpát és egy vele párhuzamosan kötött 230 V/12 V, 3 A terhelhetőségű transzformátort vezérlünk. E módon a szükséges izzószál-teljesítményt fokozatmentesen állíthatjuk be a legmegfelelőbb értékre. A lombfűrészkeretbe befogott izzószál felizzítását a nyélben lévő mikrokapcsoló megnyomásával válthatjuk ki. A gyakorlatban a kapcsolás 5 Ω körüli ellenállású vágóhuzallal működött a legjobban.

A teljesítményszabályozás természetesen a 2. ábrán látható fokozatkapcsolós transzformátorral is megoldható, az a gyári izzószálás gravírozókészülékek transzformátoráról működtethető.

### Időzített kerti locsoló

A családi házunk kertjében lévő növények és a füvesített terület locsolása

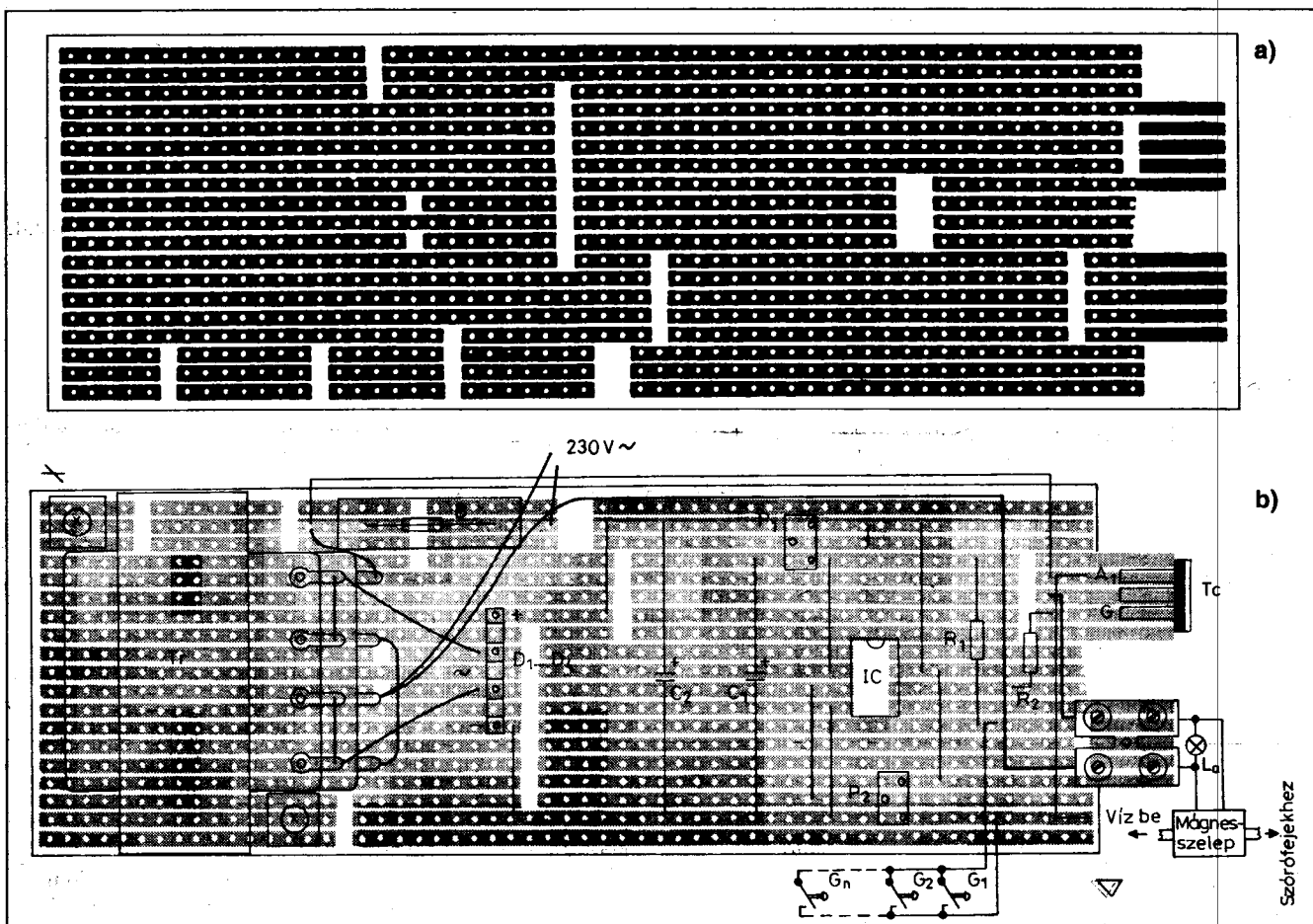
napjainkban nem kis költséggel jár. Az elektromos energiával és a vízzel való takarékoskodás napjaink égető kérdésevé vált.

A 4. ábrán látható kerti locsolószórófejeket vezérlő időzített kapcsoló hasznos segítséget nyújthat villany-, és vízszámlánk csökkentésében azzal, hogy nem engedi elfelejteni, hogy egy bizonyos idő után kikapcsoljuk, vagyis megszüntessük a szórófejek vízzel történő ellátását, vagyis a bekapcsolás pillanatától számított, a szükségnek megfelelően beállított késleltetési (időzítési) időtartam letelte után automatikusan kikapcsolja a szórófejekhez menő vizet a 230 V-os mágnesszelep zárásával.

Igen nagy előnye a kapcsolásnak, hogy a locsolást indító nyomógombok egy érpáron vezetve, a kívánalomnak megfelelően több helyen felszerelhetők.

Az áramkörben a transzformátor a hálózati feszültséget 12 V körüli értékre transzformálja le, melyet egy Graetz-hídgyenirányítóval egyenirányítunk és 470 µF-os kondenzátorral szűrünk. Ezt a szűrt egyenfeszültséget a 741-es típusú műveleti erősítő tápfeszültség-ellátására használjuk. Az erősítő nem-invertáló bemenetére az invertáló bemenetnél nagyobb feszültséget adva, vagyis valamelyik locsolást indító nyomógombot működtetve (és ezzel az invertáló bemenet szintjét lecsökkentve) a kimeneten gyakorlatilag a tápfeszültségnek megfelelő szint jelenik meg, amely a 100 Ω-os ellenálláson keresztül a triakot vezető állapotba vezérli és ezzel a kerti locsoló bekapcsolódik. Ugyanakkor a műveleti erősítő invertáló bemenetén lévő beállító potenciométer értékétől függően megtörténik a 470 µF-os kondenzátor feltöltése és a kondenzátor kapcsain lévő feszültség közvetlenül a műveleti erősítő invertáló bemenetére jut. Amikor az invertáló bemenetre kerülő feszültség a nem-invertáló bemenet (potenciométerrel beállított és állandó) feszültségét túllépi, akkor az IC kimenete a 0 V-hoz közeli alacsony feszültség szintre vált át. A triak kapujára kerülő feszültség ekkor már nem elegendő annak kinyitott állapotban való tartásához tehát a triak lezár. Ennek eredményeként a mágnesszelep lezár (az  $L_a$  ohmos terhelést adó jelző izzólámpa kialszik) és így a szórófejek vízellátása megszűnik.

A locsolás indítása a nyomógombok valamelyikének megnyomásakor a



5. ábra

470  $\mu\text{F}$ -os kondenzátor kisütésével újra megtörténhet. Ha valamelyik nyomógombot a locsolási időtartam alatt nyomjuk meg, úgy a kondenzátor kisütésével a késleltetési időtartamot újra kezdjük, tehát a bekapcsolt állapotot a gomb időben történő megnyomásával tetszés szerinti időtartamra meghosszabbíthatjuk. Mint már említettük egy érpáron tetszőleges számú nyomógombot használhatunk és ezeket alkalmas helyeken elhelyezve a locsolás indítását vagy bekapcsolva tartását több helyről is kezdeményezhetjük.

Az áramkör ún. Veroboard lemezen egyszerűen elkészíthető „nyomatott áramkört” az 5.a ábrán, az alkatrészek beültetését az 5.b ábrán mutatjuk be (2,54 mm-es raszterrel ellátott 155 mm hosszú előre gyártott áramköri lap).

Megjegyezzük, hogy a locsolási időtartamok a kereskedelemben kapható, a hálózati csatlakozó aljzatba dugaszolható egyszerű napi vagy heti időkapcsolóval is vezérelhetők. A locsolási periódusok (pl. az esti ill. kora reg-

geli órákban) automatikusan történnek, a beprogramozásnak megfelelően. A gond az, hogy nem veszik figyelembe pl., hogy éppen nem esik-e az eső és így teljesen szükségtelen locsolni.

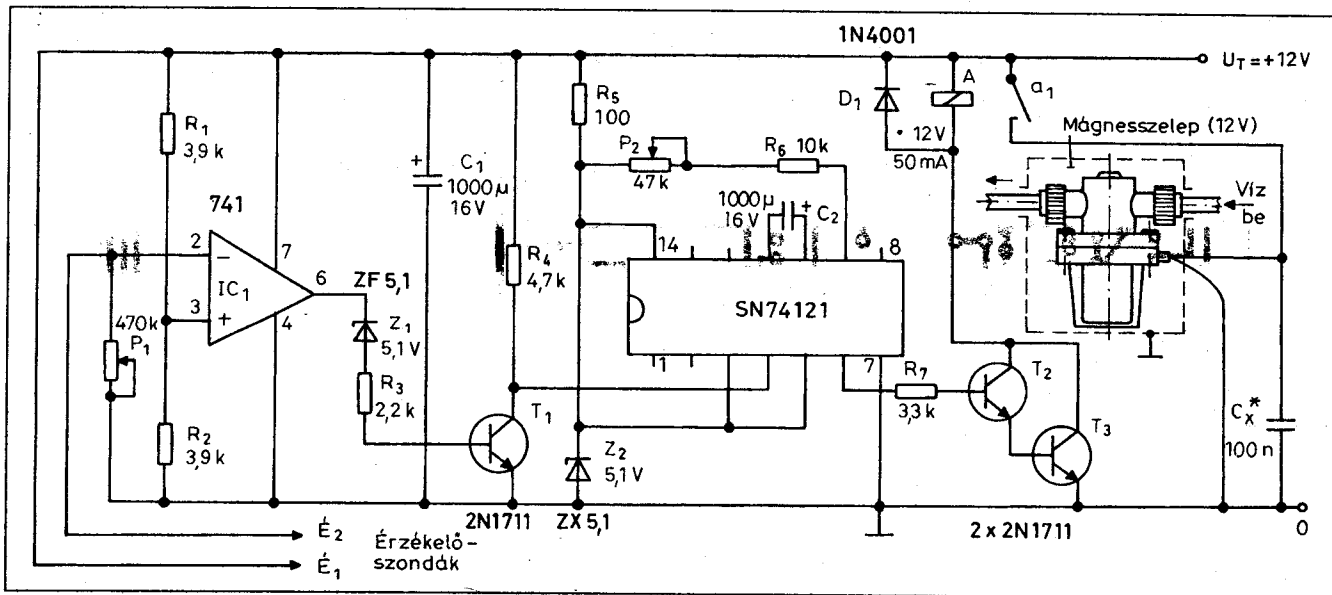
(A szerkesztő megjegyzése: Az áramkör alapötlete jó. Miután azonban a kapcsolás minden eleme a hálózattal vezetői kapcsolatban van – tehát a működtetést vezérlő nyomógombok, a hozzájuk tartozó vezetékekkel együtt is – az „egy az egyben” utánépített berendezés használata *életveszélyes* lehet! A probléma egy, a hálózati táplálásba beiktatott 1:1 áttételű, megfelelő teljesítményű, *biztonsági leválasztó transzformátor* használatával orvosolható.)

### Automata kertlocsoló

A kerti locsoló automata a 4. ábrán bemutatott kapcsolás hiányosságait hivatott kiküszöbölni. A kertben a körforgást végző locsoló szórófejeket úgy kell elhelyezni, hogy a szórófejek a fűvesített kert teljes területét hiánytalanul öntözzék. Ezt lehetővé teszi a peri-

odikus ki-be kapcsoló locsolás (lásd később). A forgó szórófejekkel történő terület hiánytalanul való öntözését úgy is elérhetjük, hogy a locsolást a házi vízellátó berendezésről végezzük. A vízellátó berendezés nyomáskapcsolóját nagy hiszterézisre kell beállítani. A szivattyúmotornak csak minimális víznyomás esetén kell bekapcsolódnia és megfelelően nagy víznyomás értéknél kell kikapcsolnia. Így a forgó locsoló szórófejek vízugara a változó víznyomás eredményeként a teljes területet betérítik. Követelmény, hogy a locsolás szükségességének megállapítása a talaj nedvességnek mérése útján a kert több pontján történjen. Igen fontos továbbá, hogy az automata igen erős nap-sütésben ne kezdeményezzen locsolási műveletet. Ezt legegyszerűbben a kereskedelemben kapható időkapcsolóval oldhatjuk meg. Segítségével a mágnesszelep áramellátását csak megfelelő időszakokban engedélyezzük (pl. este 9 órától reggel 7 óráig).

A 6. ábrán látható automata kertlocsoló működése a kert több pontján a



6. ábra

talaj nedvességének ellenállásmérésén alapul. Amikor a talajba megfelelő mélységbe benyomott (és csak megfelelő mélységben mért talajnedvesség-ellenállás) egy bizonyos értéknél nagyobb lesz, akkor az áramkörben lévő mágnesszelep nyit és az öntözőmű forgó locsoló szórófejei az adott teljes területet betérítik forgó vízszugárral.

A 6. ábra kapcsolásában az érzékelő szondák a komparátor kapcsolásban működő 741-es típusú IC bemenetére kapcsolódnak. Az áramkör érzékenysége, vagyis a locsolás megindulásakor megengedett maximális talajellenállás (minimális talajnedvesség) az invertáló bemeneten lévő potenciométerrel állítható be. Ha a talaj nedvességtartalma a beállított érték alá csökken, akkor a 741-es IC kimeneti feszültsége alacsony szintről magas szintre vált át. Az 5,1 V-os Z-dióda az ideálishoz közelebb álló állapotváltozások biztosítása céljából került alkalmazásra.

A 741-es kimenetén megjelenő magas szint hatására a Z-diódán keresztül a tranzistor vezetővé válik és a kollektorán létrejövő 1-0 átmenet indítja a monoflop kapcsolásban működő második integrált áramkört. Feladata ennek, hogy a kimeneti jele által vezérelt Darlington kapcsolású tranzistor-páron keresztül minden esetben azonos időtartamra (a metastabil állapot időtartamára) gerjessze a mágnesszelepet működtető A jelfogót. A monoflop metastabil állapotának időtartamát az IC 10. és 11. kivezetésére kötött kapacitás és az R<sub>6</sub> és a P<sub>2</sub> alkatrészek ellenállás-ér-

téke szabja meg. Ennek az időtartamnak a beállítása attól függ, hogy mekkora a víznyomás és milyen gyakran kívánjuk a locsolást működtetni. Az ábrán látható értékek tájékoztató jellegűek, azokat a helyi adottságoknak megfelelően kísérletileg célszerű beállítani.

A monostabil áramkör tápfeszültség ellátása a ZX5,1 Z-diódáról történik, mely lehetővé teszi a locsolási időtartamoknak a hálózati feszültségtől függetlenül azonos értéken való tartását.

A kapcsolás tápfeszültség-ellátására egyszerű 12 V-os hálózati tápegység alkalmazható. A kapcsolás áramfelvétele a jelfogó és mágnesszelep nélkül kb. 50 mA.

Az érzékelőszondák títit rozsdamentes acélból készítsük. Abban az esetben, ha a kapcsolásban 230 V-os

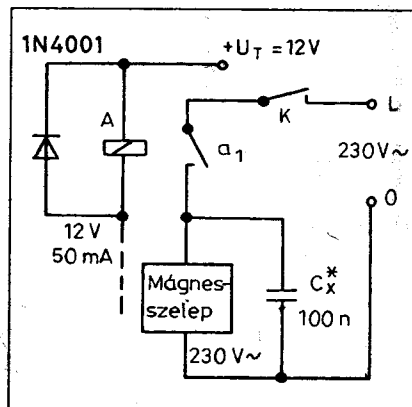
mágnes-szelepet kívánunk alkalmazni, akkor a bekötést a 7. ábrán látható módon kell elvégezni. (A szerk. megj.: Ez utóbbi esetben még gondoskodni kell a megfelelő érintésvédelmi intézkedésekről is. L. például az előző kapcsoláshoz fűzött megjegyzést!)

Az ábrán nyomtatott áramköröknek rajzát és az alkatrészek bekötését a 8. ill. 9. ábrán mutatjuk be.

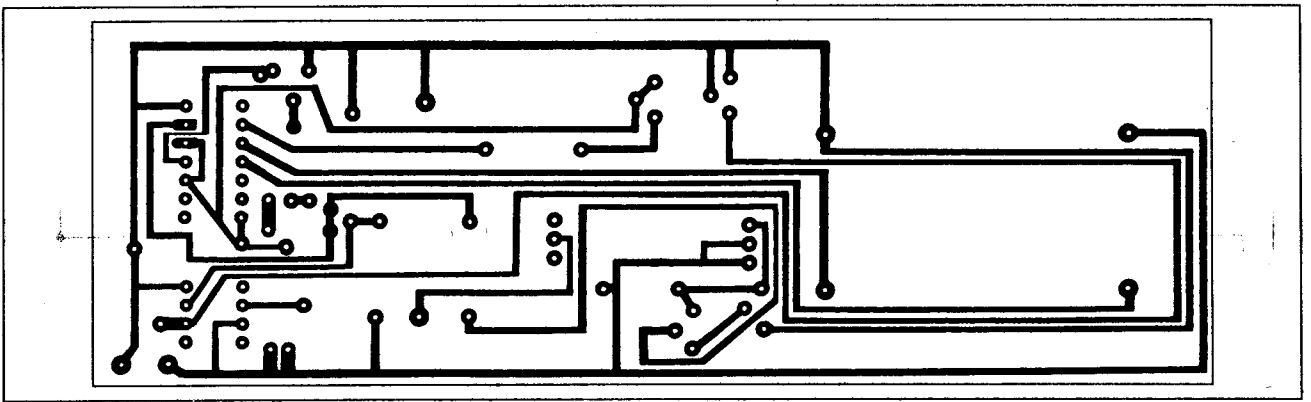
A kapcsolás felélesztésekor, az első IC 6-os kimeneti kapcsán ellenőrizzük, hogy egy érzékelő szonda két tűje közötti ellenállás növeledésekor (pl. eléggé száraznak tűnő talajból egyre inkább kihúzva az érzékelő szondát) megtörténik-e egy adott értéknél a komparátor átbillenése. Az első IC neminvertáló bemenetén 6 V-ot kell mérnünk. Az invertáló bemeneten a talajból teljesen kihúzott szondánál 0 V feszültségnek kell lennie. A szonda nedves talajba nyomásakor az invertáló bemeneten 3 V feletti feszültségnek kell lennie (nagy impedanciájú feszültségmérővel mérve). A ZF5,1 Z-dióda és a tranzistor bázisára csatlakozó ellenállás közös összekötő pontján a levegőben tartott érzékelő szonda esetén mintegy 8 V feszültség mérhető. Az érzékelőszondák valamelyikét nedves talajba nyomva ez lecsökken 0,6 V körüli értékre.

### Egyszerű szélirányjelző

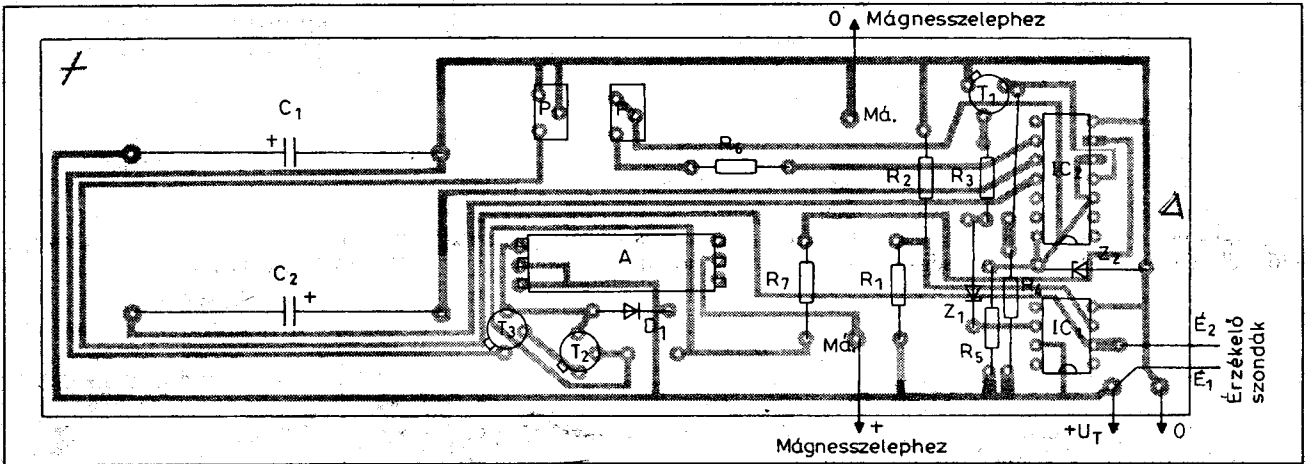
A szél irányának ismeretében bizonyos következtetések vonhatók le a várható időjárásra vonatkozóan. A háztetőn lé-



7. ábra



8. ábra



9. ábra

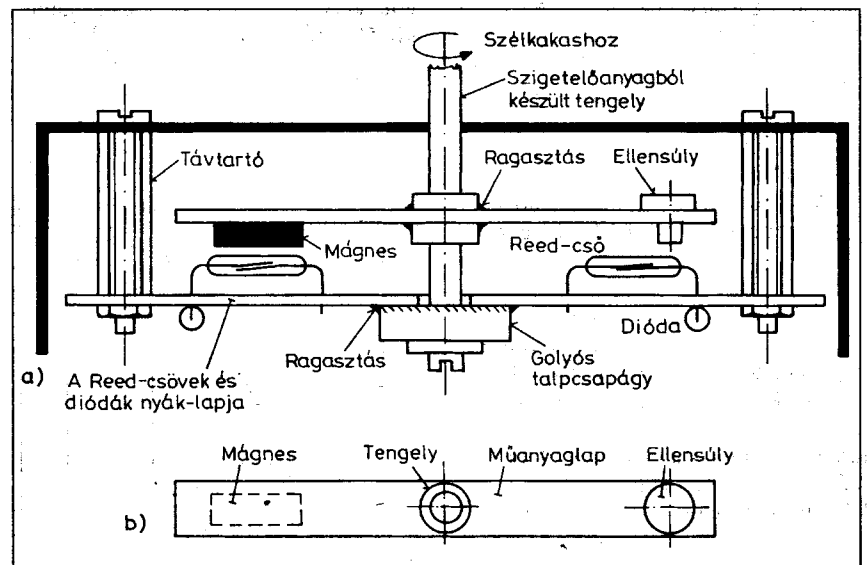
vő szélkakas megfigyelése azonban nem éppen kényelmes feladat. Sokkal egyszerűbb lenne, ha egy a szobánkban lévő kijelzőről állapíthatnánk meg a szél irányát. Erre a célra szolgál az itt bemutatott egyszerű szélirányjelző.

A széliránymérés alapját a közismert szélkakas képezi. A 10. ábrán látható, kihelyezett szélirány-érzékelő egység szigetelő anyagból készült tengelyét a szélkakas forgatja. A 16 iránynak megfelelően a 22,5°-onként elhelyezett reed-érintkezők (lásd később 14. ábra!) valamelyikének meghúztatását egy kis permanens mágnes váltja ki. A 10.b ábrán láthatóan a műanyag lapra erősített permanens mágnes (a széliránynak megfelelően) mindig csak egy reed-cső érintkezőjének záródását váltja ki. (Közbevetőleg megjegyezzük, hogy e műanyaglapra ragasztott kis mágneset a forgáspont ellentétes oldalán elhelyezett súly segítségével ki kell egyensúlyozni.)

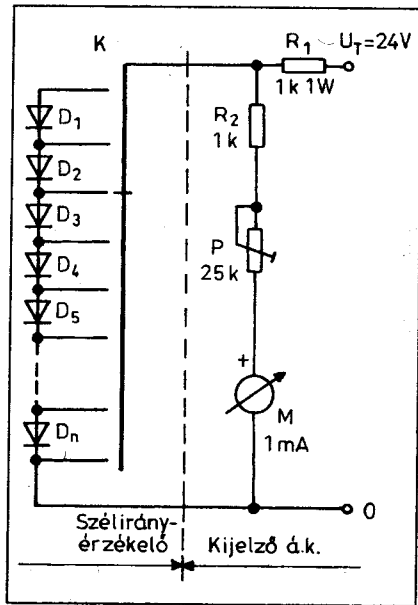
A szélirányjelző elvi működése a 11. ábrán láthatóan egy egyszerű dió-

dás oszton alapul. A nyitóirányban sorba kapcsolt s így előfeszített  $D_1 \dots D_n$  azonos típusú szilícium diódákon

egyenként ugyanakkora, kb. 0,6 V feszültség esik. A szélkakas forgató tengelyével mechanikai kapcsolatban álló



10. ábra



11. ábra

sokállású kapcsoló csúszkája gondoskodik a pillanatnyi széliránynak megfelelő leágazási pontra történő csatlakozásról, s azon történő feszültségmérés lehetőségéről (az  $R_2$ ,  $P$  és  $M$  alkatrészek segítségével).

A gyakorlati megoldásban a sűrűdés okozta irányszögmérési hibák csökkentése céljából nem sokállású mechanikus kapcsolót (K), hanem reed-csőves irányszög-érzékelőt használunk. Az ehhez tartozó elvi kapcsolási rajz a 12. ábrán látható. A háztetőn lévő szélirány-érzékelő kéteres vezetékkel csatlakozik a lakószobában lévő kijelző egységhez. A be szabályozás során a  $P$  beállító potenciométerrel az  $M$  kijelző műszer végkitérésre, pl. északra állítható. Ezt követően egy iránytű használatával egyedileg, az égtájak (vagy irányszög) szerint vehető fel a (gyakorlatilag teljesen lineáris) skála. A kapcsolásban a  $P$  beállító potenciométer ellenállásértéke az alkalmazott Deprez alapműszer érzékenységeinek a függvénye. A  $C_1$ ,  $C_2$  és  $C_3$  10 nF (vagy nagyobb) kerámia tárcsakondenzátorok szerepe az RF-zavar-szűrés. A  $C_4$  kondenzátor a műszer mu-

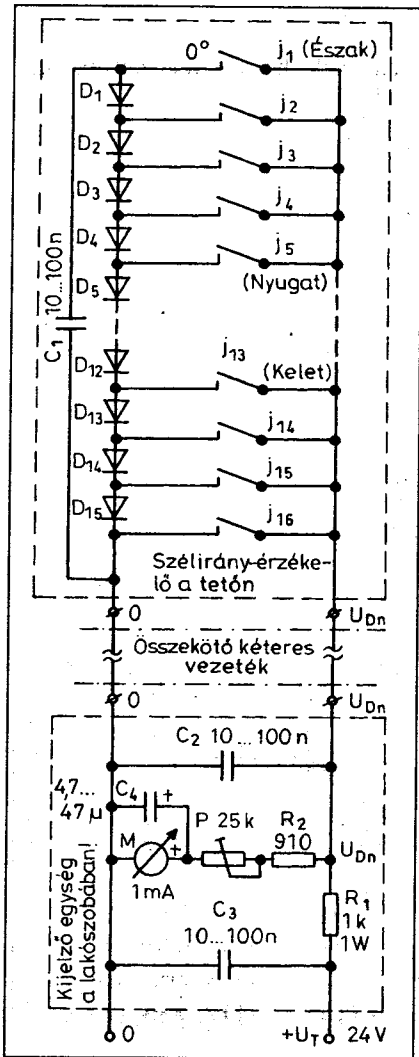
tatójának csillapítására szolgál. Ugyanis igen heves szélirányváltások esetén lehetetlen lenne a „fő szélirányszögöt” kijelezni.

A kihelyezett szélirány érzékelő egység (10. ábra.) reed-csőveket, diódás osztót és  $C_1$  kondenzátort tartalmazó nyomtatott áramkörti lapjának 1:1 méretarányú fóliarajzát és alkatrészének beültetési módját a 13. ill. a 14. ábrán láthatjuk.

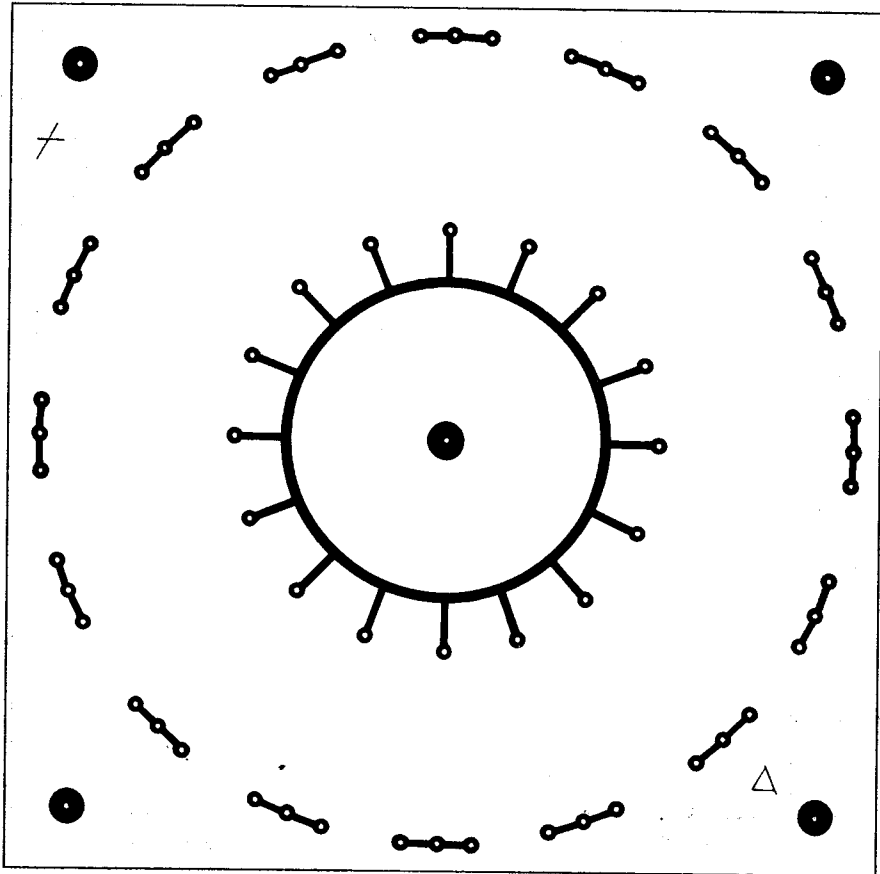
A háztetőre vagy egyéb alkalmas helyre telepítésre kerülő szélirány érzékelőt iránytű segítségével úgy kell felszerelni, hogy az északi irányú kijelzést kiváltó reed-érintkezőpár pontosan észak felé mutasson.

Tekintettel arra, hogy a 16 kijelzett irány egymáshoz képest  $22,5^\circ$ -ra helyezkedik el, helyes betájolás esetén a rendszer maximálisan mintegy  $\pm 12^\circ$  hibával jelzi a szél irányszögét.

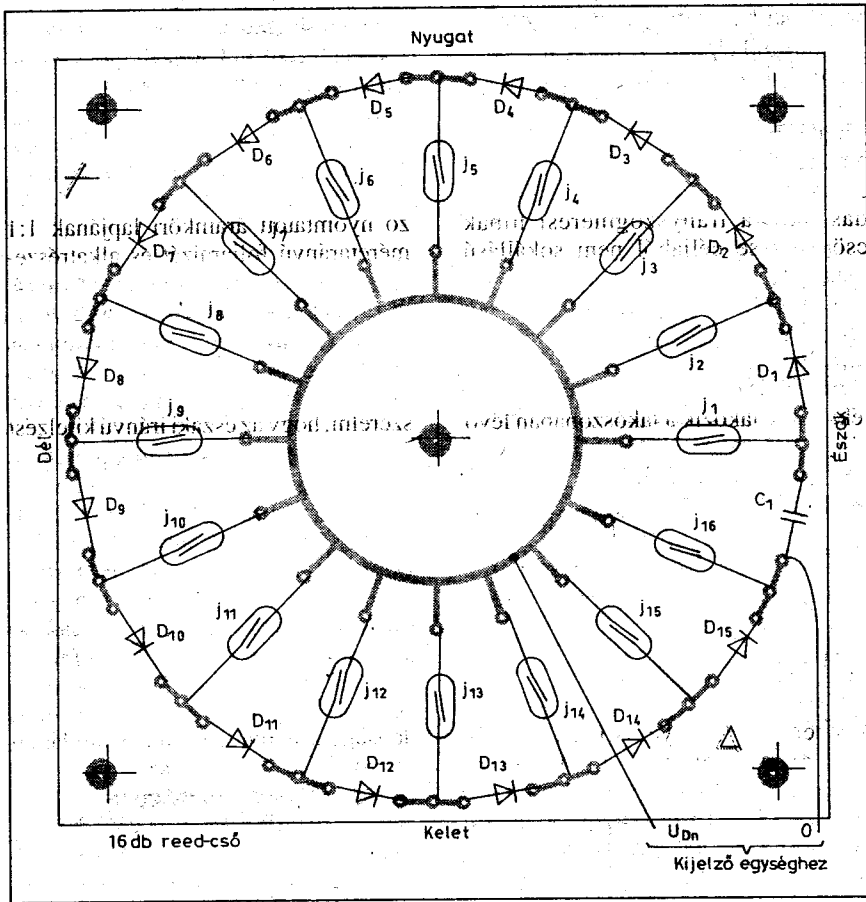
A megépített szélirányjelző az egyszerűségén túlmenően a működési elvből következően több előnyös tulajdonsággal is rendelkezik. A diódákon azonos, közel 0,6 V feszültség esik a rajtuk átfolyó áram értékétől függetlenül. Ez azt jelenti, hogy a kapcsolás



12. ábra



13. ábra



14. ábra

nem igényel stabilizált tápfeszültséget. A két távoli, az érzékelő és kijelző egység között csak kéteres vezetékét szükséges kiépíteni. (A digitális kijelzővel rendelkező típusokhoz 17 eres összekötő kábel szükséges. Lásd RT ÉK 93, 239...243 oldal.)

Mint már az előzőekben említettük az egyszerű szélirányjelző rendszer maximálisan mintegy  $\pm 12^\circ$  hibával jel-

zi a szél irányszögét. Szélirány mérésnél ekkora hiba megengedett. Más alkalmazásoknál, pl. irányvározó és irányvevő antennák helyzetjelzésénél ennél már nagyobb pontosság szükséges. Ez esetben azonban nem szükséges reed-csőves irányszög-érzékelőt alkalmaznunk. Az antennát többnyire erős motor hajtja. Így irányjelző érzékelőként a  $J_1 \dots J_{16}$  tizenhat darab reed-

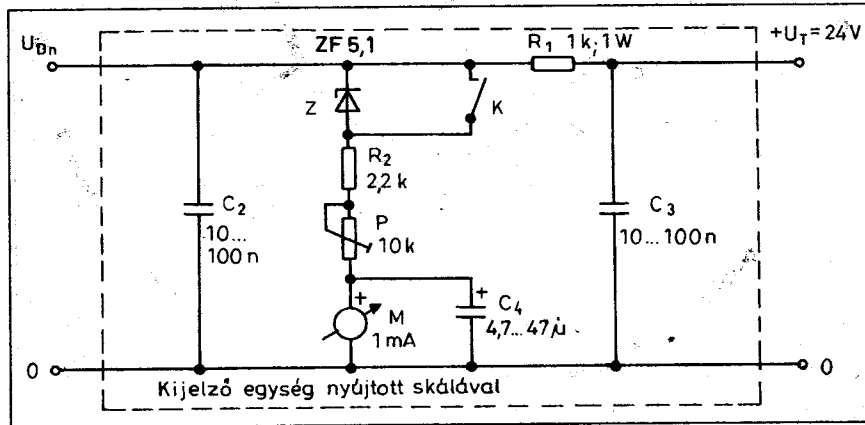
cső helyett (lásd 11. ábra.) pl. huszonnégy állású fokozatkapcsolót használhatunk. A fokozatkapcsoló arretáló szerkezetét ki kell iktatni, s az állórészt rögzíteni kell. Az állórész körben kiálló forrűfűleire szereljük a diódákat (25 db). Minél több állású a fokozatkapcsoló, annál jobb a közel  $360^\circ$ -os körfordulat felbontása.

Előfordulhat, hogy a teljes  $360^\circ$ -os szögtartomány kijelzés nem szükséges minden esetben. Ekkor igen pontos, széthúzott, más szóval nyújtott skálájú főértékmérő kijelző egységet is használhatunk (15. ábra). Itt az  $M$  műszer skálapajján két skála található. Az irányszög skálafelvételét a  $K$  kapcsoló nyitott és zárt állásában külön-külön kell elvégezni (lásd előbb!).  $Z$ -dióda-ként akkora letörési feszültségű diódát kell használnunk, amekkora feszültséggel „el kívánjuk tolni” a műszer  $0$  pontját, szétnyújtva a fennmaradó feszültségtartományt.

Végezetül megemlítyük, előnyként jelentkezik, hogy a fokozatkapcsolós érzékelőjű megoldásnál az elektronika nulla vezetéke (negatív ága) pl. az antennaforgató törpefeszültségű nulla vezetékével közös is lehet. Továbbá a kapcsolás működését nagy teljesítményű adókészülék sem zavarja meg, az tökéletesen működik.

### Egyszerű érintéskapcsolós riasztó

A 16. ábrán egyszerű, érintésre működő elektronikus riasztókapcsolást láthatunk. Az áramkör alkalmas lakások betörés-, és különböző egyedi tárgyak eltulajdonítás elleni védelmére.



15. ábra

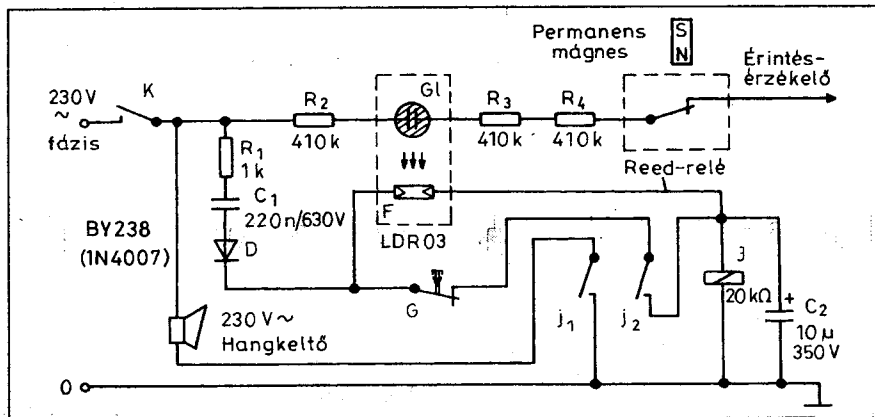


**Szórakoztató elektronikai  
készülékek alkatrészei,  
kiegészítői és tartozékai.**

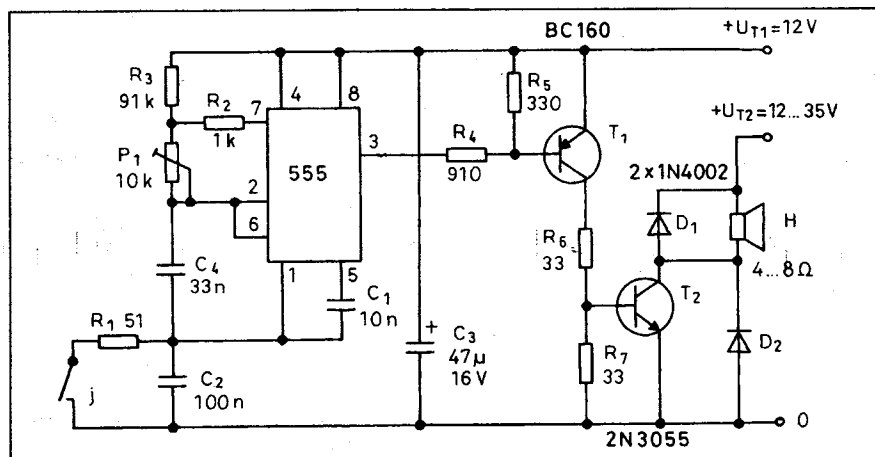
**TÁVIRÁNYÍTÓ CENTRUM**

Csomagküldő szolgálat:  
Tel.: 46/401-069, 401-079, 332-666

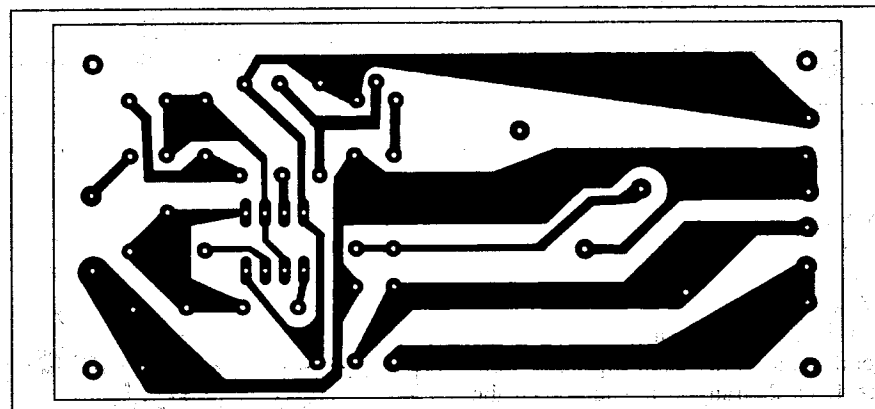
online vásárlás: www.meur.hu



16. ábra



17. ábra



18. ábra

Érintésérzékelőként pl. a lakás nyílászáró elemeit (ajtókilincs, zár, zárkulcs) és egyéb védeni kívánt tárgy fémfelületeit használhatjuk.

A 16. ábrán látható riasztó működése a jól ismert ködfénylámpás fáziskeeperő működéséhez hasonló. Amikor az érintés-érzékelőt akár csak egy ujjal is megérintjük, akkor a testünkön átfolyó

áram hatására a ködfénylámpa (glimmlámpa) kigyullad. Amikor a ködfénylámpa világít, megvilágítja a vele szemben lévő LDR03 kadmiumsulfid fényellenállást, melynek ellenállásértéke az igen nagy ellenállásértékről minimális értékre csökken. Ennek eredményeként a jelfogó gerjesztést kap és a második záróérintkezőjén ke-

resztül tartóáramkört képez. Ezzel egy időben a riasztó hangkeltője a jelfogó első munkaérintkezőjének záródásakor hálózati feszültségre kerül. Így folyamatos riasztójelzés váltódik ki. A riasztójelzés megszüntetése, vagyis a hatástalanítás a rejtett helyre szerelt G nyomógomb megnyomásával, a jelfogó tartóáramkörének megszakításával lehetséges.

A célból, hogy riasztójelzés kiváltódása nélkül tudjunk pl. a lakásba bemenni, szükséges egy rejtett helyen elhelyezett reed-relét sorosan beiktatni az áramkörbe. A reed-relét pl. az ajtó belső oldalára ragaszthatjuk, elhelyezhetjük a csengőgombban, ajtófélfában stb. Amikor a reed-reléhez egy állandó mágnes közelítünk, akkor az a glimmlámpa áramkört megszakítja, s így riasztójelzés nem jöhet létre.

A kapcsolásban az optocsatolóként szereplő glimmlámpának és fényellenállásnak közös zárt tokban kell elhelyezkednie azért, hogy más idegen fény annak működését ne zavarhassa meg.

### Elektronikus riasztókürt

Riasztó- és betörésjelző készülékek célszerű kiegészítőjeként igen erős hangú jelzőkürtöt készíthetünk a 17. ábra kapcsolási rajza alapján.

Kürtként 15 W-nál nagyobb teljesítményű szélessávú vagy mélysugárzó hangszórót célszerű használni. Az igen erős riasztási hang kb. 450 Hz-es frekvenciájú négyszögrezgés. Jellegzetes, felharmonikusokban igen dús hangja a figyelmet kellőképpen felhívja és nehezen téveszthető össze más hangforrásokkal.

A hangszórót két tranzistorból álló végerősítő fokozat hajtja meg, amely lényegében kapcsoló üzemmódban működik. A kb. 450 Hz-es négyszögjel a tranzistorokat telítésbe vezérli, vagyis ki-be kapcsolgatja.

Mint a kapcsolási rajzból látható az 555-ös integrált időzítő áramkör a leg egyszerűbb astabil beállításban dolgozik. A vezérlő négyszögjel a frekvencia meghatározó elemek (P<sub>1</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>) kapcsolási elrendezése miatt erősen aszimmetrikus jellegű: kb. 1...10% kitöltési tényezőjű az 555-ös időzítő áramkör 3. kivetésén. A kitöltési tényezőt a P<sub>1</sub> potenciométerrel félúrszerint beállíthatjuk.

A végfokozatot vezérlő astabil multivibrátor akkor kezd el rezegni, ha negatív tápfeszültség-pontját, az 1-es

kivezetést testpotenciálra kapcsoljuk. Ezt egy riasztókészülék kimeneti jelzőgójának záró érintkezője végezheti el az  $R_1$  ellenálláson keresztül.

Az elektronikus riasztókürt nyomtatott áramkörti lapjának fóliarajzát a 18. ábrán, alkatrészeinek beültetési módját pedig a 19. ábrán adtuk meg.

### Egyszerű iránybeállító, forgatópásztázó vezérlőberendezés

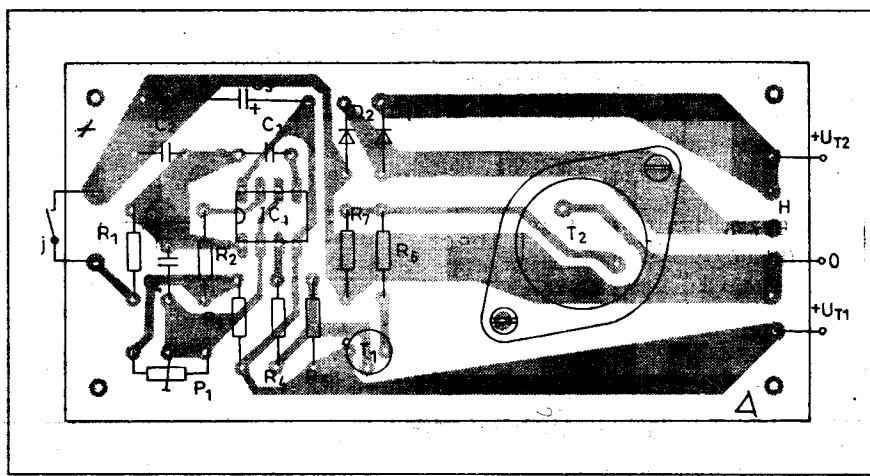
Sok olyan készülék van, amelyet különböző irányokba szükséges beállítani (pl. tévékamera, műholdvevő antenna, infravörös mozgásérzékelő stb.).

A 20. ábrán látható kapcsolás a szóban forgó egységek (pl. kamera, antenna stb.) adott irányú beállítására, továbbá keresgélésre vagyis pásztázásra szolgál.

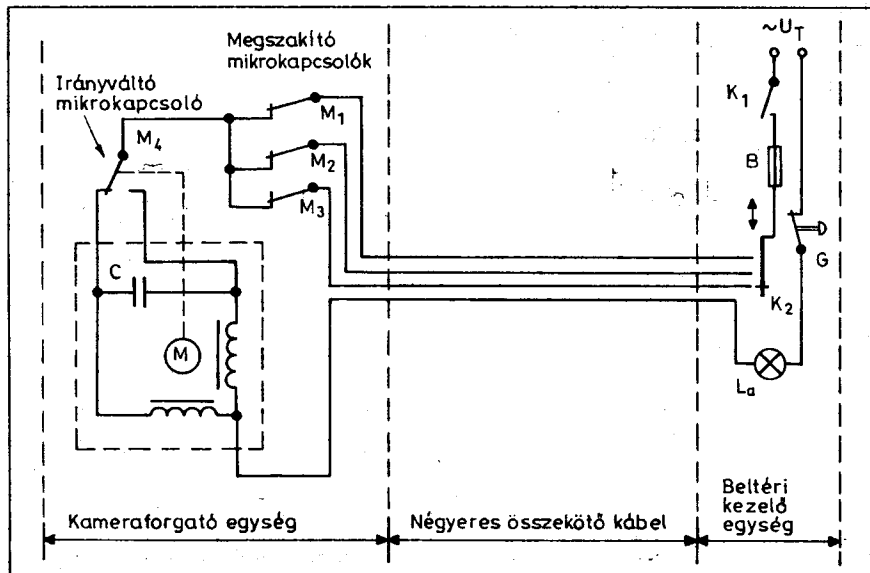
A kapcsolást az ábrán láthatóan úgy alakítottuk ki, hogy az adott egységnek három, irányválasztás szerinti, automatikus beállítására legyen alkalmas. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy pl. egy kamerát három választható irányba tudunk beállítani. A három iránybeállítási lehetőség mellett  $180^\circ$ -os keresgélési, pásztázási lehetőség is adott. Amennyiben háromnál több fix iránybeállítási lehetőség szükséges, úgy a kapcsolás egyszerűen tovább bővíthető.

A beltéri kezelőegységben lévő háromállású irányválasztó kapcsolót, az  $L_a$  jelzőlámpát három irány lehetséges választása esetén összesen négy vezeték köti össze az iránybeállító (pl. kameraforgató) egységgel.

A rendszer működése a 20. és 21. ábra segítségével könnyen nyomon követhető. Ha a  $K_1$  kapcsolót bekapcsoljuk, akkor az iránybeállító egység kiindulási helyzetétől, az irányváltó mikrokapcsoló állásától és a beltéri kezelőegységben lévő háromállású irányválasztó kapcsoló helyzetétől függően alakulnak az események. Ha a kameránk pl. 2. irányban áll és a következőkben a 3. irányba kívánjuk elforgatni (a beltéri kezelőegységben lévő háromállású kapcsoló 3-as állásba kapcsolva), előzőleg pedig a kamera az óramutató járásával megegyező irányban forgott (az irányváltó mikrokapcsoló jobbra forgatási irányban van), akkor a rendszer a kamerát 2. állásból először jobbra, végállásig forgatja, majd az  $M_4$  irányváltó mikrokapcsoló megfordítja a motor forgási irányát és megkezdődik a kamerának az óramutató járásával



19. ábra

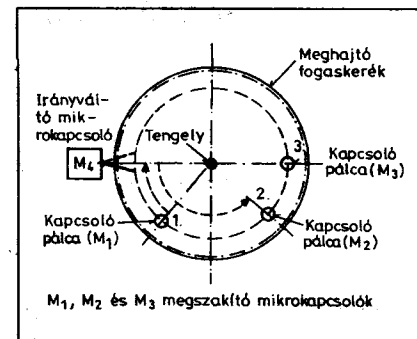


20. ábra

szembeni irányban való forgatása. A forgatás során az 1. és 2. irány elérésekor a kapcsoló peckek működtetik az  $M_1$  és  $M_2$  megszakító mikrokapcsolókat. Ilyenkor azonban semmi sem történik, a motor tovább forog, s a kamera az 1. és 2. irányon áthaladva tovább forog a 3. irány felé. A 3. irány elérésekor az iránybeállító egység meghajtó nagykerékére szerelt kapcsolócsap működteti (megszakítja) az  $M_3$  mikrokapcsolót és ezzel a motor áramköre megszakad, a kamera megáll, az  $L_a$  jelzőlámpa kijalszik.

A beltéri kezelőegységet az iránybeállító forgató egységgel négyeres kábellel kell összekötni.

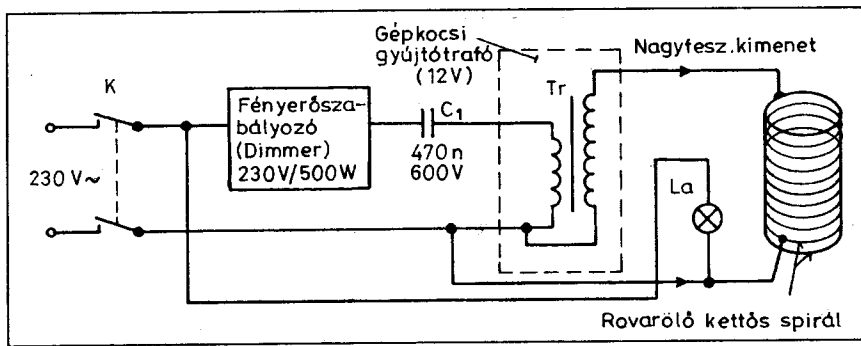
A beltéri kezelőegységben lévő G megszakító nyomógomb megnyomá-



21. ábra

sával a keresgélés, vagyis a pásztázás során bármikor lehetőségünk van a forgató egység pillanatnyi megállítására. Ha egyúttal a  $K_1$  kapcsoló áramkört





22. ábra

bontjuk, úgy a nekünk megfelelő irányban véglegesen megállíthatjuk a kamerát. Gyakorlatilag 180°-os keresgélesi, pásztázási lehetőséggel élhetünk.

Az antennaforgatási feladatra legcélszerűbb váltakozó áramú szinkronmotor használata. Kollektoros motorknál ugyanis a működés során keletkező szikrázás igen erős zavarokat okozhat a rádióvetelben.

### Elektronikus rovarölő

A 22. ábrán látható, hálózati feszültségről működő rovarcsapda kitűnően

alkalmazható kempingezésnél vagy a kertben. A rovarcsapda részére a nagyfeszültséget a legegyszerűbb módon állíthatjuk elő. Itt 230 V/500 W-os fényerő-szabályozót (dimmer) alkalmazunk „szagatóként”. Így 12 V-os gépjármű gyújtótranszformátort is meghajthatunk. A kereskedelemben mindkét alkatemet viszonylag kis költséggel beszerezhető.

A fényerő-szabályozó kimenetén létrejövő 100 Hz-es frekvenciájú impulzusokat 470 nF-os (min. 600 V-os) kondenzátoron keresztül vezetjük a gyújtótranszformátor primer tekercsére.

A gyújtótranszformátor szekunder tekercsén lévő nagyfeszültséget egy kettős spirálra vezetjük.

A bekapcsolás után a dimmert úgy kell beállítani, hogy a hallható nagyfeszültségű kisülések éppen megszűnjenek és csak a csendes ionizáció határát érjük el. Amikor a rovar átrepül a két spirál között, ív keletkezik és az azt azonnal megöli.

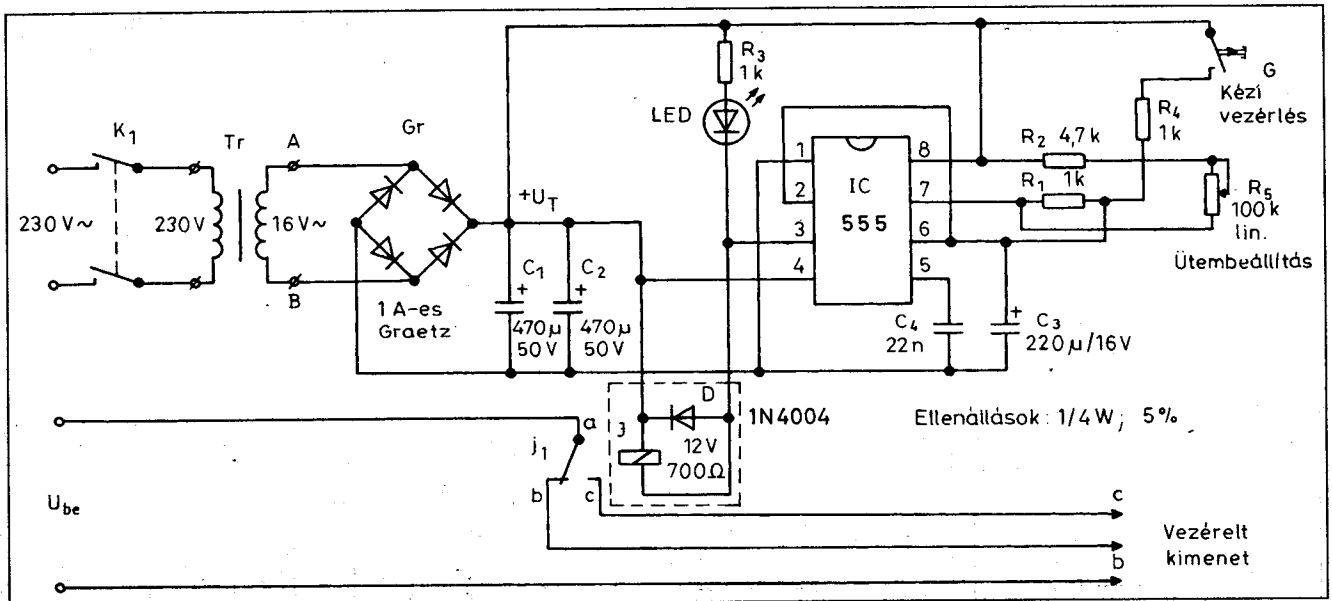
A rovarölőben egy ultraviola fényű lámpát is alkalmazunk melynek fényé vonzza a rovarokat.

A rovarölőhöz védőföldeléssel rendelkező háztartási csatlakozó dugót és háromeres csatlakozó vezetékét kell használni. A védőföld vezetékét a készsülék fémházával kell összekötni!

### Változtatható sebességű ütemadó

Igen sok áramköri egységhez szükséges változtatható sebességű ütemadó. A 23. ábrán látható kapcsolás 1...20 s közötti vezérlő jelek előállítására szolgál.

A kapcsolásban a váltakozó áram egyenirányítása a Gr hiddal történik. Az így előállított egyenfeszültség szű-



23. ábra

Fizessen elő a

**RÁDIÓTECHNIKA**

és a

**Elektronika**

**folyóiratokra!**

Címünk: 1374 Budapest, Pf. 603.

Tel./fax: 239-4932, 239-4933

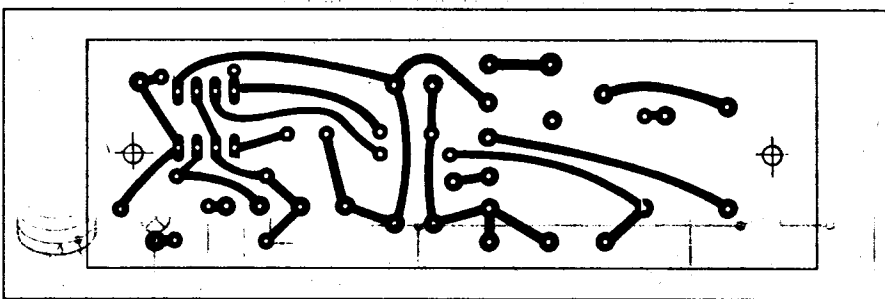
A szerkesztőségben regisztrált HE előfizetőknek díjmentes nyák-film melléklet.

rését a párhuzamosan kötött két 470  $\mu\text{F}$ -os elkő végzi.

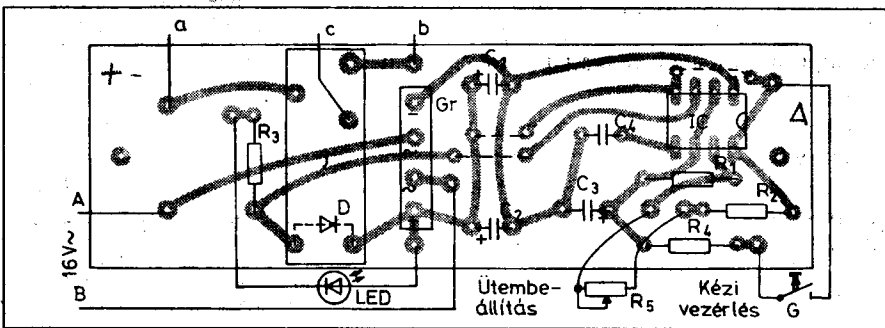
Az impulzusok előállítására 555 típusú integrált időzítő áramkör szolgál. Az impulzusfrekvencia az  $R_5$  potenciométerrel állítható be a kívánt értékre. Ezeknek az impulzusoknak az azonos hosszát az  $R_1$ - $C_3$  tag 0,5 s-ra állítja be. Az IC 3-as kivezetése a jelfogó meghúzatása mellett egyidejűleg a LED-et is bekapcsolja.

A beállított ütemjel megérkezése előtt a nekünk megfelelő időpillanatban a G gomb megnyomásával „kézi vezérléssel” válthatunk ki vezérlőjelet.

A kapcsolás nyomtatott áramkörének fóliarajza a 24. ábrán látható, az alkatrészek beültetési módját a 25. ábra szemlélteti.



24. ábra



25. ábra

## Autós kapcsolások

Hibára- és feledékenységre figyelmeztető összetett jelzőáramkör

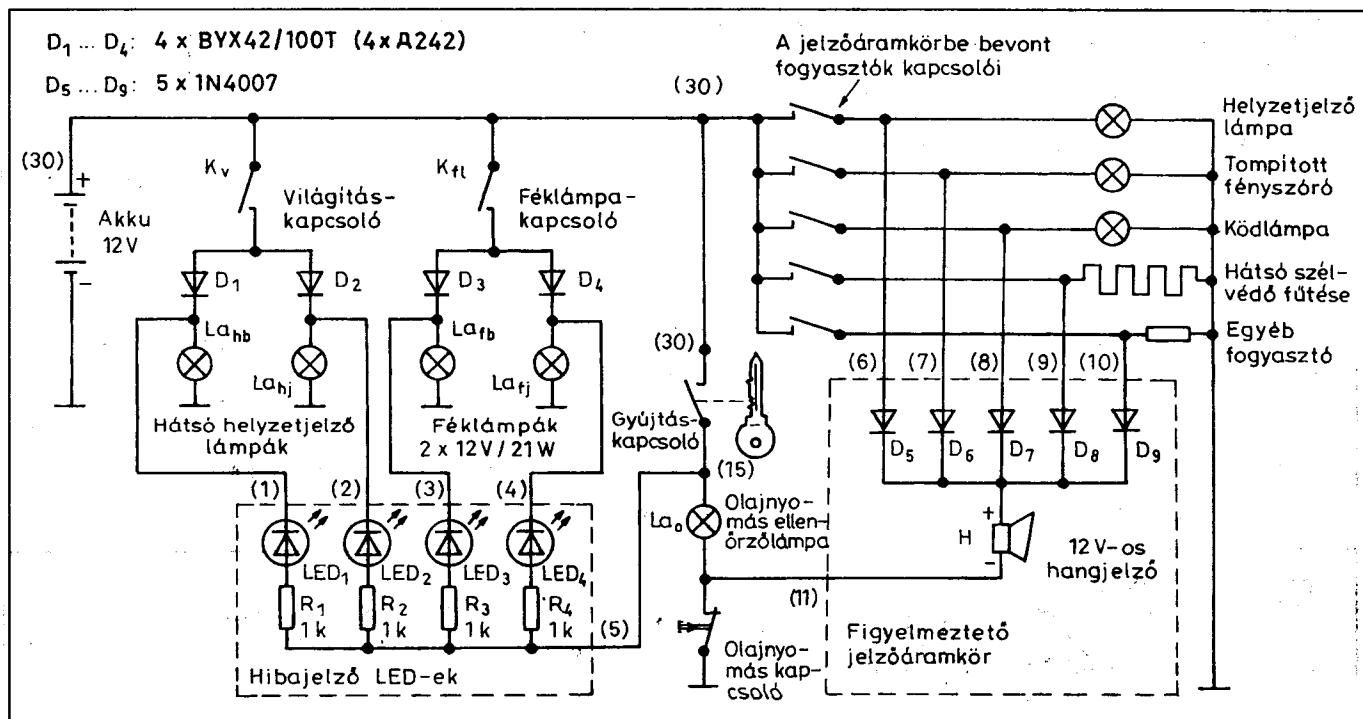
A 26. ábrán látható kapcsolás a hátsó helyzetjelző- és féklámpák működésének ellenőrzésére, valamint bármely, a jelzőáramkörbe bevont fogyasztó (pl. tompított fényszóró, ködlámpa, hátsó szélvédő-fűtés stb.) bekapcsolva fejlesztésének jelzésére szolgál. Így csökkenthető a baleseti veszélyforrás, a bal-

esetveszélyes helyzet, valamint meggátolható a járműakkumulátorunk teljes lemerülése.

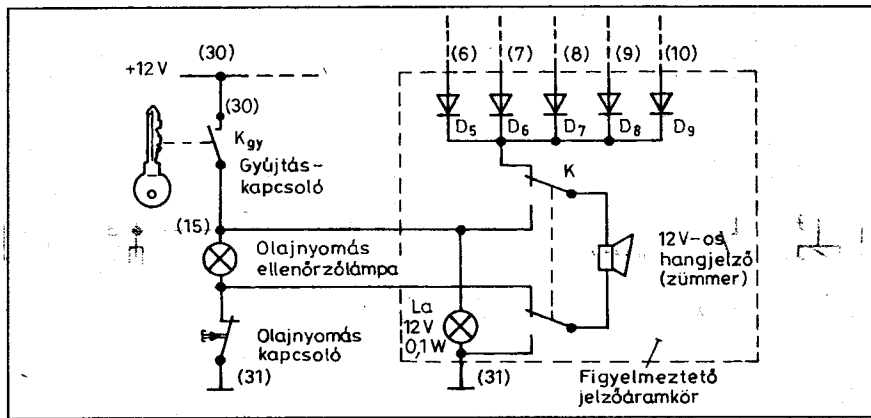
A gyújtáskapcsoló bekapcsolásakor a hibátlan hátsó helyzetjelző- és féklámpákhoz tartozó hibajelző LED-ek világítani kezdenek-, áramuk a lám-

pák izzószálain folyik keresztül. Ha elégett valamelyik izzólámpa vagy rozszul érintkezik, a hozzátartozó világítódioda sötét marad és ezzel hibát jelez.

Fékezéskor, hibátlan féklámpák esetén a harmadik és a negyedik világító diódák elsötétednek. Amennyiben



26.a ábra



26.b ábra

égve maradna valamelyik, akkor a hiba a hozzá tartozó féklámpa vezetékének folytonosságában van. Amikor a féklámpákhoz tartozó mindkét világítódioda folyamatosan világít a fékpedál lenyomásakor, akkor a hiba a féklámpa-kapcsolónál (fékgombánál), vagy vezetékének folytonosságában keresendő.

A hátsó helyzetjelző- és féklámpák áramköreibe sorosan beiktatott négy dióda terhelhetőségének akkorának kell lenniük, hogy az azon átfolyó lámpáramot biztonságosan elbíri.

Az ellenőrzés csak bekapcsolt gyújtás mellett lehetséges. Így a világítódiodák a jármű parkoló helyzete esetén árammentesek.

A hibajelző világítódiodákat egy kisméretű nyomtatott áramköri lapra szerelhetjük fel.

Világítódiodák helyett kis teljesítményű izzólámpákat is használhatunk, ekkor a jelzőfény erősebb lesz.

A kapcsolás 12 V-os hangjelzője (pl. zümmer) a jelzőáramkörbe bevont fogyasztó(k) bekapcsolva felejtését követően szólal meg, a motor leállítása után.

Maga a kapcsolás ezen része egy 12 V-os hangjelzőből (pl. egyenáramú zümmögőből) és annyi diódából áll, ahány áramkört (fogyasztót) bevonunk a figyelmeztető jelzőrendszerbe.

Mint a kapcsolási rajzból látható, a hangjelzőt az olajnyomást érzékelő szerkezet, az ún. olajnyomás gomba, más szóval az olajnyomás kapcsolójára kötjük. Amikor a gyújtás kikapcsolásával a motort leállítjuk, akkor ezen nyomásérzékelő kapcsoló érintkezői záródnak, s ez a hangjelző megszólalását eredményezi, ha valamelyik fogyasztót bekapcsolva felejtettük.

Amennyiben parkolás közben is működtetni kívánjuk valamelyik fogyasztót, úgy a 26.b ábrán látható módon egy kétáramkörös kapcsolót (K) és

egy jelzőlámpát is be kell kötni az áramkörbe. Ez esetben a kétáramkörös kapcsoló átbillentésével hatástalaníthatjuk a hangjelzőt. Ha a motort elindítjuk a hangjelző megszólal, figyelmeztetve arra, hogy állítsuk vissza alaphelyzetébe (ellenőrző üzemmódba) a kapcsolót.

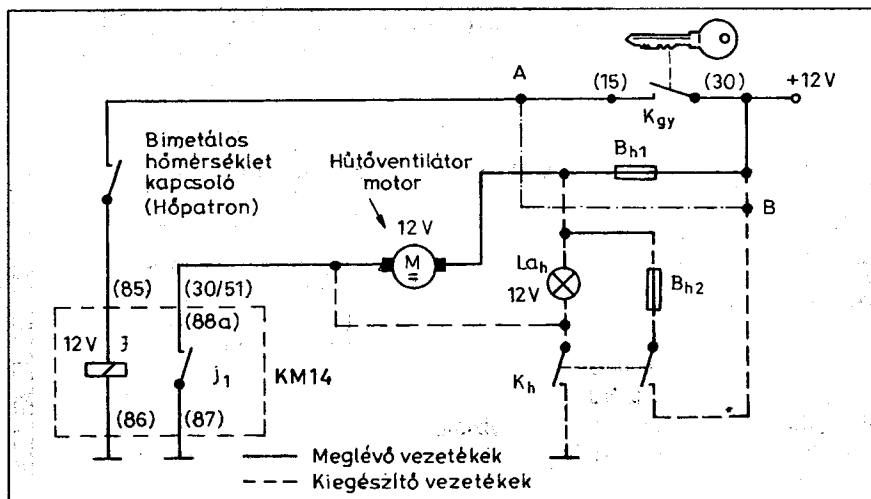
## Hűtőventilátor-motoráramkör működés-meghibásodást kivédő áramkör

A gépjárműmotorok igen fontos része a hűtőrendszer, melyet ma már szinte kivétel nélkül elektromos hajtású hűtőventilátor-motorral szerelnek fel. Az elektromos hűtőventilátor-motort a hűtőbe becsavarható hő érzékelő-adó, hőpatron (bimetálos pattanós hőmérseletpatron) kapcsolja be, illetve ki a megfelelő hőmérsékleten egy közbeiktatott jelfogó segítségével (lásd 27. és 28. ábra). E módon elérhető a robbanómotor kedvező üzemi hőmérsékleten való tartása és ezáltal az élettartamának növekedése.

A hűtőrendszerrel kapcsolatos gondok többnyire az igen meleg nyári időszakokban lépnek fel. Egy igen meleg nyári napon a zsúfolt közúton konvojban haladva pl. hegyvidéki emelkedőszerpentineken, hágókon közlekedve igen kellemetlen lehet amikor a hűtőfolyadék hőmérsékletét mérő műszer mutatója belép a számlap piros zónájába (vagy a piros fényű LED vagy izzó kigyullad). E bosszúság megelőzhető néhány alkatrész utólagos beszerelésével.

Mik is okozhatják a hűtőventilátor-motor működésképtelenségét? Hibás lehet a hőérzékelő adó, kiéghetett, vagy nem érintkezik megfelelően a hűtőventilátor-motor biztosítója, a jelfogóáramkör hibás (vezeték vagy tekercsszakadás, tekercs-zárlat), vagy maga a hűtőventilátor-motor hibásodott meg. A hibát többnyire a hőérzékelő adó, a biztosító kiégyése, bizonytalan érintkezése, vagy nagyon ritkán a jelfogó áramkörének megszakadása (gerjesztő tekercsének menetszakadása) okozhatja. Ezek vizsgálata előtt azonban meg kell győződni arról, hogy helyes-e a hűtőfolyadék-hőmérő vagy jelzőlámpa figyelmeztető jelzése.

A gyakorlati megoldásoknál, kocsitípusoktól függően, az elektromos hűtőventilátor-motor a pozitív-, ill. negatív ágba helyezkedhet el (lásd 27. ill. 28. ábra.).



27. ábra

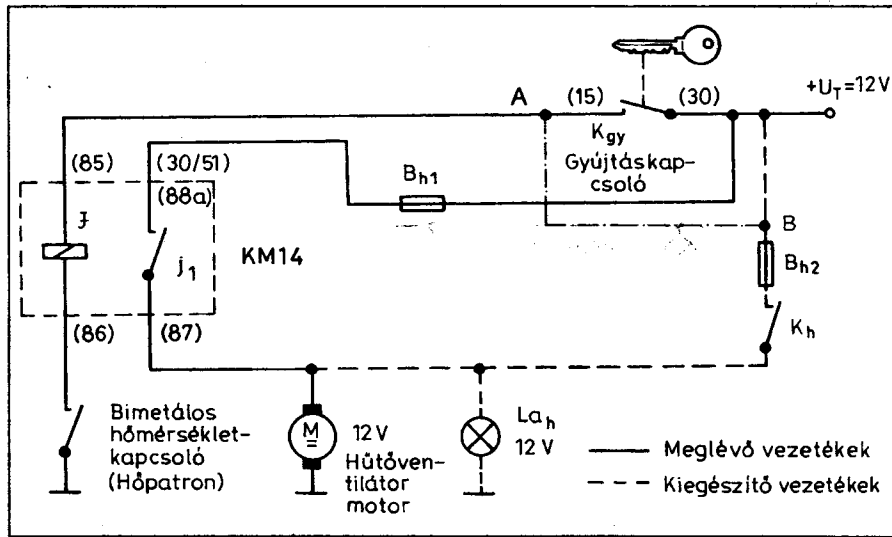
A hűtőventilátor-motoráramkör meghibásodását – néhány, az ábrákon látható alkatrész utólagos bekötésével – kivédhetjük (lásd szaggatott vonallal rajzolt részeket a kapcsolási rajzokon).

A hűtőventilátor-motor működését a kapcsolásokban az utólagosan beszerelt  $La_h$  hűtőventilátor kontroll-lámpa jelzi. Amennyiben a hűtőfolyadék hőmérséklet-mérő mutatója a piros zónába ér és ez a kontroll-lámpa nem gyullad ki, vagyis a ventilátor-motor nem indul be, akkor mindkét kapcsolásnál a  $K_h$  utólagosan beépített hűtőventilátor-kapcsoló átbillentésével kíséreljük meg a motor beindítását. Ez minden esetben sikerülni fog, hacsak nem maga a ventilátor-motor hibásodott meg.

A 27. ábrán látható áramköri kialakításnál a hűtőventilátor-motort a hőpatron és a teljes reléáramkör és a biztosító ( $B_{h1}$ ) kiiktatásával közvetlenül a kétáramkörös  $K_h$  kapcsoló átbillentésével egy másik pótlólag beiktatott biztosítón ( $B_{h2}$ ) keresztül látjuk el tápfeszültséggel, melyet a kontroll-lámpa kigyulladására is jelez. Ezzel kivédjük a hőpatronnak, a jelfogónak és áramkörének, s az eredeti vezetékvezetésnek, valamint a hűtőventilátor-motor biztosítónak a meghibásodását.

A kapcsolási rajzokon a 12 V-os tápfeszültséget a hűtőventilátor-motor vagy a (30)-as vagy a gyújtáskapcsoló utáni (15)-ös pontról kaphatja (lásd A és B pontokat lehetségesen összekötő eredményvonallal rajzolt részt).

Amennyiben a nyújtáskapcsoló után vesszük le a tápfeszültséget, úgy a gyújtás levételekor az esetleg forgó hűtőventilátor-motor is leáll. A legtöbb autótípusnál a tápellátás a (30)-as pontról történik. Így, ha nagy melegben forog a hűtőventilátor-motor és a jármű-



28. ábra

motort leállítjuk, a hűtőventilátor-motor továbbra is forog, míg a hűtőfolyadék-hőmérséklet nem csökken le az előírt értékre.

Tény, hogy a hűtőventilátor-motor szükségnek megfelelő „kézi működtetése”, vagyis szakaszos ki-bekapcsolása hosszú távon kényelmetlen, az kény-

**Műszerdobozok gyártása,**  
előlapok, hűtőbordák készítése,  
teljeskörű lemez- és  
fémmegmunkálás egyedi elképzelés  
alapján is az

**Unimechanik Bt.-nél**

Címünk:  
1222 Budapest, Dankasirály u. 6.  
Tel./fax: (1)-226-9539  
Ügyintéző:  
Nagy László: 06-30-989-1474

**T R A F O Kft.**

4400 Nyíregyháza,  
Derkovits u. 132-136.  
Tel./fax: 06-42-422-024

Híradásipari

**TRANSZFORMÁTOROK**

hálózati, kimenő, fojtó,  
szűrő tekercsek,  
toroid, M, EI, ferrit  
kivitelben

**CSAK NÁLUNK! - RÁDIÓS KÖNYVEK - CSAK NÁLUNK!**

Stefanik - Békei -  
Dr. Hetényi - Kollár  
**Készüljünk a rádióamatőr  
vizsgára**  
160 oldal, 990 Ft

Molnár György  
**Molnár János élete**  
70 év a Sándor utcában  
122 oldal, 990 Ft

Sugár Gusztáv  
**A színes televízió és a  
sztereó rádiózás**  
224 oldal, 990 Ft

Stefanik Pál HA5BT  
**A magyar rövidhullámú  
amatőr rádiózás  
története 1945-1955**  
242 oldal, 990 Ft

Heckenast - Horváth  
**A stúdiók világa**  
236 oldal, 990 Ft

Sugár Gusztáv  
**Megszólal a rádió**  
300 oldal, 990 Ft

Sugár Gusztáv  
**A néprádiótól  
a műholdas televízióig**  
300 oldal, 990 Ft



A könyvek megvásárolhatók, postai utánvétellel (csomagolás+postaköltség felszámításával) megrendelhetők a szerkesztőségnél.  
Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em. 130, H-P. 09-14 óra ● Budapest, Pf. 603. H-1374 ● T./f.: 239-4932, 239-4933 ● hambazar@radiovilag.hu

szermegoldás, de még mindig elviselhetőbb, mint az útközbeni hibakeresés és javítás. Erre hazaérkezésünk után már nyugodt körülmények mellett kerülhet sor.

### Beltéri fény- és hangriasztó

Személygépkocsiknál a meglévő immobilizeres riasztórendszer mellett hasznos kiegészítőként alkalmazhatunk utastéri villanófényes- és hangriasztó egységet. A gépkocsiba ülő tolvaj számára az utastérben megszólaló, fül-siketítő hangot adó sziréna és a folyamatos villanó fény igen elrettentő hatású lehet.

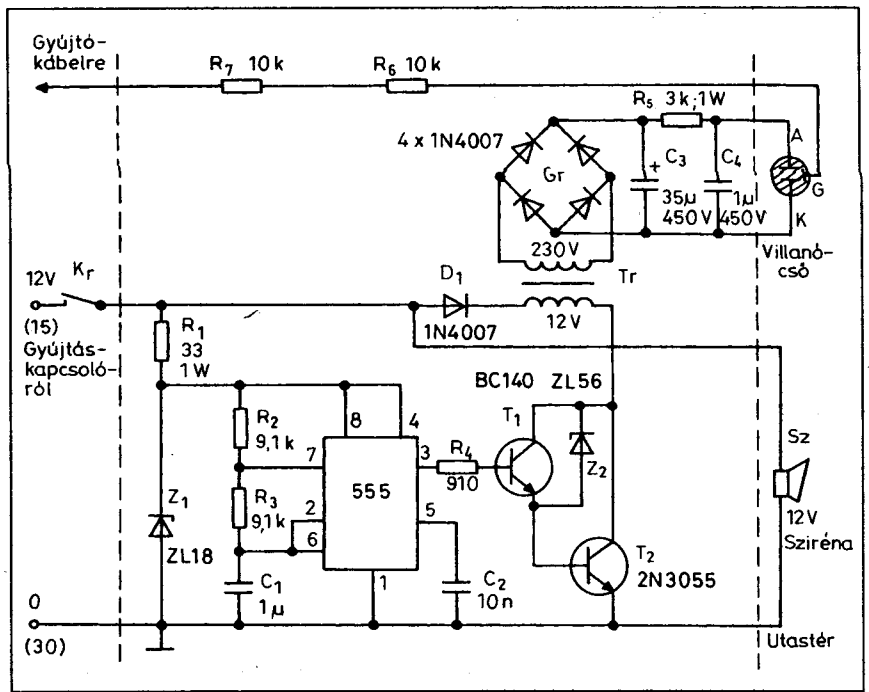
A 29. ábra kapcsolásában az utastérben elhelyezett 12 V-os erős hangú sziréna – élesített rejtett kapcsolónál – a gyújtás ráadását követően szólal meg.

A szakaszos villanófényt kibocsátó villanócsövet ugyancsak az utastérben helyezjük el.

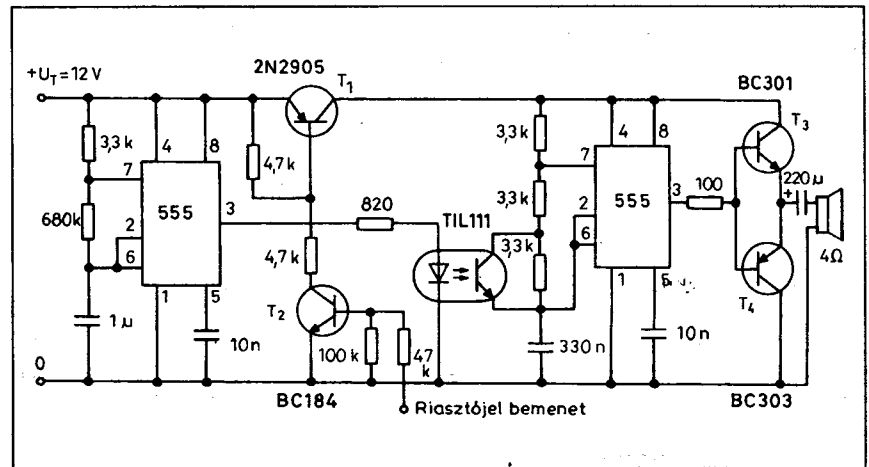
A kapcsolás egy „nagyfeszültség” előállító áramkörből és egy xenontöltésű villanócsőből áll. A villanócső max. megengedett feszültsége 400 V. Itt a tápegység üresjárású feszültségét erre az értékre állítottuk be. Ezen értéknél a villanócső biztonságosan használható, mert üzemközben a kapcsolófeszültség jelentősen lecsökken. A kapcsolásban lévő 555 típusú integrált időzítő áramkörrel működő négyszöggenerátor 50 Hz-es frekvenciájú négyszögjellel vezérli a Darlington-párt, melynek kollektorkörében egy hagyományos hálózati transzformátor kifelé feszültségű tekercse helyezkedik el. A szekunder tekercsben létrejövő feszültséget egyenirányítva és szűrve kb. 400 V-os egyenfeszültséget kapunk-, s ezt vezetjük a villanócsőre. A villanócső begyújtásakor csak az 1  $\mu$ F-os villanókondenzátorban tárolt energia kerül közvetlenül a villanócsőre (így az nem megy tönkre). Ennek újra töltése az R<sub>5</sub> soros ellenálláson keresztül történik.

A kapcsolás vezérlőjelét bármelyik gyújtógyertya melegpontjáról származtathatjuk a két sorosan kapcsolt villanócső-gyújtóáramkorlátozó ellenálláson keresztül.

A megépítés során igen lényeges a hibátlan szigetelésű nagyfeszültségű összekötőkábel használata és a nagyfeszültségű kapcsolások szerelési szempontjainak a betartása, mert a helytelen szerelés eredményeként életveszélyes



29. ábra



30. ábra

áramutés lehetőségének tesszük ki magunkat.

### Szirénahangot adó riasztó

A 30. ábrán egy jellegzetes szirénahangot kibocsátó riasztó egység kapcsolási rajzát mutatjuk be.

Az áramkörben az első 555 típusú IC-vel megépített astabil multivibrátor 1 Hz-es, a második pedig 280 Hz-es frekvenciájú jelet állít elő.

A második astabil multivibrátor tápfeszültséget a T<sub>1</sub>-en keresztül kap, melyet a T<sub>2</sub>-n át a „Riasztójel beme-

net”-re adott jel nyit ki. A 280 Hz-es astabil multivibrátor ekkor működésbe lép és a kimenetén megjelenő négyszögjel a komplementer végfokozaton keresztül megszólaltatja a riasztó hangszórót.

A folyamatosan működő 1 Hz-es első astabil multivibrátor az optikai csatolón keresztül 0,5 s-os időtartamokra rövidebbre zárja a 280 Hz-es működő astabil multivibrátor visszacsatoló ellenállásának egy részét, ami a hangfrekvencia kb. 490 Hz-re történő emelkedését eredményezi. Így jön létre a jellegzetes szirénahang.

# Sok kis kapcsolás

Hobby Elektronika című folyóiratunk 1990. januári, első számától igen nagy népszerűségnek örvend az abban rendszeresen jelentkező „skk – sok kis kapcsolás” rovat. Napjainkban ezen régebbi számok gyakorlatilag beszerezhetetlenek és a közismert mottó – Egy újszülöttnék minden vicc új – elektronikai variánsa is igaz.

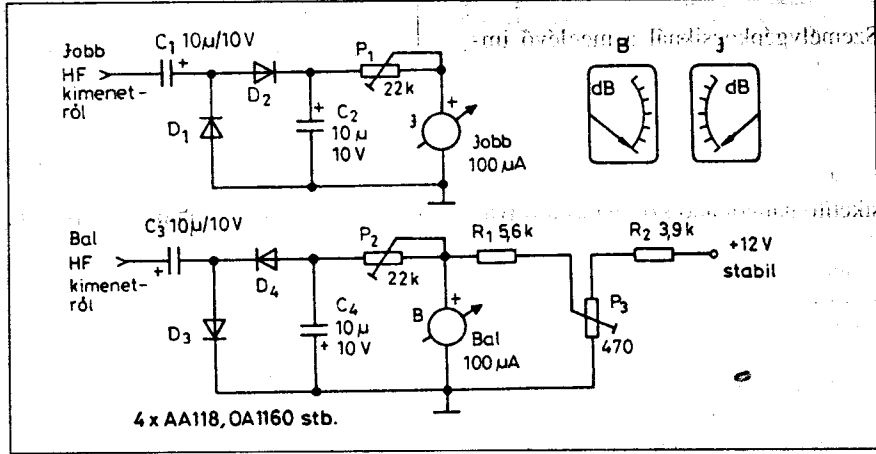
Évkönyvünkben most tovább folytatjuk a hét éve nyitott rovatot: a régebbi Hobby Elektronika évfolyamok skk-tallózását.

## Sztereó kivezélésjelző

A házi készítésű sztereó berendezéseket (erősítő, keverő) célszerű hangfrekvenciás szintjelző, illetve kivezélés mérővel is ellátni. Esztétikus és jól leolvasható a mutatók jelzőműszerek **1. ábrán** látható, egymás melletti, szembefordított elrendezése.

A műszermutatók itt – a hangfrekvenciás jel függvényében – alulról felfelé mozognak; a bal és a jobb csatorna jeleinek nagysága, szintje könnyen összehasonlítható, így a megoldás szemléletes leolvasást tesz lehetővé.

Az ilyen kialakítás hátránya, hogy a zérus hangfrekvenciás jelnél az egyik műszernek (jelen esetben a bal csatorna B jelű kijelzőjének) végkiterésben kell állnia. Ez speciális kialakítású műszert igényel. A nullponteltolás azonban elektromosan is megoldható: egy külön



1. ábra

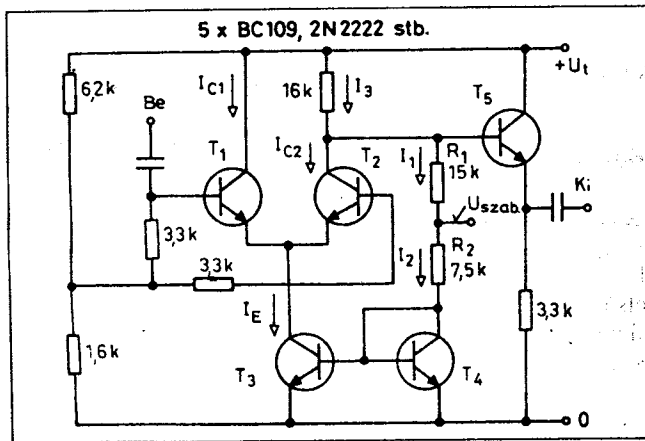
áramkörrel feszültséget juttatunk a B műszerre. A hangfrekvenciás kivezélés mértékével arányos egyenfeszültség ezt a stabil feszültséget kompenzálja, csökkenti, így a műszermutató ellenkező irányú kitérését eredményezi. A megoldás a kijelzés pontosságára gyakorlatilag nincs kihatással, mindkét tápláló áramkör a műszer szempontjából áramgenerátoros jellegű.

A szintmérőhöz kisméretű, 100...500 µA-es műszereket használhatunk fel. Bemenő hangfrekvenciás jel nélkül először a B műszert kell végkiterésre állítani a P<sub>3</sub> potenciométerrel (ez a műszer 0-helyzete), ezután az egyes csatornák azonos szintje a P<sub>1</sub> és a P<sub>2</sub> potenciométerekkel hitelesíthető.

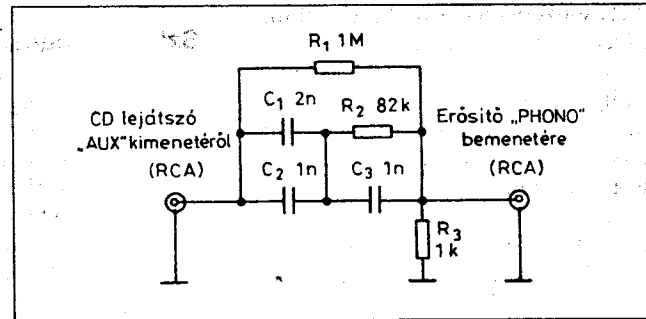
## Hangerő-leszabályozás DC-vel

Hangfrekvenciás erősítők automatikus érzékenység-szabályozása közben (pl. a jockey hangjára a zenét lecsendesítő disco-keverőben) nemkívánatos dobogó, dübörgő zaj keletkezhet, ha a szabályozó bemenet jelszintje gyorsan változik. Ekkor ugyanis a szabályozó feszültség valamely áramkör gyors munkapontváltozását idézi elő, s ez zavaró jelet hoz létre az itt vagy az erősítő más fokozataiban található kondenzátorok gyors feltöltésével-kisütésével.

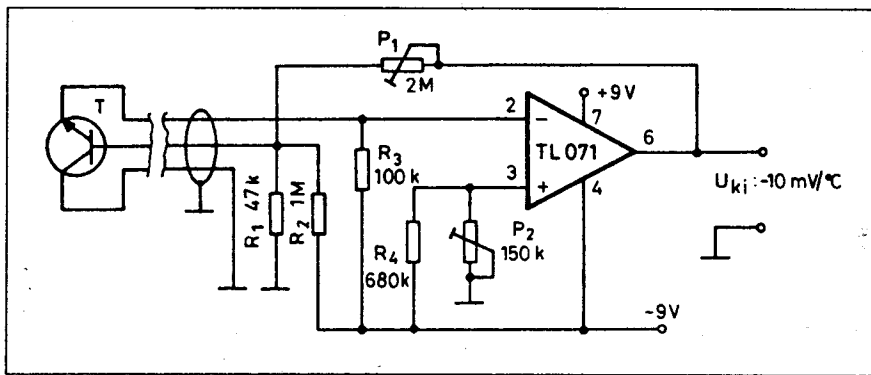
A **2. ábra** erősítésszabályozott fokozata mentes ettől a hibától. Az áramgenerátoros differenciálerősítő erősítése az I<sub>E</sub> emitteráramtól függ. Az aszimmetrikus be- és kimenetű erősítő az R<sub>1</sub> és az R<sub>2</sub> ellenállások útján belső munkapont-stabilizáló negatív visszacsatolással rendelkezik. Az osztásontra ve-



2. ábra



3. ábra



4. ábra

zetett külső  $U_{szab}$  szabályozófeszültség nem módosítja a  $T_2$  tranzisztor kollektorpotenciálját, mivel azt a jelentős körerősítés kiszabályozza. Szabályozás közben a  $T_3, T_4$  áramgenerátor árama az áramtükör révén természetesen a szabályozófeszültségnek megfelelően változik, úgyszintén  $T_1$  és  $T_2$  kollektorárama is, de  $R_1$  és  $R_2$  megfelelő értéke esetén ezen osztó – a szabályozófeszültség által szintén módosult – árama éppen ellene dolgozik a kollektoráram

nek szintjét illeszti egy erősítő kisjelű bemenetéhez. Az áramkör a tetemes feszültségosztáson kívül a szükséges anti-RIAA korrekciót is elvégzi. A hálózat bemeneti impedanciája frekvenciafüggő:  $2\text{ k}\Omega$ -nál kisebb kimeneti ellenállású AUX-ponthez illeszkedik (ez a legtöbb CD lejátszó esetén teljesül). A korrekciós görbe ebben az esetben  $0,2\text{ dB}$ -nél kisebb ingadozással közelíti meg az elméleti görbét akkor, ha a beépített ellenállások és kondenzátorok értéktűrése  $1\%$ .

A korrektort fémdobozban kell elhelyezni, amelyet összekötünk a földponton. Az alkatrészek beépítéséhez nyomtatott áramkör nem szükséges, az elemeket „légszereléssel” forrasztjuk fel az RCA-csatlakozók és a fémdoboz fala közé.

### Lineáris hőmérséklet-érzékelő

A 4. ábra szerint egy extrém kis visszarámú, lehetőleg fémtokos npn tranzisztor kiválóan alkalmas hőmérsékletmérésre a  $-50\dots+150\text{ }^\circ\text{C}$  tarto-

mányban. Speciálisan erre a célra kifejlesztett tranzisztorokkal (pl. az AD811-gyel)  $0,05\text{ }^\circ\text{C}$  nonlinearitás biztosítható a  $0\dots+50\text{ }^\circ\text{C}$  hőmérséklet-határok között.

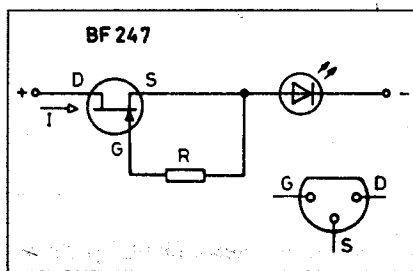
Amatőr körülmények között pl. BC109B is jól használható érzékelőként. A kapcsolásban a bázis-emitter dióda maradékfeszültségének negatív hőfokfüggését használjuk ki, amelynek tipikus értéke  $-2,2\text{ mV}/^\circ\text{C}$ . A műveleti erősítő neminvertáló bemenetének szintjét az  $R_4, P_2$  osztó negatív értéken tartja. Az invertáló bemenet szintjét egyszerűen az  $R_1, R_2$  osztó, másrészt a tranzisztor B-E átmenetének közbeiktatásával az  $R_3, P_1$  osztó határozza meg. A negatív visszacsatolás következtében T bázisárama, s ezzel együtt emitterárama is konstans értékre áll be. Ilyen módon a bázis és az emitter között mérhető feszültség csak a tranzisztorchip hőmérsékletének függvénye.

A nullpontot  $P_2$ -vel állíthatjuk be pl. úgy, hogy a T-t tartalmazó hőmérséklet-érzékelő szondát jeges vízbe mártva a kimenőfeszültséget 0-ra szabályozzuk. Az erősítést  $P_1$  segítségével változtatjuk. Ha a beállított erősítés  $4,545$ -szeres, az érzékenység  $10\text{ mV}/^\circ\text{C}$  lesz.

Az áramkör táplálásához  $5\dots9\text{ V}$ -os stabilizált, szimmetrikus tápegység szükséges.

### Áramgenerátor LED-hez I.

Az 5. ábrán bemutatott kapcsolás egy fényemittáló dióda (LED, infravörös sugárzó vagy egy optocsatoló bemeneti diódája) számára állít elő konstans áramot, miközben a kétpólus kapocsfe-



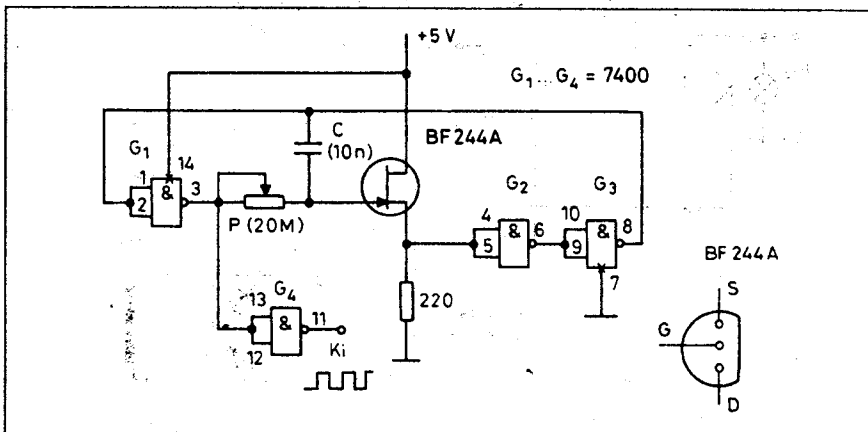
5. ábra

változásának; tehát a kollektorfeszültség jó közelítéssel állandó marad.

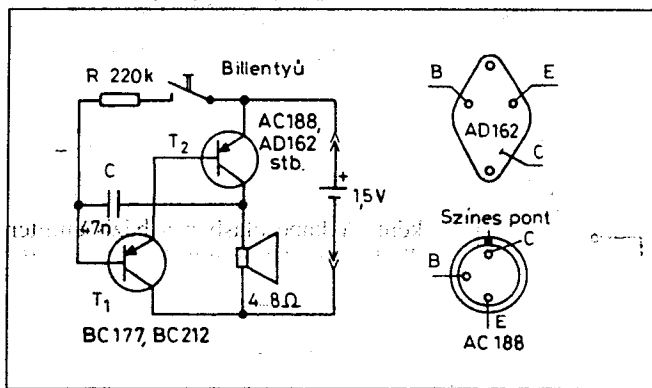
$T_2$  kollektorfeszültsége akkor marad állandó, azaz nem függ a szabályozófeszültségtől, ha  $I_3$  is állandó; az áramkör további analizisével bizonyítható, hogy ez  $R_1 = 2R_2$  esetén teljesül. A szabályozófeszültség kimenetre vonatkoztatott elnyomása függ az osztó elemeinek pontosságától.  $20\dots30\text{ dB}$  elnyomás érhető el  $5\%$ -os ellenállásokkal, potenciométer alkalmazásával pedig az elnyomás optimális értékre állítható. A kapcsolás erősítése  $+15\text{ V}$  szabályozófeszültség esetén kb. harmincszoros.

### Anti-RIAA korrektor

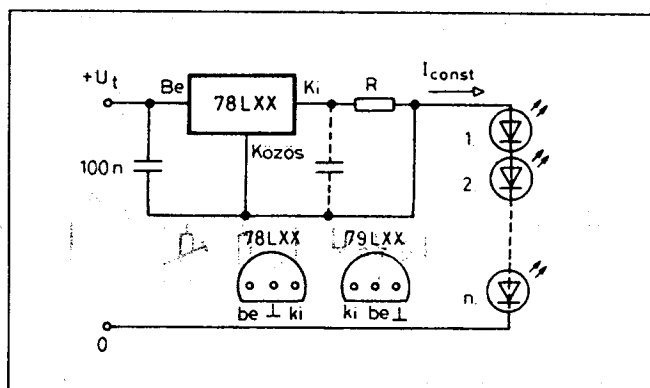
A 3. ábrán látható passzív hálózat a CD lejátszó nagyjelű AUX kimeneté-



6. ábra



7. ábra



8. ábra

szültsége széles határok között változik. Az igen egyszerű áramgenerátora a jFET. Az I áramot az R változtatásával állíthatjuk be. Ha a FET  $I_{DSS}$  telítési árama (katalógusadat) a LED táplálására megfelel, R elhagyható, helye rövidre zárható. Ilyen módon az elképzelhető legegyszerűbb áramgenerátorhoz jutunk. Az R értékét – tekintettel a FET-ek nagy paraméterszórására – legjobb kísérletileg meghatározni.

A kétpólusra kapcsolható maximális feszültséget elsősorban a FET megengedett legnagyobb disszipációja korlátozza.

### Szuperszéles-sávú impulzusgenerátor

A 6. ábrán bemutatott kapcsolás hangolási tartománya és minimális alkatrészigénye ellenére figyelemre méltó: a TTL szintű kimeneti jel frekvenciaátfogása akár 50 000:1 is lehet! A frekvenciameghatározó elemek P, illetve C. A frekvencia az  $f = 2/(RC)$

közelítő formulával határozható meg, ahol R a P éppen beállított értékét jelenti ohmban, C-t farádban kell behelyettesíteni.

Ha P 100 Ω...20 MΩ tartományban szabályozható, a C értéke pedig 10 nF, a frekvencia alsó határa 10 kHz-re, felső határa 2 MHz-re adódik. A C csökkentésével elérhető legnagyobb frekvencia mintegy 10...15 MHz.

### Morzgyakorló

Bizonyára még sok alkatrészes fiókban hever egy-két, ma már korszerűtlennek ítélt, közepes teljesítményű hangfrekvenciás germániumtranszisztor. A 7. ábrán látható kapcsolás egy olyan igen egyszerű, viszonylag nagy hangerőt biztosító morzgyakorló, amelyben jól hasznosítható a Ge-transzisztorok azon tulajdonsága, hogy szaturációs feszültségük még a megengedett legnagyobb kollektoráram mellett is alacsonyabb, mint a hasonló teljesítményű Si-transzisztoroké. A hangszórót meghajtó transzisztor ezen elő-

nyös tulajdonsága teszi lehetővé a mindössze 1,5 V-os tápfeszültség alkalmazását. Az áramkör így egyetlen Baby-, vagy Góliát-elemmel is hosszú ideig működőképes. A négyszöggenerátor üzemi frekvenciáját, a morzgyakorló hangmagasságát a C cseréjével állíthatjuk be a fülünknek kellemes értékre.

### Áramgenerátor LED-hez II.

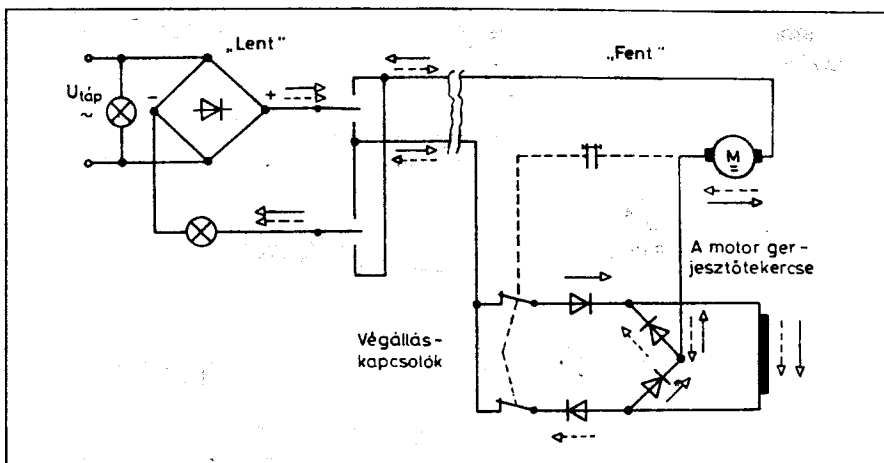
Az 5. ábrán bemutattuk a lehető legegyszerűbb áramgenerátort, LED meghajtásához. Ugyanakkor előfordulhat, hogy a rendelkezésre álló FET  $I_{DSS}$  árama túl kicsi, így a LED még  $R=0 \Omega$  esetén is csak gyengén világít. Szólnunk kell a már elterjedtektől nagyobb testű, ún. jumbo LED-ekről is, amelyeket kb. 40...50 mA-rel kell meghajtani. (Kettő vagy több FET párhuzamos kapcsolása viszonylag költségessé tenné az előbbi megoldást.)

A 8. ábrán egy szintén egyszerű, ugyancsak kétpólusú áramgenerátor kapcsolási rajza látható, amely akár 100 mA-t is szolgáltathat. (Az IC típusától függően nagyobb áramot is, lásd az 1998-as RT évkönyv 209. oldalán a 18. ábra megoldását.) A javasolt megoldásban áramgenerátorként a közismert fix feszültségű stabilizátor IC-k használhatók. Ezen tokok kimeneti feszültségét a 78(L) típusjelzés utáni, most xx-jelölt, számok adják.

A kör árama:

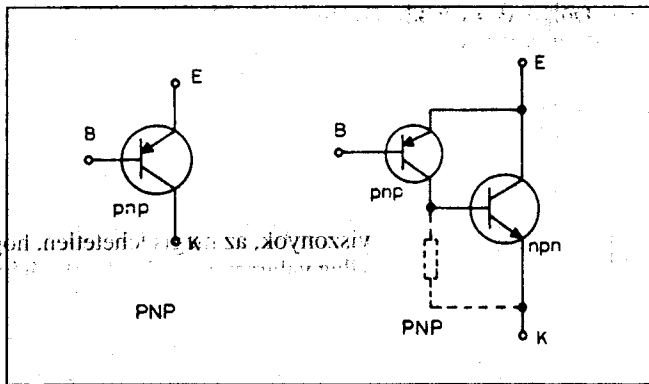
$$I_{const} = \frac{xx [V]}{R [\Omega]} [A].$$

A kapcsolást tápláló feszültség minimális értéke:  $U_{tmin} = n \cdot U_{LED} + xx + 3 [V]$ . A világitódiódákon eső nyitófeszültség,  $U_{LED}$  értékei a kibocsátott fény színe függvényében: vörös



9. ábra





10. ábra

1,5...1,8 V, zöld vagy sárga 2...2,8 V, kék 3...3,7 V. Amennyiben 79Lxx típusozatú (negatív kimenőfeszültségű) IC áll rendelkezésünkre, úgy csupán a LED-ek és a tápfeszültség polaritását kell megfordítanunk.

### Antennaforgató-motor vezérlő

A 9. ábra antennaforgatást szolgáló egyenáramú soros motor vezérlőáramkörének kialakításához ad ötletet. A „lent” elhelyezett háromállású kapcsolót az egyik szélső helyzetébe állítva a motor addig forog, amíg az antennaárboc által működtetett, s az adott forgásirányhoz tartozó végálláskapcsoló megszakítja az áramkört. A háromállású kapcsolót a másik szélső helyzetébe állítva a motor az ellenkező irányban forog. (Vegyük észre, hogy a „fenti” Graetz-híd jóvoltából a gerjesztőtekerces árama nem vált irányt.)

A tápágra sorosan kapcsolt izzó el is hagyható, az csak a motor áramát indikálja. A szénkefék szikrázásából eredő zavart kondenzátorokkal és fojtótekercekkel, lehetőleg közvetlenül a motorban kell megszüntetni.

### Npn-ből pnp-t!

Talán Murphy törvénye is lehetne: Akkor, amikor azonnal egy Si pnp teljesítménytranszisztor szükséges, éppen nem találunk, s mindez szombaton délután derül ki... A 10. ábra megoldása sok esetben segíthet rajtunk.

A jobb oldali ábrarészlet tulajdonképpen egy módosított Darlingtonkapcsolás. A kisebbnek ábrázolt tagja kis vagy közepes teljesítményű pnp, a nagyobbik pedig nagy teljesítményű npn tranzisztor, amelyekből egy-egy példány nagyobb valószínűséggel található a fiók mélyén. Az eredő tranzisztor paraméterei (erősítés, visszá-

ram, szaturáció, hűtőlemezre történő galvanikus felerősítés lehetősége stb.) természetesen eltérnek az önálló pnp teljesítménytranszisztorétól, de mint említettük, általában csak hétfévi, azaz ideiglenes kiváltásra gondoltunk.

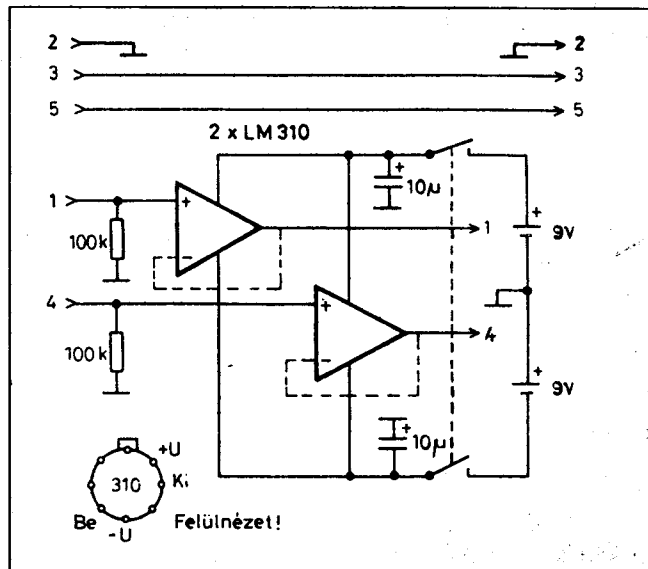
### Hangfrekvenciás impedancia-illesztő

Elektroakusztikai készülékek egymáshoz történő csatlakoztatása során előfordulhat, hogy a jelforrás kimenő impedanciája összemérhető vagy nagyobb, netán sokkal nagyobb, mint a jelet fogadó készülék bemenő impedanciája. Ez esetben többnyire nincs meg az optimális kivezéréshez szükséges jelszint. A 11. ábra áramköre – amelyet egy-egy Tuchel csatlakozóval és 2 db „rádióelemmel” együtt egy kis dobozka építhetünk – alkalmi megoldást nyújt.

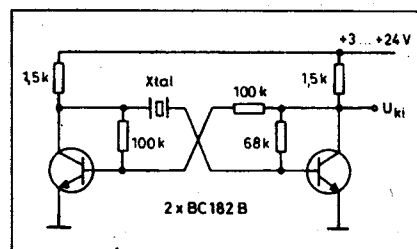
Az áramkör feszültségátvittele közel egységnyi. Az LM310 típusú IC állandó, tokon belüli visszacsatolású. Helyette  $\mu A741$ , TL071 stb. is alkalmazható, a negatív visszacsatolást (a rajzon szaggatott vonal) külsőleg bekötve. FET bemenetű IC esetén, amennyiben az szükséges, az ellenállások kb. 1 M $\Omega$ -osak is lehetnek.

### Kristályoszillátor

A 12. ábrán bemutatott kristályoszillátor érdekessége, hogy a kapcsolás kondenzátort nem tartalmaz. A nagytorzítású szinuszelet előállító kapcsolás 100 kHz...15 MHz-es kvarcok be-



11. ábra



12. ábra

rezgetésére alkalmas széles, 3...24 V tápfeszültség-tartományban.

A tranzisztorok típusa közömbös: az áramkör gyakorlatilag bármely kis teljesítményű szilíciumtranzisztorral üzemképes. (Pnp tranzisztorokkal – pl. BC212, BC177 stb. – megépítve ellen-teszes polaritású tápfeszültségről működik.)

Gyengébb rezgőképességű kvarcok esetében előfordulhat, hogy az ellenállások értékét arányosan csökkenteni kell.

**RÉGI ÉVKÖNYVET, LAPOT KERES?**  
**Akkor:**  
**hambazar@radiovilag.hu**  
**T./f.: 239-4932, 239-4933**



Az ELMŰ Rt. – igazodva fogyasztói igényeihez – fokozatosan átalakítja ügyfélszolgálati rendszerét és áttér a telefonos és internetes ügyintézésre. A számlabefizetések kivételével gyakorlatilag ma már nincs olyan ügy, amit ne lehetne telefonon, otthonról elintézni.

Egyre népszerűbb az ELMŰ egy éve működő telefonos ügyfélszolgálat, amely helyi tarifával hívható és az ügyek nagyobb részét már ott intézik. A

## Telecentrum

munkatársai a

**06-40-38-38-38**

számon készséggel állnak rendelkezésre bármilyen, számlázással, számlafizetéssel, szerződéskötéssel, hibabejelentéssel kapcsolatos ügyben.

**elmű**  
a pozitív energia

# HQ & NEDIS Kft.

## Elektronikai alkatrészek és kiegészítők áruháza

*Minden, ami az elektronikai áramkörépítéshez és javításhoz szükséges!*

Cím : 1191 Budapest, Corvin krt. 7-13

Nyitva tartás : Hétköznapokon 8:30 - 17:00

E-mail : [nedis01@mail.datanet.hu](mailto:nedis01@mail.datanet.hu), vagy [rendeles@hqnedis.hu](mailto:rendeles@hqnedis.hu)

Honlap : <http://www.hqnedis.hu>



# NEDIS

HQ & NEDIS Kft. a KÖNIG termékek  
hivatalos magyarországi képviselője.



**KÖNIG**  
**ELECTRONIC**

Keresse a KÖNIG termékeket a HQ & NEDIS Kft.  
kínálatában!

**Telefon : 282-9880**  
**Fax : 282-9589**