

# RÁDIÓ – TECHNIKA ÉVKÖNYVE 2002



**NEDIS**  
Elektronikai alkatrészárúház



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



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



**Weller** szaküzlet  
Kft.  
1134 Bp. Argyasútpálya 18.  
ISO által minősített képző-  
szervezetek kis- és nagy-  
kereskedelmére.  
Tel.: 340-8456



**CQ  
de  
HA** skk

**bevért kapcsolások**

**QUAD-405**

**Net Radio**



**Net Radio**  
HÁRSZI

1. A net radio működése...  
2. A net radio ábrája...  
3. A net radio alkatrészei...  
4. A net radio beállításai...  
5. A net radio karbantartása...



**ZL**  
RÁDIOLABORATORIUM

PRINTED  
CIRCUIT  
BOARD

TRANSFER  
FILM

Press-n-Peel



**P  
I  
C**



**IRANY-EUROPAI**

**KULTURBA ZÁRÉGOY**

ADÓZOTT TERMÉK

Az olvasás  
kérve az egészsegre

# A RÁDIÓTECHNIKA Software Service ajánlata!

## IBM PC XT/AT-n futó programok:



### PCBCGA V 2.0 NYÁK-TERVEZŐ PROGRAM

EPSON mátrix, HP DeskJet 500, HP LaserJet III, IXL printereken 1:1, 2:1 arányú nyomtatással. Normál és feüljelszerű, 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-ról 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. Kipróbált kapcsolásokat könnyen beülthetünk újakba. A rajz Epsion 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 mellékelte, szabadon felhasználható

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 processzor, 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 verziókhöz 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 időig megjelent számain, kiadásain

kivül 200-nál több szakkönyv adatait vittük be az adatbázisba. Intelligens - akár többszintű - keresés logikai függvény alapján! Saját, tetszőleges (műszaki) tárgyú adatbázisok is létrehozhatók! Rövid ismertetése a Rádiótechnika 2001/7. számában megtalálható. F. ár: 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 hármikor leihívható On Screen Help segíti, bár 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, jelenlős adatbázissal, a TTL- és CMOS katalógusok egyenként mintegy 400, a MEMÓRIA katalógus kb. 200 IC, a TRANZISZTOR katalógus 7500 tranzisztor, FET, MOSFET több paraméterrel, a DIÓDA katalógus pedig közel 7000 típus adatait tartalmazza.

Utóbbiban a diódákon kívül megtalálhatók a tranzisztorok, triakok, optocsatlók, erősítőmodulok paraméterei 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-es 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)

GRÁTISZI! Ha Ön programkinálatunkból 6000 Ft feletti értékben vásárol, egy DOSHELP-H programot kap ajándékként! GRÁTISZI! 12

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

## Szerkesztették:

Békei Ferenc főszerkesztő  
okl. üzemmérnök, 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, HA5PE  
Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ/7  
Dr. Fábian Tibor okl. villamosmérnök  
Ferenzi 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. üzemmérnök, HABET  
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. üzemmérnök, HA9PN  
Urbán István okl. villamosmérnök  
Wlassits Nándor HA8QC

## Tartalomjegyzék

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

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

HU-ISSN 0557-6229

## 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 megelégedésére.

Megszokott dolog, hogy évkönyveink előszavában megszólítjuk Olvasóinkat a legújabb portékát, az aktuális kötetet ajánlva. Alkalmadtán 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 cikkeik 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 *Stefánik 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 alacsonycsillapítású 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, sugárzókábel 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.

Tel: 200-0296, 200-6968

Nagykereskedelmi forgalmazás:

**RAKOTRADE Kft.**

Fax: 200-6971

e-mail: rakotrade@axelero.hu

# ZL Zelenka László és a ZL Rádiólaboratórium ZL

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 technikát 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 zölyombrézói, 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 kegydíj 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. Amikor 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 adóvevők fejlesztését. A Standardnál töltött évek alatt meglátogatta a testvérvállalatot, az antwerpeni Bell System Telephonique céget, továbbá az eindhoveni Philips és a párizsi Le Matérielle Telephonique gyárakat.

## A ZL Rádiólaboratórium megalapítása

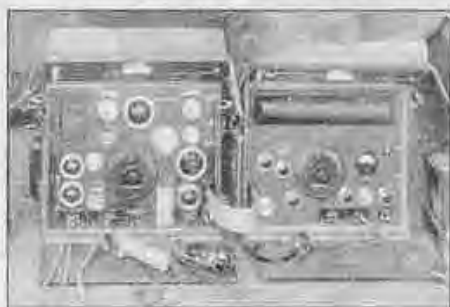
1930 végén, ma már kideríthetetlen okból kilépett a Standardtól és előbb mű-

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. Interjút 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 kívának „mérnöki méréseket, tanácsokat és szakértői munkát” nyújtani: Zelenka a laboratóriumban kezdetben egyedül dolgozott, rádiókészülékeket javított és tekercskészleteket készített.

Az 1933. elején 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)**

zás terjedésének és lendületet a készülékek gyártásának. Az új adó hatékonyságát az 1934–35. években lefolytatott országos térorősségméréssel határozta meg a Posta. Ehhez a térorősségmérő műszert a ZL Rádiólaboratóriumtól rendelték meg. A műszerről elismeréssel nyilatkoztak cikkeikben a postamérnökök. Ez a megrendelés nyitotta meg a cég számára a komoly megbízások sorozatát. A műszer 3 részből áll: a vevőkészülékből, a mérőoszillátorból és a keretantennákból. A vevőkészülék szuperrendszerű volt és a bemenő nagyfrekvenciás jel feszültségét mutató műszerrel jelezte. (Frekvenciatartománya 150–1500 kHz, érzékenysége 200  $\mu\text{V/m}$ .) A hemenetre a frekvenciának megfelelő forgatható keretantennát csatlakoztatták. A térorősség meghatározására szolgált a mérőoszillátor, amelynek kimenőáramát termokeresztéses műszerrel állították be és amelynek jele kapacitív osztón keresztül jutott a vevő bementére. A térorősség meghatározása hitelesíté-



**Hordozható erősítő a Magyar Rádió részére**

si diagrammokkal történt. Abban az időben konstrukciós érdekességnek számított, hogy például a vevő műszert jack-dugó segítségével lehetett a fokozatok ellenőrzésére, a mérőpontokra csatlakoztatni, a vevőt és a mérőoszillátort pedig közös dobozba beépített fiókszerű egységekbe szerelték és a két fiók közötti nagyfrekvenciás csatlakozást merev rézesósból készített összeköttetéssel valósították meg. A műszert a Posta Kísérleti Állomás által készített mérőkocsiba építették be. Ezzel a kocsival 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 lüzetes leírásával együtt már előjegyezhető.

**ORKÁN**

nagyteljesítményű dinamikus hangszóró  
Kerjén prospektus  
**ZL Rádiólaboratórium**  
Budapest, Vilmos császár út 22, t. 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 tartafékesővek 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 tekercseket. Úttörő vállalkozás volt ez; az alkatrész készletként (kit-ben) történő árusítás, amelyben Zelenka Lászlót nem igazán követték más cégek. Érdekes adalék található, szinte észrevehetetlenül, a Molnár-Jovitsa: „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 hullámsapda 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 készüléket, 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 tényt 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**



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 hirdetésé, 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 mérőoszcillátor – 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 mérőoszcillátor 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 hozták forgalomba. Az 1-B típus beszerzésére a Rádió

Technika előfizetői számára akciót hirdetett.

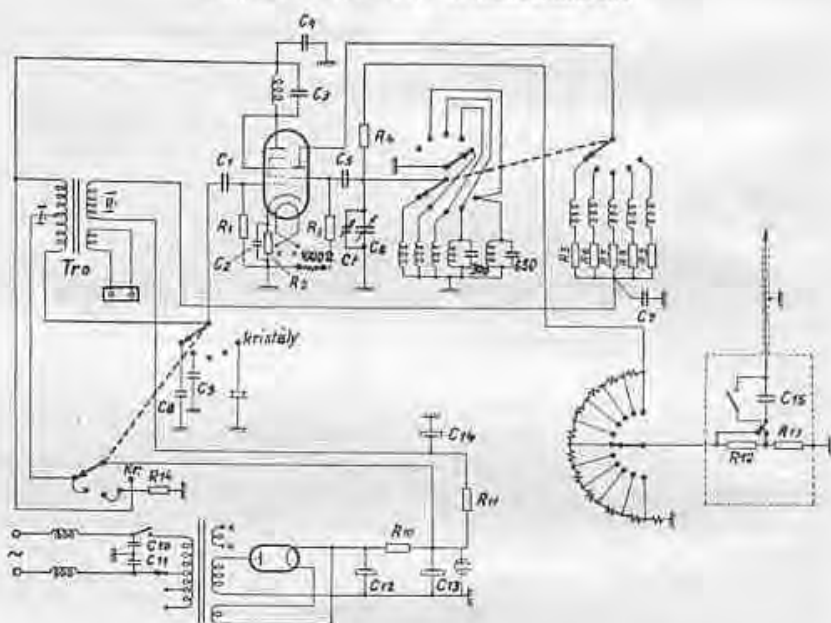
Érdemes áttekinteni a kis szignálgenerátorok korábbi típusait, az 1-B és a 2-B utódjának, a 3-B-nek a kapcsolását. A készülékről a Rádió Technika 1948. februári számában jelent meg ismertetés. Ez igen részletes; a kapcsolási rajzon és a működés ismertetésén kívül közli a tekerések menetszámát, huzaladatait.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

## Újdonság!

„3-B” kvarcvezérlésű kis szignálgenerátor. A régi jóhírű „1-B” és „2-B” utódja! Kérjen ismertetőt!

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

### ZELENA »3B« KAPCSOLÁSI RAJZA



Csővek: ECH4 vagy ECH21  
Egyenirányító V430

Kondenzátorok:

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

Ellenállások:

$R_1 = R_2 = 50 \text{ k.ohm}/0,5 \text{ w}$ ,  
 $R_3 = 1000 \text{ ohm}/1 \text{ w}$ ,  
 $R_4 = 10 \text{ k.ohm}/0,5 \text{ w}$ ,  
 $R_5 = 50$ ;  $R_6 = 1500$ ;  $R_7 = 2500$ ;  
 $R_8 = 1500$ ;  $R_9 = 5000 \text{ ohm}$ ,  
 $R_{10} = 5000/2 \text{ w}$ ;  $R_{11} = 10.000/1 \text{ w}$ ,  
 $R_{12} = 2500 \text{ ohm}$ ;  $R_{13} = 25 \text{ ohm}$ ,  
 $R_{14} = 80.000 \text{ ohm}/1 \text{ w}$  és  $1000 \text{ ohm}/0,5 \text{ w}$ .  
Ezenkívül: 2 db. 50; 2 db. 20; 6 db.  
10 ohmos rudellenállás 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 igazi minőséget: egyszerű szerelés, igen könnyű  
JAVÍTÁSOK TÁRSASÁGÁNAK (PAPKÖNYV KIADÁSÁVAL)  
TÁRSASÁGÁNAK (PAPKÖNYV KIADÁSÁVAL) HÍVJUK, HOGY KÉRJÜNK, HOGY A SZÁLLÍTÁS  
10-2000 m. távolságra a szállítást ingyen adjuk meg.

### ZENITH „8-A”

ROVIDHULLAMÚ TEKERCSKESZLET

10-2000 m. távolságra a szállítást ingyen adjuk meg. Kérjük, hogy a szállítást  
10-2000 m. távolságra a szállítást ingyen adjuk meg. Kérjük, hogy a szállítást  
10-2000 m. távolságra a szállítást ingyen adjuk meg. Kérjük, hogy a szállítást

ZELENA LÁSZLÓ

OKL. GÉPÉSZMÉRŐK ÉS BÉRSZÁMÁRTÓK TÁRSASÁGÁNAK  
BUDAPEST, XI. KERÜLET, UTÁSZÓ UTCA 38. TELEFON: 258-258





7-csöves katonai telepes vevő

golták. A nagyfrekvenciás jelet a rácspontról feszültségosztón keresztül vezették 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 heptódarész kettős funkciót látott el: transzformátoros hangfrekvenciás generátorként vagy kvarcoszcillátorként működött. Az előbbi esetben a moduláló jelet, illetve a kimeneti kapesokon 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 télerősségben erős fejhallgatóvéttel”. Telepes táplálású, szuperheterodin felépítésű, hordozható kivitelű készülék volt.

A '30-as évek második felében kezdett foglalkozni a cég a professzionális vevőkészülékek fejlesztésével, melynek eredményeként vált fogalommá 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.

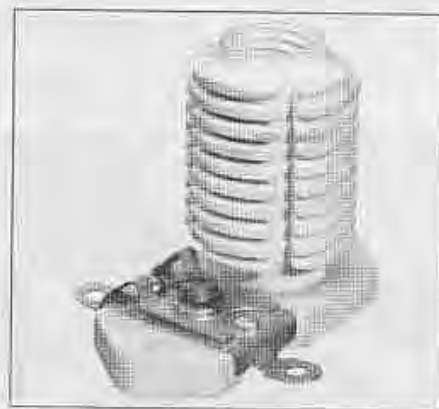
A 8-A és a 8-B típusú készülékekről nyomtatott adatlap, külső és belső fénykép, valamint a típusjel feltüntetése nélküli kapcsolási rajz maradt meg. Zelenka László saját írásos közlése szerint ebben a készülékben alkalmazták a *Dallas Györggyel* együtt kidolgo-



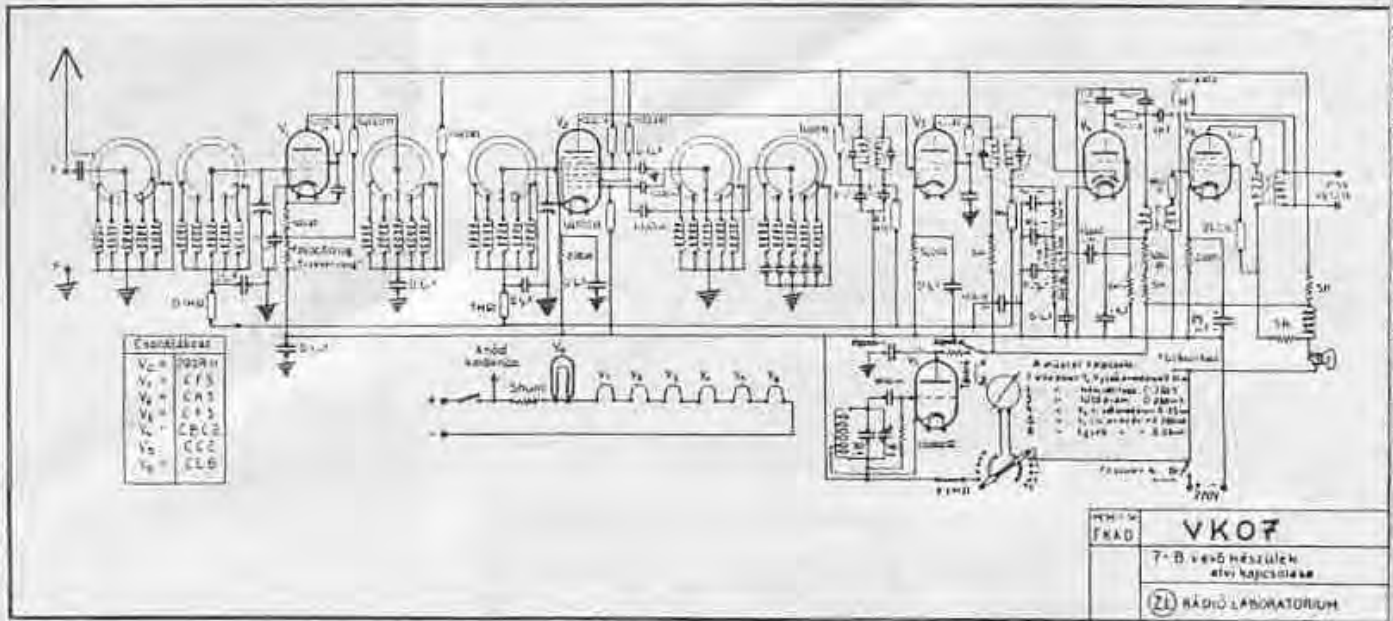
Zavarkereső készülék szerelése

zott zajhatároló kapcsolást. Ezt a készüléket alkalmazták a háború után gyorsan beindult rádiótávíró szolgálatnál. Ezt megerősíti *A postamérnöki szolgálat második 50 éve* című könyv 3.5.2. *Rádiótávíró szolgálatunk újraélesztése* 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 kvareszcűrő. Demoduláció: távíró és távbeszélő. Zörejhatároló a 100%-osnál nagyobb modulációs esücsök 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 tekercset alkalmaztak, amit *dr. Déry 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 megemlíteni arról, hogy Zelenka László szakmai pályafutása során végig kitapintható az angol Marconi cég iránti vonzalom. Ide kívánczok, 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 félhivatalos rádióállomásról szóló részében, a következő

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

A ZL Rádiólaboratóriumban 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 körútjára, 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 vezérosszcillátor eredetileg négy, kismértékben elhúzható, átkapcsolható rezgőkvarcot tartalmazott. Ezt később felváltotta az amatőrforgalom szempontjából előnyösebb változtatható frekvenciájú oszcillátor (VFO). Fiókként elhelyezett mutatós műszer mérte az egyes fokozatok áramait és feszültségeit. A berendezés táviró- és kétoldalsávú amplitúdómodulált üzemből 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 előleletről.

Ultraszűrésű hullámú adó-vevő is készült a ZL Rádiólaboratóriumban. A 2-A típusú készülékről megmaradt nyomatott adatlap alapján a jellemzői a következők voltak. Frekvenciatartomány: 54–60 MHz. Hatótávolság: hegy és hegy között 8...10 km. Normál telefon-kézi beszélő. Tömeg: 6,5 kg. Beépített anódtelep és fűtőakkumulátor. A címben feltüntették, hogy: „Mareconi rendszer”. Az adatlap nyomdai jelzőszáma szerint a kiadás éve 1940 volt. Zelenka László szakmai önéletrajzában erről a készülékről a következőket írta: „A Mareconi Wireless E. Co.-nál (Londonban) tett látogatásom után, nevezett cég beleegyezésével elkészítettem hazai viszonylatban elsőnek a hordozható 2-A ultraszűrésű hullámú adó-vevő berendezést.” A készülékről hirtetést 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 vasmágok 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 vívófrekvenciás áramkörök összekapcsolására és elválasztására szolgáltak.

– *Nagyfrekvenciás mérőhíd*. A Schering-rendszerű hidat 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 vasmágok veszteségét és az alumíniumlemezes forgókondenzátorok ellenállásváltozását mérte.

– *Objektív időmérő erősítő*. A készülékről csak a két megmaradt fénykép ad információt. A készülék két, hátán 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-bellügyi adóberendezéshez.

– *Csillapítás-szekrény*. Az 1940-ben készült műszerben a csillapítógombok 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 magaságú, fémből készült alak egy szabadtéri dobogón állt. A szerkezetről 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 beszélt.



Csőmérő

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

– *Mérőkészülék rádiólokátorhoz*. Az eszokról a megmaradt két fénykép alapján nem sok állapítható meg. Valószínűleg a háborús években folyt rádiólokátor-fejlesztéshez készült segédberendezésként. Erről a Standard gyárban folytatott fejlesztésről és gyártásról részletes beszámolót közölt Istvánffy Edvin az *Elektrotechnika* folyóirat 1948. januári számában *Hozai 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 házba 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 I-V-1 felépítésű volt, K-sorozatú csövekkel. Különlegességként számított a KBD1-gyel működő ellenütemű végfokozat, amibe kétkerékes, lengőnyelvas 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 nagypontosságú 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 bemutatta reaktanciák, ellenállások, antennák és tápvezetékek impedanciájának meghatározását”, – írja a lap.

Ismeretterjesztő szakkéikkel korábban a *Rádióélet* műsorújságban, majd a harmincas évek végétől a *Rádió Technika* lapban jelentek meg. Néhány, a szígnálgenerátorokkal kapcsolatosai már említettekén kívüli cikke:

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

*Frekvencia-moduláció* (1939. június).

*Érzékeny csővoltmérő készítése és egyélműhelyi 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 hirdetései 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 Klubban kezdődött. Közreműködött a



### Rádióhírdíró 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 mulatság 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. helyezést *Deák Pál*, illetve *Jancsó Kálmán* műegyetemi hallgató, a ZL Rádiólaboratórium későbbi vezető munkatársai voltak. A 3. helyezést díja egy 5 „lámpás”, hordozható Orion vevőkészülék, a 4.-é pedig egy rövidhullámú adapter volt. A díjkiosztásról beszámoló cikk (Z.) szígnálval 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 közölték 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 négyszobás lakásban működött. Az 1942-43-as évek kitapinthatóan az útkeresés éveit lehetettek Zelenka szá-

mára, 1942-43 fordulóján kapcsolatba került a Magyar Philips Művekkel. Kialakult a kölcsönös szándék, amely szerint a Philips, adóosztályának megerősítésére, átvette volna a teljes ZL Rádiólaboratóriumot. Talán nem érdemtelen 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 *Mercseki Rózsa* „irodakísaszszony”, 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 Rádiólaboratóriumban.

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 szígnálgenerátorról a hirdetés, mely szerint a műszert a „Zelenka-Harmathy Villamosági 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 *Büch Ernő* és *Sarkadi Vilmos* mérnököket cégéhez felvette, mint arról Zelenka László a szakmai önéletrajzában és a *Rádió Technika* 1947. októberi számában az *Émlékezzünk – Büch Ernő* című cikk is beszámol.

1945 után a cég irodájaként Zelenka László lakása, a Bp. XL., 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 bel- földön, mind külföldön a professzionális mérőműszerei. 1946-ban a lengyel Postának szállított telefontechnikai mérőbőröndöket, melyekért csereként 100 vagon kohókokszot adtak. Ugyanilyen mérőbőröndöket szállítottak Jugoszláviába és 150 db eljutott Kínába is. A cég háború utáni helyzetéről a legbővebb információ a *Rádió Technika* 1948. februári számában megjelent cikkben olvasható, amely Zelenka Lászlónak a mérőszakszervezetben, 1947. december 15-én tartott előadásáról számol be. Ebben a saját cége 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 esővoltmérő 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 esővoltmérővel 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 rádióhírdendő”-ről. 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 tanulmányújtán tanulmányozta a kérdést és részt vett a Philips cég által a témában hirdetett pályázaton. 1946-ban előadást tartott a rádióhírdendőről, vagyis a vezetékes rádióról a Magyar Mérnökök és Technikusok Szabad Szakszervezetében. A cikkben ismét felkelti a figyelmet a vezetékes műsorszórás 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 Rádióévkönyvnek ugyanebben a kötetében hirdetésként rövid ismertetés és fénykép jelent meg a Z-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 Rádióévkönyvben jelent meg a *Rádiós kalandom* című cikk. Ebben elmeséli, hogy egy ismerőse Amerikából egy ötszöves, közép- és rövidhullámú vevő teljes alkatrész-készletét, kúrtját hozta magával és megkérte őt, hogy állítsa össze a készüléket. A kúrt a készülék valamennyi elektromos és mechanikus alkatrészét, a dobozt és a skálát is tartalmazta. A készlethez 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 szőrt kapacitásaihoz behangolt tekercesek 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 kúrt 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 vívőfrekvenciás 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

Képviseletje:  
**Magyar Marconi Rt.** Bpest, VIII.,  
Baross-u. 28  
Telefon: 258-258 (Zelenka mérnök irodája)

mérnök, alkotói sikerekben 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 tervezett, 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 lehettek 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.

Impedanciamérő híd.

Mérőműszerek rádióadókhöz.

Mechanikus rezgésmérő.

Nemzetközi hírvé lett az 1955. június 28-án bejelentett *Olvasó készülék 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, Svájcban 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 megalapodott 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 szelimalomharcot kellett vívnia. Feltűnően jóhatósággal 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 akadályokról 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 kellett 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 leállítására és megfelelő alkatrészbeszerzési háttér biztosítása lettek volna. Erre azonban nem került sor.

Több társával találmányi bejelentést tett 1958-ban *Elektronikus szomszerelő 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 eltárolniuk. A berendezést 1959 nyarán helyezték üzembe.

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

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

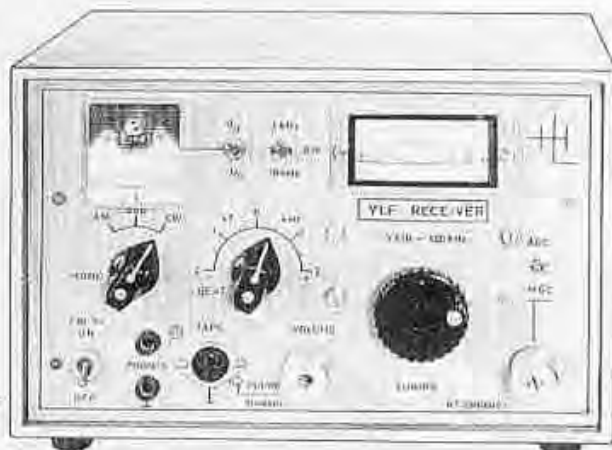
1957-ben régi kollégája, a ZL Rádiólaboratórium korábbi munkatársa, Deák Pál okl. gépészmérnök, a Magyar Elektrotechnikai Ellenőrző Intézet (MEEI) Híradástechnikai osztályának vezetője hívására az Intézet munkatársa lett, osztályvezető-helyettesi beosztásban. Itt dolgozott haláláig.

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

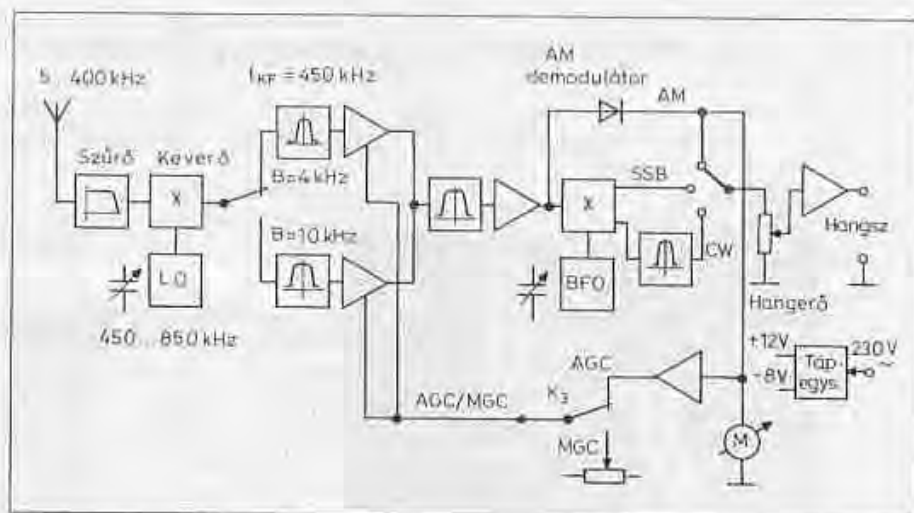
A minden iránt érdeklődő rádióamatőröknek szükségük lehet egy olyan vevőkészülékre, amellyel a megszokott broadcast frekvenciatartományok alatti is tapasztalatokat szerezhhetnek az egészen alacsony frekvenciájú rádióhullámok tulajdonságairól. Ilyen célra született készülékünk, amely az 5 kHz...400 kHz 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 pontosidő szolgáltat, egyéb kerek frekvenciájú adók (pl.: OMA stb.), néhány kódolt és kódolatlan géptáviró-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.  $1 \mu\text{V}$ , amely érték jónak mondható.



1. ábra. A VLF-vevőkészülék előlnézeti képe

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

vencaátfogást 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-



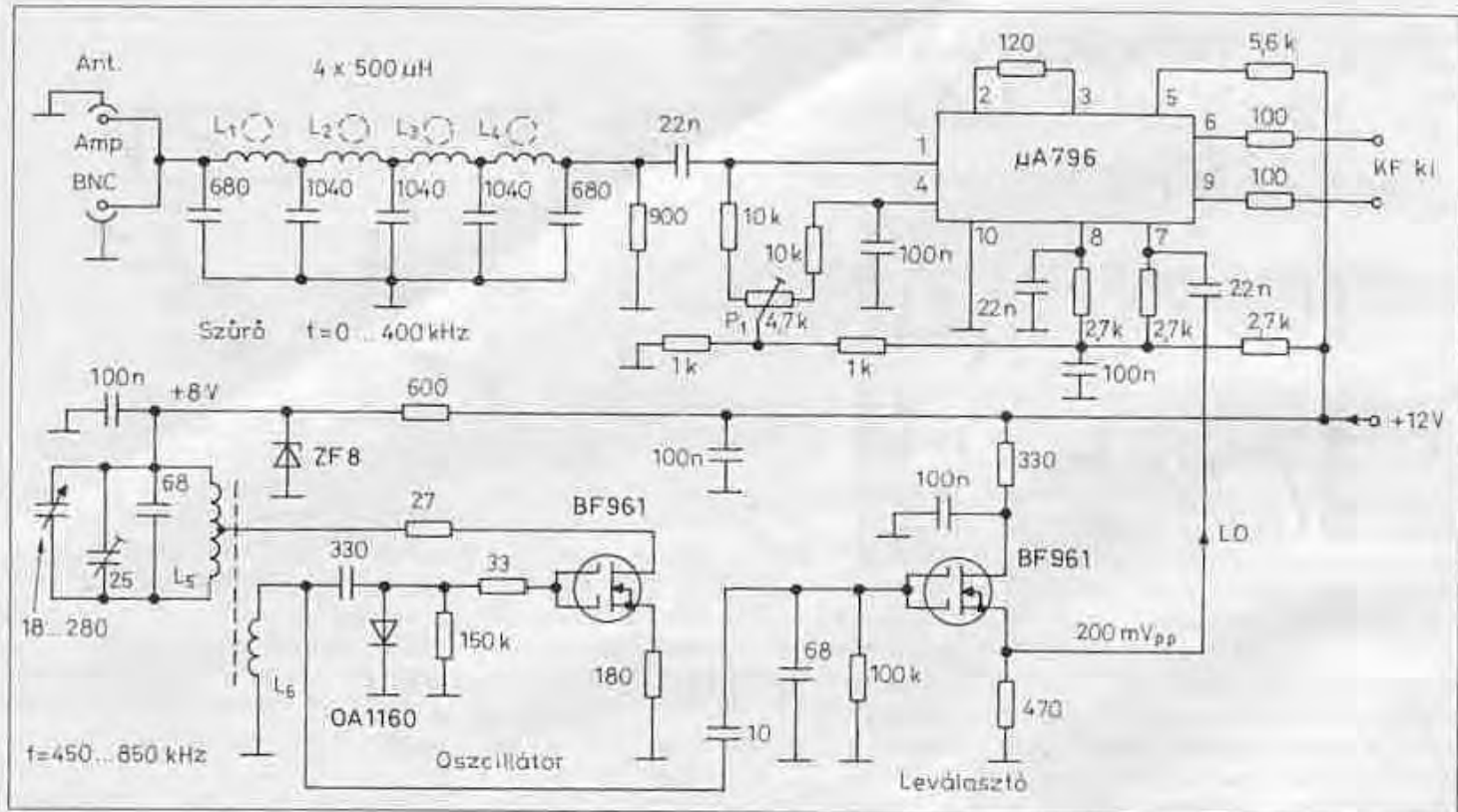
2. ábra. A készülék tömbvázlata

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.

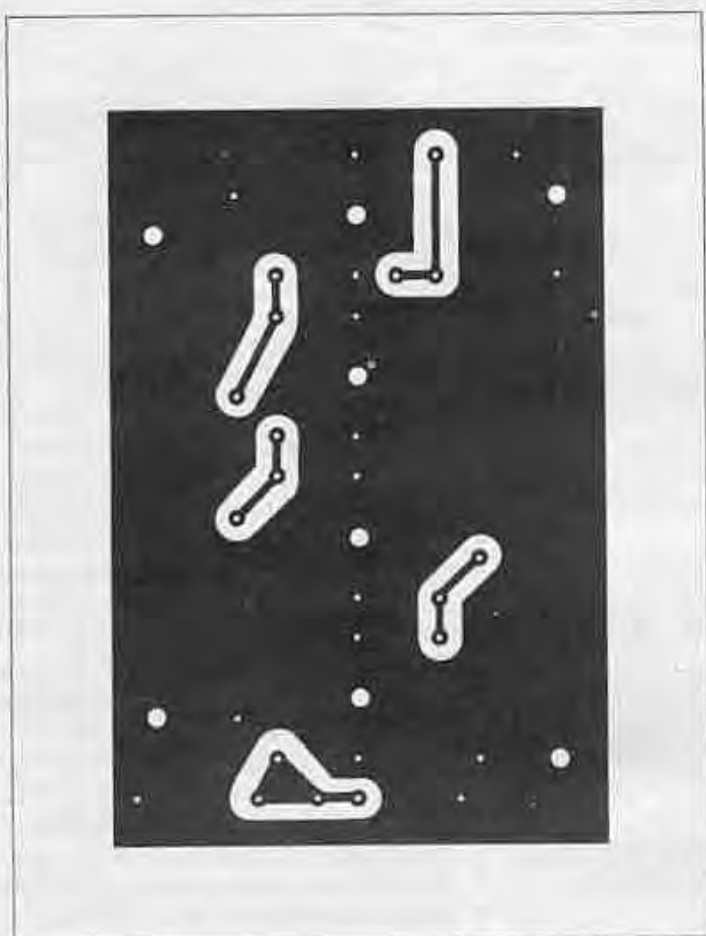
Köszönettel tartozom mindazoknak, akik munkámhoz dokumentumok átadásával és emlékeik közlésével segítséget nyújtottak: öv. Zelenka Lászlónénának a dokumentációs hagyaték átadásáért (ezt a Postaműzeum

vette át megőrzésére); Zelenka Mariának, Zelenka László Kanadában élő leányának, atyja általi restauráltotott fényképéért és emlékei közléséért; a Postaműzeumnak 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 Rádiólaboratóriumában dolgoztak, emlékeik felidézéséért; továbbá Balás B. Dániel, Csipkés Ernő, Hajder Tibor, Havas György, dr. Király István, Mező Béla, Mihál László, Pintér László, Somorjai Péter és Tamás Tibor uraknak, akik emlékezéseikkel szintén segítettek a cikk megírásán.

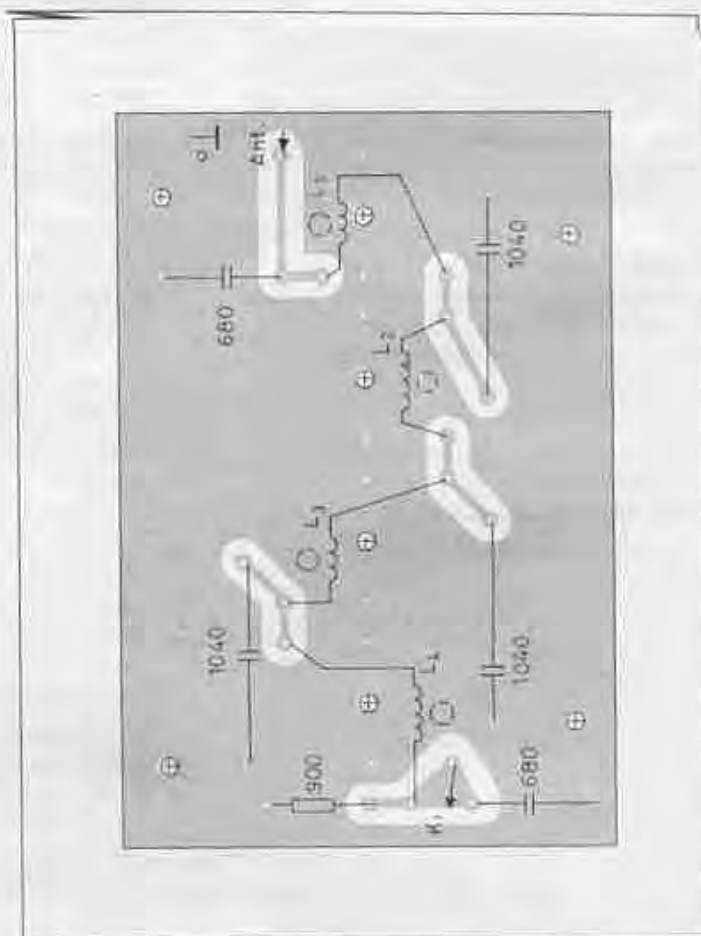
rőfokozat között egy olyan szélessávú bemeneti szűrőt célszerű alkalmaznunk, amely kizárja a KF frekvenciáján és az ezen határ feletti frekvenciák vételét. Ezt a célt szolgálja az antenna és a keverő között alkalmazott aluláteresztő szűrő, amely a 0 Hz...400 kHz tartományban engedi be a jeleket a keverőre. A szűrő a 400 kHz...450 kHz frekvenciák között leyág 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 képví-



3. ábra. A vevő keverőfokozata és a lokáloszcillátor áramkör



4. ábra. A bemeneti aluláteresztő szűrő nyák-lemeze



5. ábra. A bemeneti szűrő beültetési rajza







**1300**  
új alkatrész  
disztribúciók  
műszaki  
paraméterek

**ret**  
elektronika

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



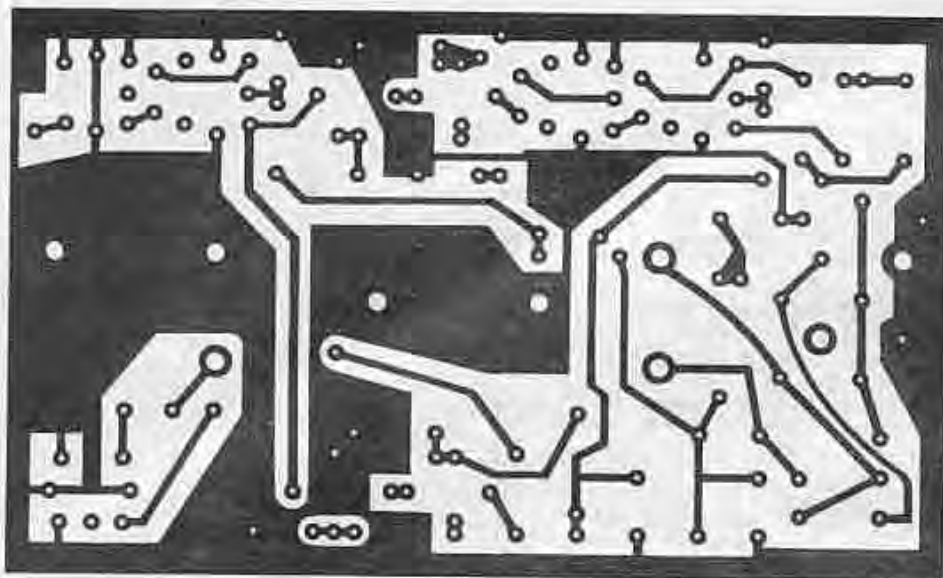
# Katalógus 2002

**Robtron Elektronik Trade Kft**

Tel.: (62) 422-500, Fax: (62) 422-596

Postacím: 6701 SZEGED, Pf.: 1160

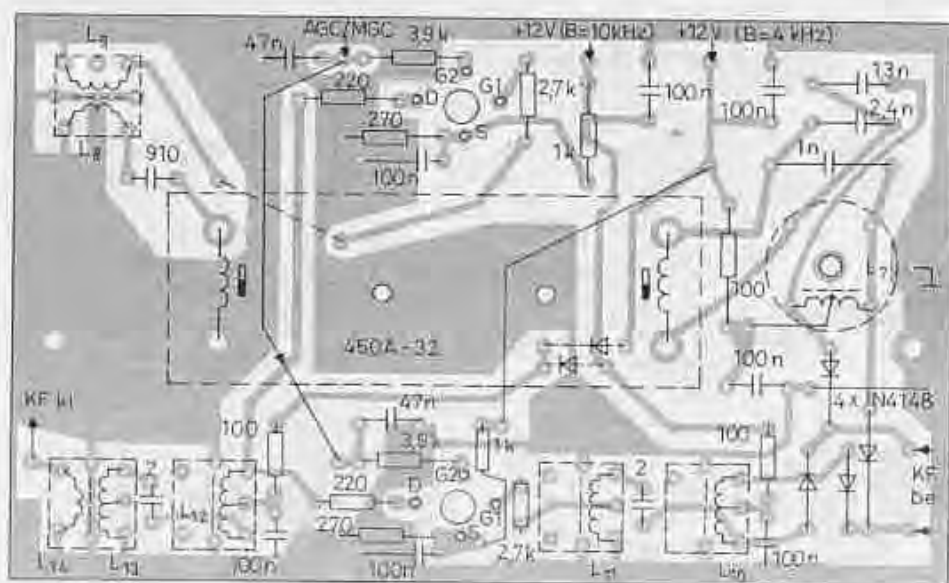
E-mail: [ret-elektronika@tiszanet.hu](mailto:ret-elektronika@tiszanet.hu)



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> sávzélesség-kapcsoló állásától függetlenül. A KF-egység egy 115 × 70 mm méretű nyák-lemezen foglal helyet, amelynek fóliarajzolatát a 9. ábra, beültetését a 10. ábra szemlélteti.

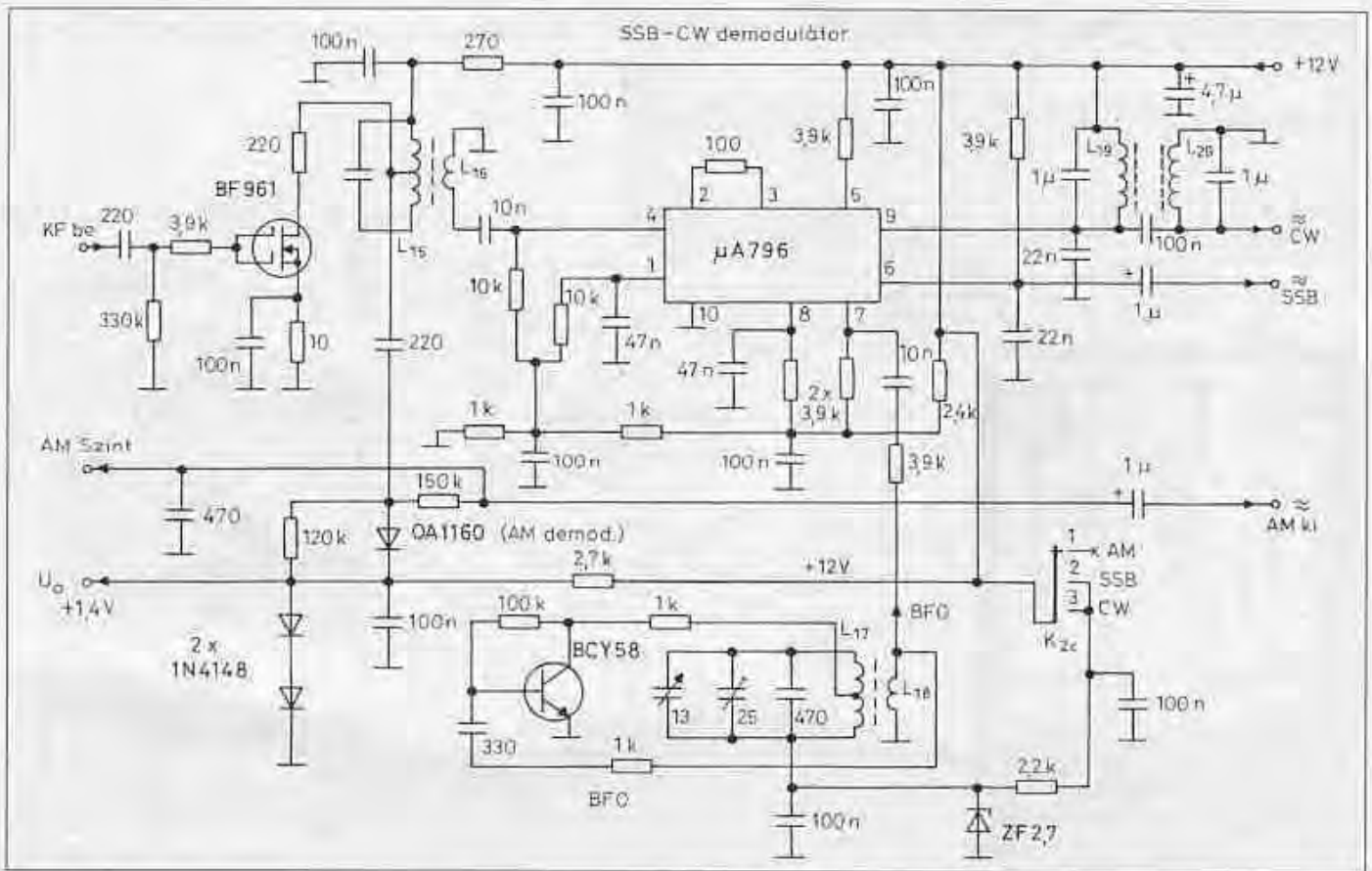
A KF-egységtől elkülönített nyák-lemezen foglal helyet a KF-erősítő lánc második tagja, valamint az AM-demodulátor és a produkt-detektor áramkörei (11. ábra). A 2. KF-erősítő fokozat ugyancsak BF961-es tranzisztorra már nincs bevonva az AGC/MGC szabályozásba, mindig a teljes erősítéssel dolgozik. Az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



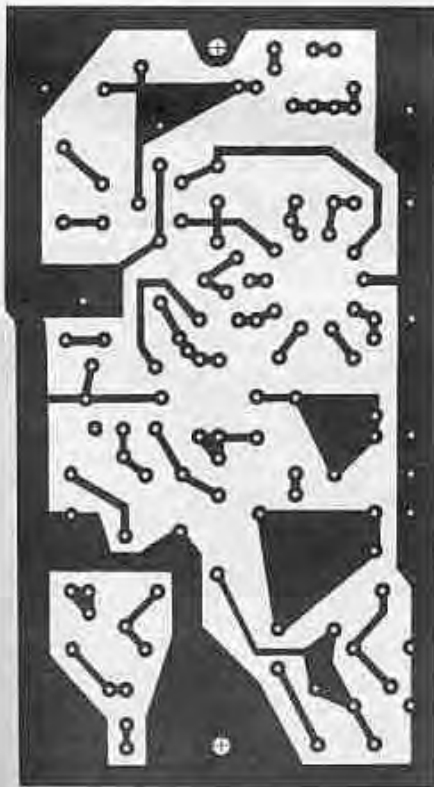
10. ábra. A KF-egység beültetési rajza

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 feszültség-szintre. A demoduláció (egyenirányítás) során – amikor már van vett jel – ez a feszültség negatív irányban mozdul el, csökkentve a KF-erősítést, az előlapi K<sub>2</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.

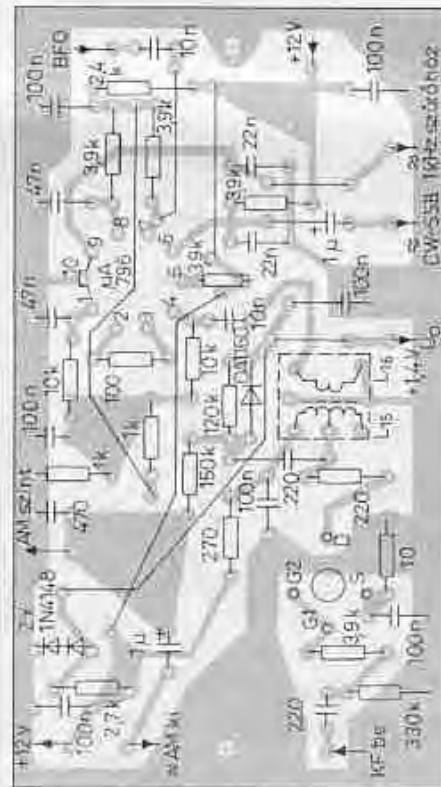
SSB-, FSK- és CW-jelek vétele esetén a  $\mu$ A796-os IC-vel kivitelezett produkt-detektort használjuk demodulátorként. Ez, mint egy keverőfokozat létrehozza a bejövő KF-jel és a lokáljel (itt BFO = Beat Frequency Oszcillátor) frekvenciája közötti különbségi jelet. Ez már hangfrekvencia, amely füllel hallható. Ez az eredő hangfrekvenciás jel megjelenik az IC mindkét kimeneti pontján, a 6. és 9. pontokon. A 6. ponttól 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 esatolású sávszűrő sávzélessége már csak 200 Hz, ami nagyon jó, zavarmentes vételt biztosít. A  $\mu$ A796-os produkt-detektort egy BCY58-as tranzisztorral kivitelezett BFO-oszcillátor látja el a szükséges lokáljellel. Ezen BFO-oszcillátor a 3-állású üzemmód kapcsolonak csak az SSB és CW állásaiban van üzemben. A K<sub>2c</sub> kapcsoló-szektor megszakítja a tápfeszültséget AM-vétel esetén. A produkt-detektor 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 középpályában 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 egyoldalsávú vétel (SSB) alsó és felső



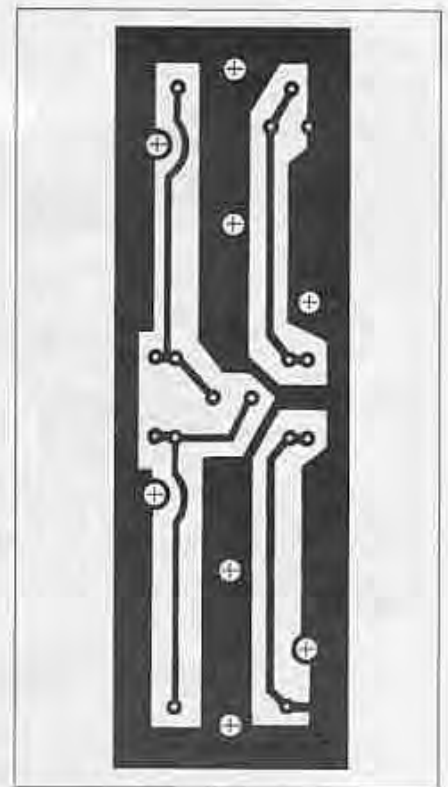
11. ábra. A II. KF-erősítő, a demodulátorok és a BFO-áramkör



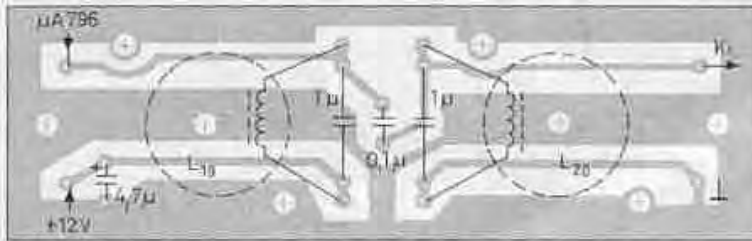
12. ábra. A II. KF erősítő, az AM demodulátor és a produktdetektor nyák-lemeze



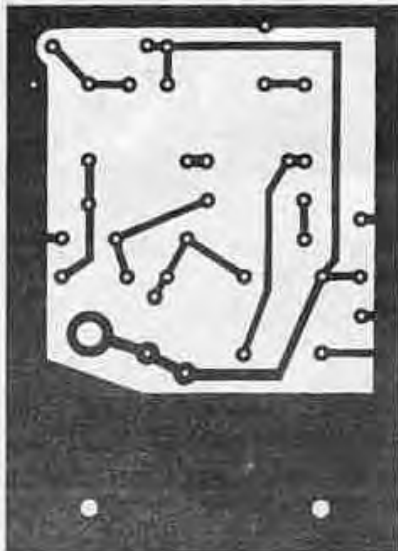
13. ábra. A demodulátorok beültetési rajza



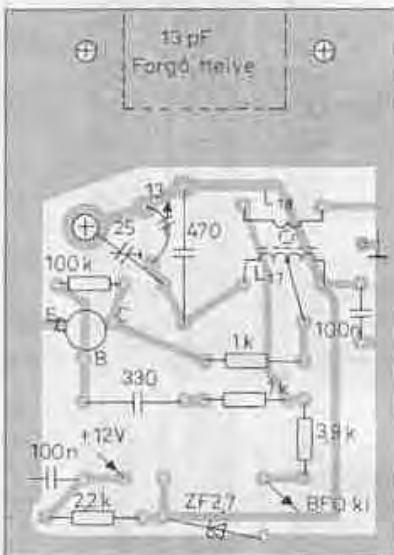
14. ábra. Az 1 kHz-es sávszűrő nyák-lemeze



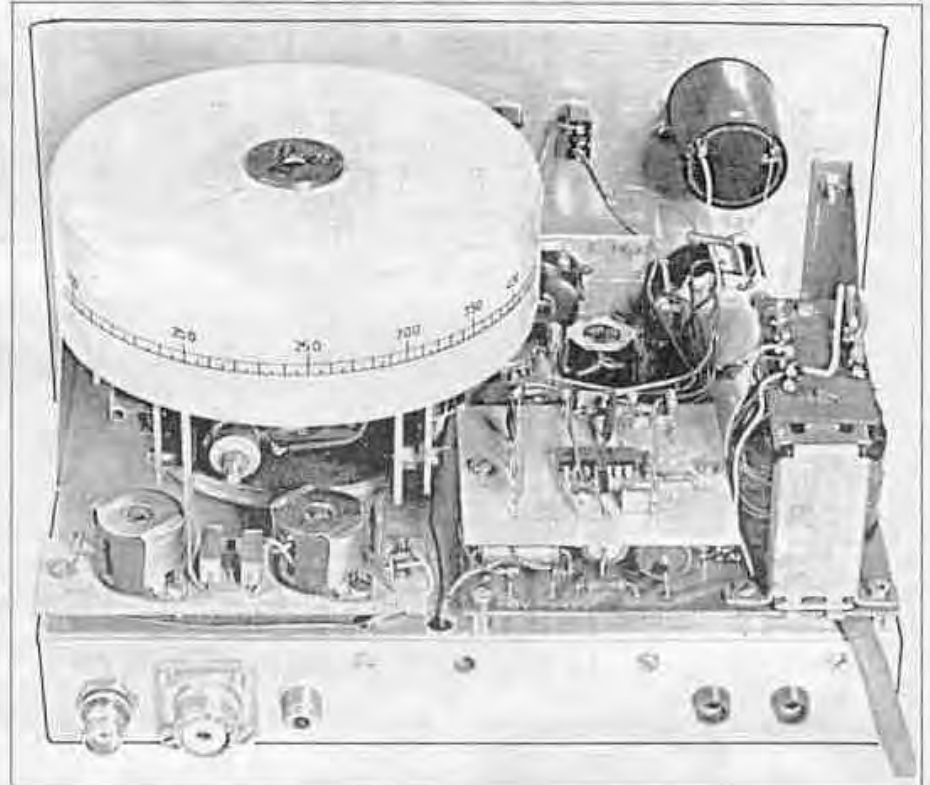
15. ábra. Az 1 kHz-es sávszűrő beültetési rajza



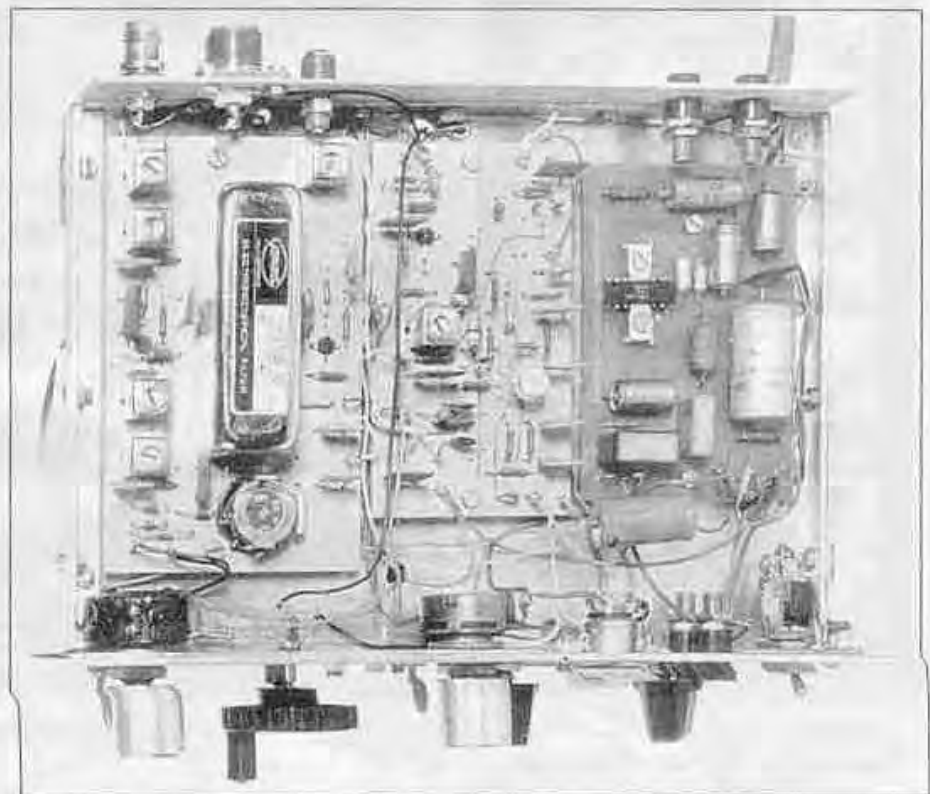
16. ábra. A BFO-egység nyáklemeze



17. ábra. A BFO-egység beültetési rajza

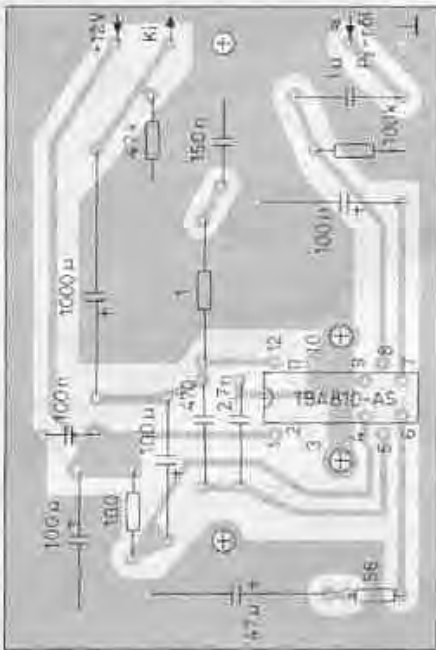


18. ábra. A VLF-vevőkészülék hátulnézetben



19. ábra. A panel alatt elhelyezett áramkörti egységek



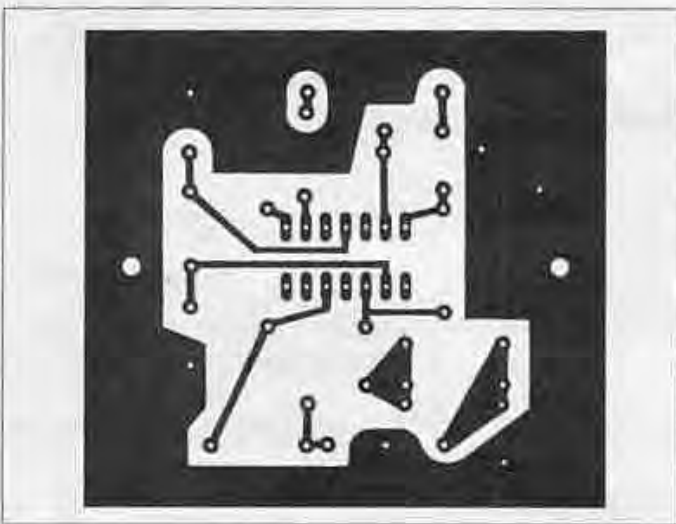


22. ábra. A hang-végerősítő beültetési rajza

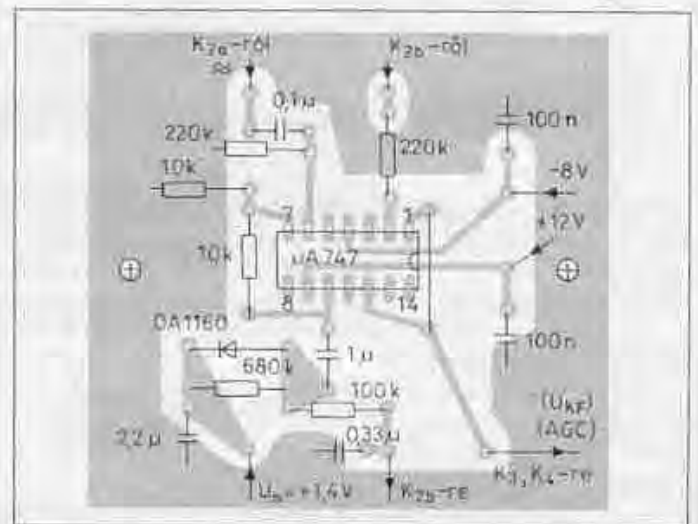
jel (20. ábra). A  $P_2$ -vel beállított jel-szintet a TBA810-AS típusú IC erősíti fel a hangszóró meghajtásához szükséges szintre. Ez a hang-végerősítő egy önálló nyák-lemezen foglal helyet, amelynek mérete  $60 \times 90$  mm. Főleírását a 21. ábra, beültetését a 22. ábra szemlélteti.

Az AM-demodulátorról egy, a jel amplitudójával arányos egyenfeszültség is el van vezetve (AM szint), amely az AGC szabályozásu szolgál, de csak AM-vétel esetén. A  $K_2$  kapcsoló 1. állásában (AM-vétel) ez a szabályozófeszültség áthalad a  $\mu A747$  IC, a rajzon jobb oldali műveleti erősítőjén, amelynek erősítése 1-szeres, és impedanciaillesztést végez. A  $K_3$  előlapi kapcsoló AGC állásában ez a feszültség jut a KF-erősítő lánc két első tranzistorára. Nyugalmi helyzetben ez a feszültség szint  $+1,4$  V, míg ha van beérkező RF jel, ez a feszültség negatív irányba

mozdul el és egészen  $-0,5$  V-ig esőkenhet nagyon nagy beérkező jelek esetén. A  $K_3$  kapcsoló MGC állásában az első KF-erősítő tranzistorok a  $P_3$  előlapi potenciométerrel kapják a kézzel beállított szabályozófeszültséget. A  $K_3$  kapcsoló AGC állásában az M jelű,  $100 \mu A$ -es műszer az AGC feszültség szintjét indikálja, ami nemlineárisan ugyan, de arányos az antennabemeneten megjelenő vett jellel. Ilyenkor, a  $K_4$  kapcsoló helyzete közömbös. A  $K_3$  kapcsoló MGC állásában azonban választhatunk a  $K_4$  kapcsolóval, hogy az M műszer a KF-jel szintjét, vagy a  $G_2$  elektródákra kerülő le szabályozó feszültséget mutassa-e, amely a  $P_3$  potenciométer helyzetével arányos. Ezen utóbbi esetekben a teljes rendszer erősítése a műszer állásának adott értékén mindig ugyanannyi, függetlenül a bejövő antennafeszültségtől. A  $\mu A747$  IC jobb-oldali szektorára elsősorban azért



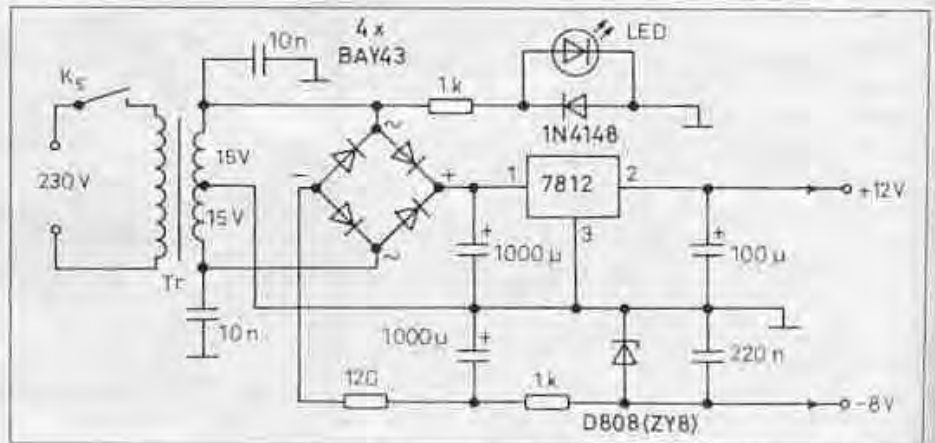
23. ábra. Az AGC/MGC áramkörök nyák-lemeze



24. ábra. Az AGC/MGC áramkörök beültetése

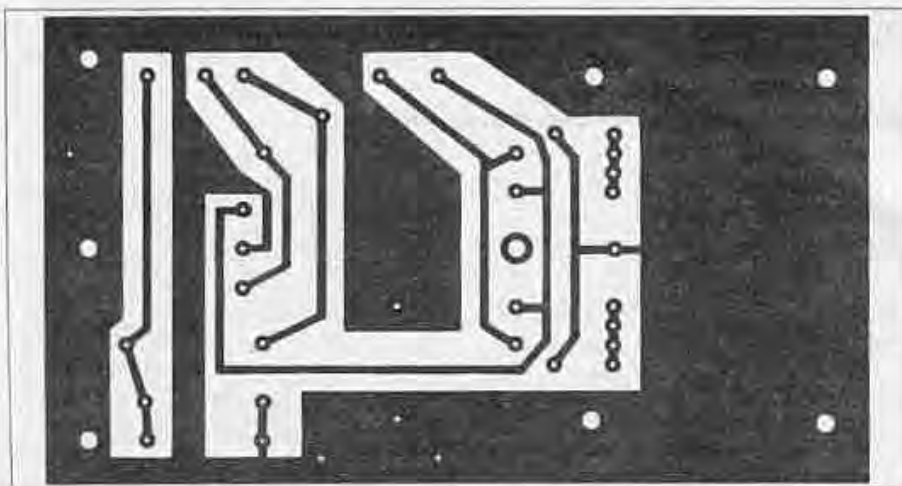
lemezzel az előlap tartja, onnan 4 db M4-es csavar oldásával a teljes egység könnyen eltávolítható. A panel felett elhelyezett egységekről a 18. ábra ad tájékoztatást. A panel alatt kapott helyet a KF-erősítő, a demodulátor és a hang végerősítő nyák-lemeze (19. ábra).

A  $K_2$  előlapi, háromállású tárcsás kapcsolóval választható ki a kívánt üzemmód. Kétoldalsávú AM-vételnél az AM-demodulátordiódáról érkezik a hangfrekvenciás jel a hangerő-szabályozó potenciométerre ( $P_2$ ), míg szélessávú FSK- és SSB-vételnél, valamint keskenysávú FSK- vagy CW-vételnél a produktidetektor felől érkezik a



25. ábra. A stabilizált tápegység kapcsolása

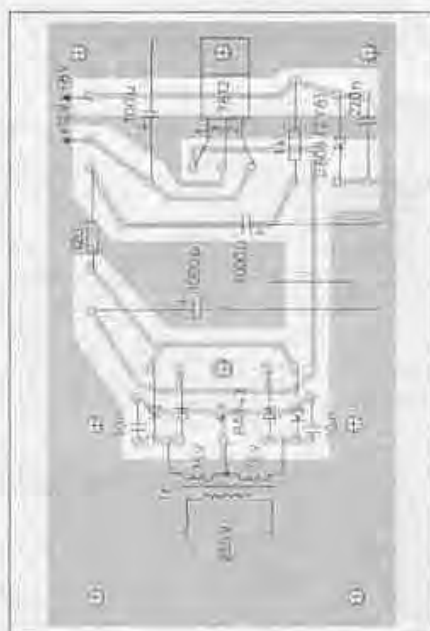




26. ábra. A tápegység nyák-lemeze

van szükség, hogy a műszer terhelését függetlenítsé 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-szünetjeiben egyáltalán nincs szabályozófeszültség. Ilyen esetekben az FSK üzemmódnál is, a hangfrekvenciás jel szintje szolgál célszerűen az AGC szabályozásra, mert ennek amplitúdója már figyelembe veszi a 200 Hz sáv szélességű 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 egyenirányítódót. Ezen diódáról – az AM-demodulátorhoz hasonlóan – egy olyan egyenszintet vehetünk le, amely nyugalmi

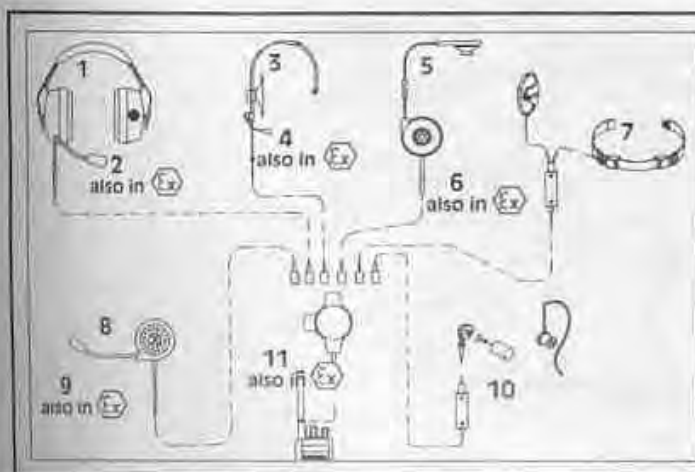


27. ábra. A tápegység beültetési rajza

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 kitérítésére. 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, Ø0,12 mm CuZ huzalból. A szekunder tekercs 2 x 283 menet, huzala Ø0,25 mm CuZ.



## Profi fejkészletek URH-rádiókhöz

Zajos, veszélyes munkahelyeken védőfelszereléssel együtt alkalmazható, gázálcba, sisakba, zajvédő fültekba építve Gégemikrofon, koporyamikrofon, fűlmikrofon alkalmazásával.

☒ Robbanásbiztos kivitelben is! Nagyméretű adásváltó kapcsolóval, és rádiócsatlakozóval mindentajta 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 legkülönfélébb áramköri kísérletek illetve felhasználások nélkülözhetetlen műszere, berendezése a tápegység. Az elektronikát csak „könyvből ismerők” hajlandóak 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 találkozunk, amely messze nem áll arányban a készülék szolgáltatásával, s főként nem a felhasználó – legyen az amatőr vagy kivesztelő – pénztárcájának vastagságával. A szerzőknek lehetőségük volt egy-egy világcég termékébe betekintni, 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 ígáslövét, a 2N3055-öt. Ezekből készítettünk 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 pozíciószámozása 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

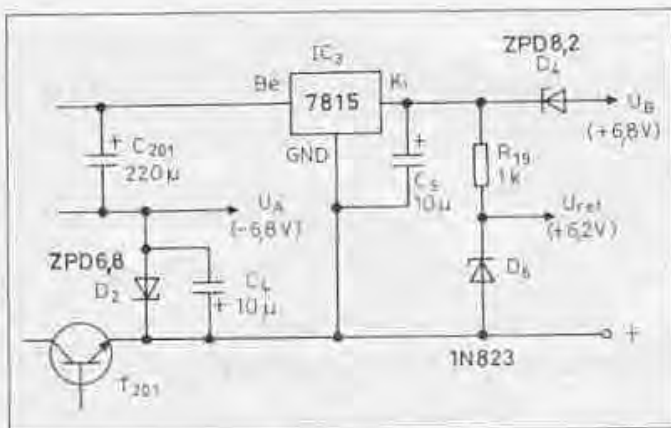
„B” csatorna pozíciószámaira fogunk hivatkozni.

Feszültséggenerátoros üzemmódban a kimeneti feszültség 0 ... 20V között szabályozható a P<sub>202</sub> segítségével, áramgenerátoros üzemmód esetén (ezt 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 kimeneteiken.

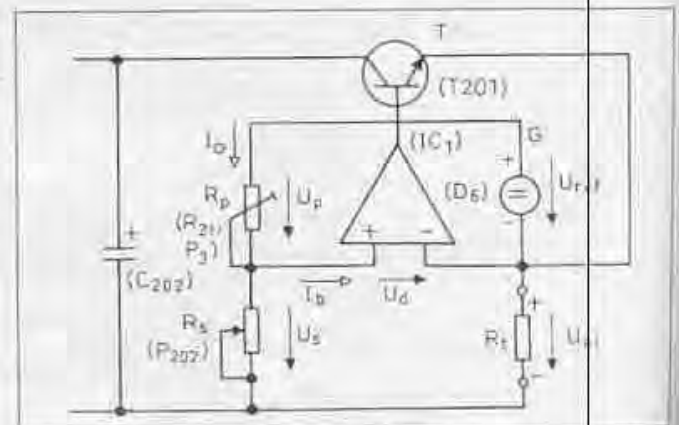
A jól ismert soros áteresztő tranzistoros kapcsolást alkalmaztuk, a vezérlőáramkör azonban lényegesen eltér a közismert megoldásoktól.

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> (-6,8V-os) stabilizált segéd-feszültséget. A 7815-ös három-



2. ábra



3. ábra

pontos feszültségstabilizátor 15 V-os kimeneti feszültségének a  $D_4$  Z-dióda által történő 8,2 V-os „ejtésével” jön létre az  $U_B$  (+6,8 V-os) stabilizált segédfeszültség. A +6,2 V-os referenciafeszültség előállítására a  $D_6$  hőmérsékletkompenzált referenciadióda szolgál.

A 3. ábra a feszültséggenerátoros üzemmód könnyebb megértését szolgálja.

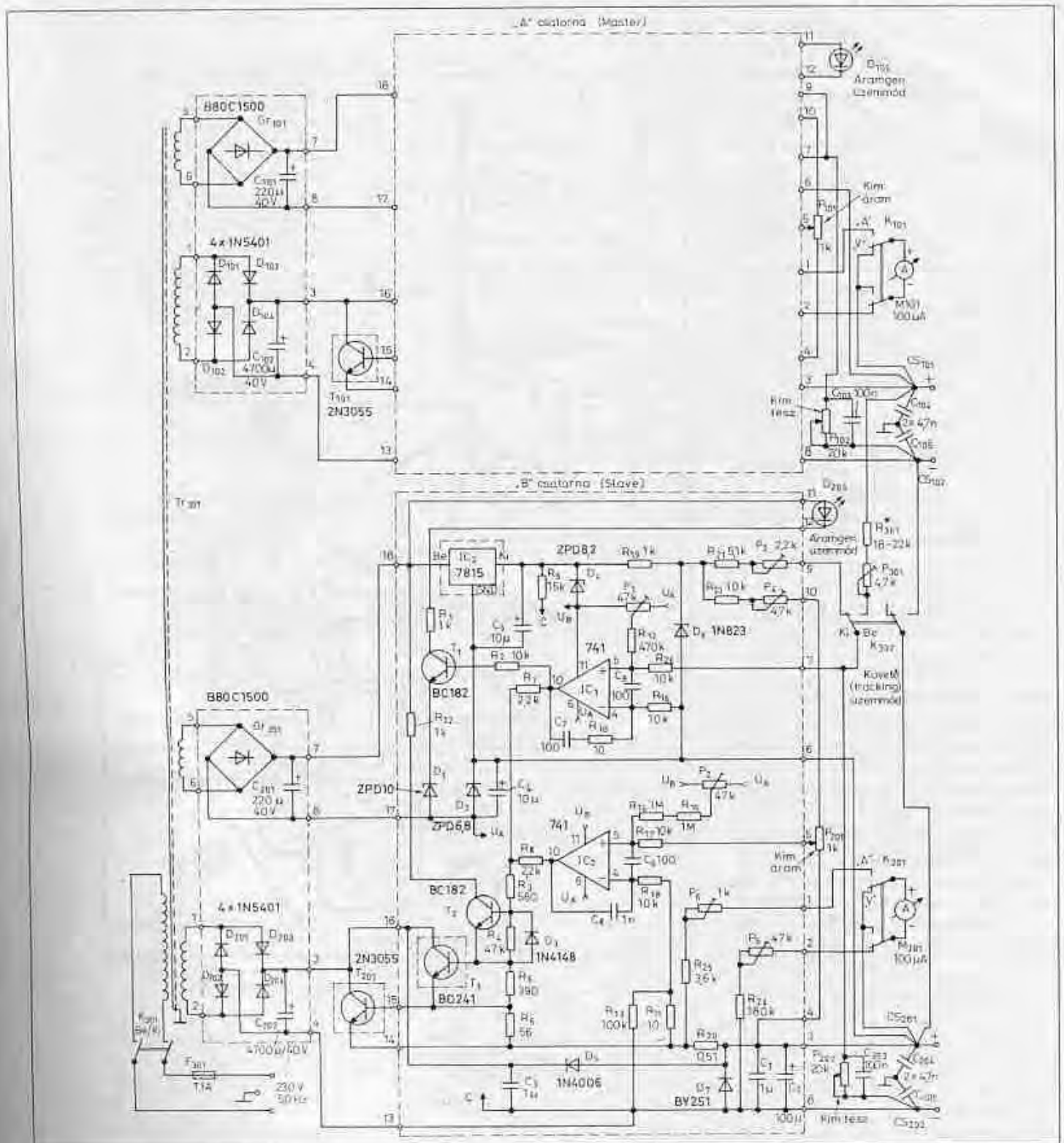
A kapcsolási rajzon használt pozíciószámokat zárójelbe tettük. A referenciafeszültséget a G feszültséggenerátor állítja elő. Az  $R_p$ ,  $R_s$ , G valamint  $R_t$  elemekből álló híd kimenete a műveleti erősítő bemeneteire csatlakozik. A műveleti erősítő úgy vezérli a T tranzisztort, hogy a híd kimenetén, azaz a műveleti erősítő bemenetein az  $U_d$  dif-

ferenciálmódosú feszültség közel 0 legyen.

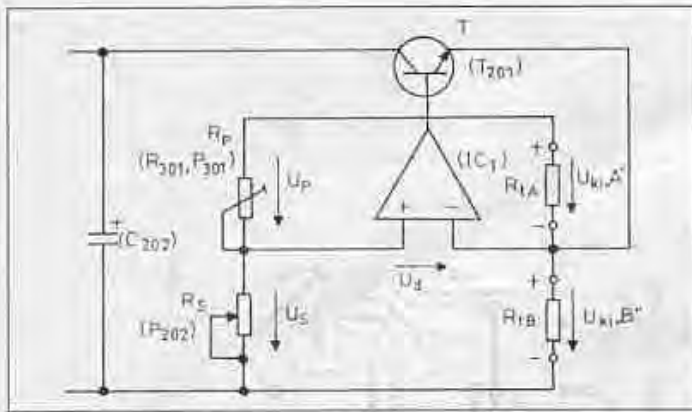
Ekkor a híd kiegyenlített:  $U_p = U_{ref}$  és  $U_s = U_{k1}$ . Feltételezve, hogy  $I_b \ll I_o$ , felírható a következő egyenlet:

$$I_o = U_p/R_p = U_{ref}/R_p = U_s/R_s = U_{k1}/R_s,$$

$$U_{k1}/R_s = U_{ref}/R_p;$$



1. ábra



4. ábra

ezt  $U_{ki}$ -re rendezve:

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

Láthatjuk, hogy a kimeneti feszültség az  $R_k$  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  $U_d$  differenciálmódusú bemeneti feszültség közel 0 legyen. Ekkor fennáll a következő egyenlőség:

$$U_s = U_{sc}$$

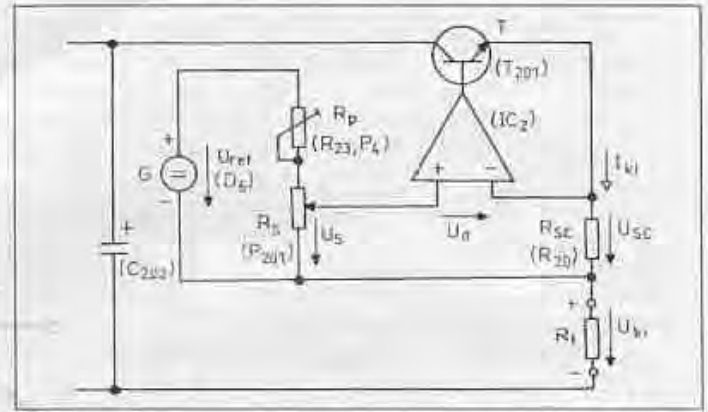
Az  $U_{sc} = I_{ki} \cdot R_{sc}$  képletet  $I_{ki}$ -re rendezve:

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

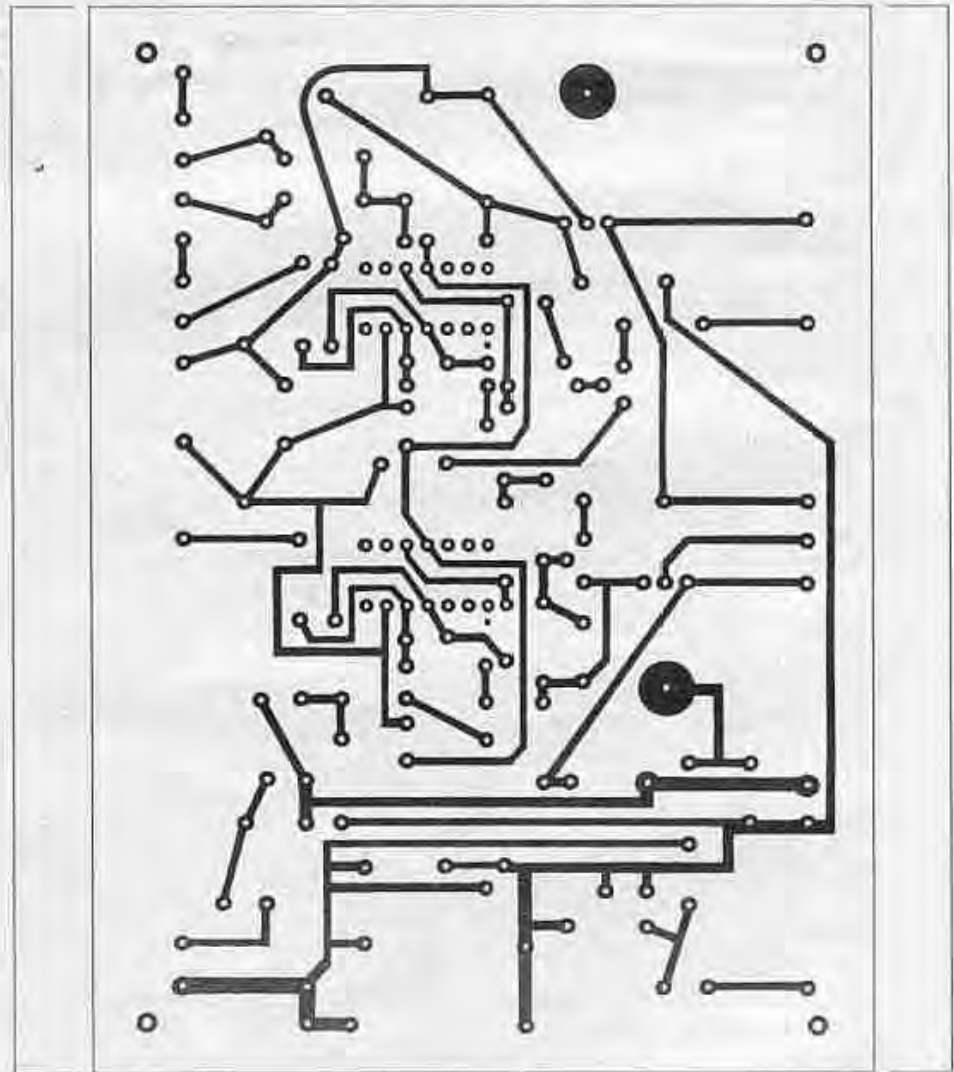
A számlálóban levő  $U_s$  feszültséget, amellyel arányos a kimeneti

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 erősítő kimenetei ellenállásokból fel-



5. ábra



6.a ábra

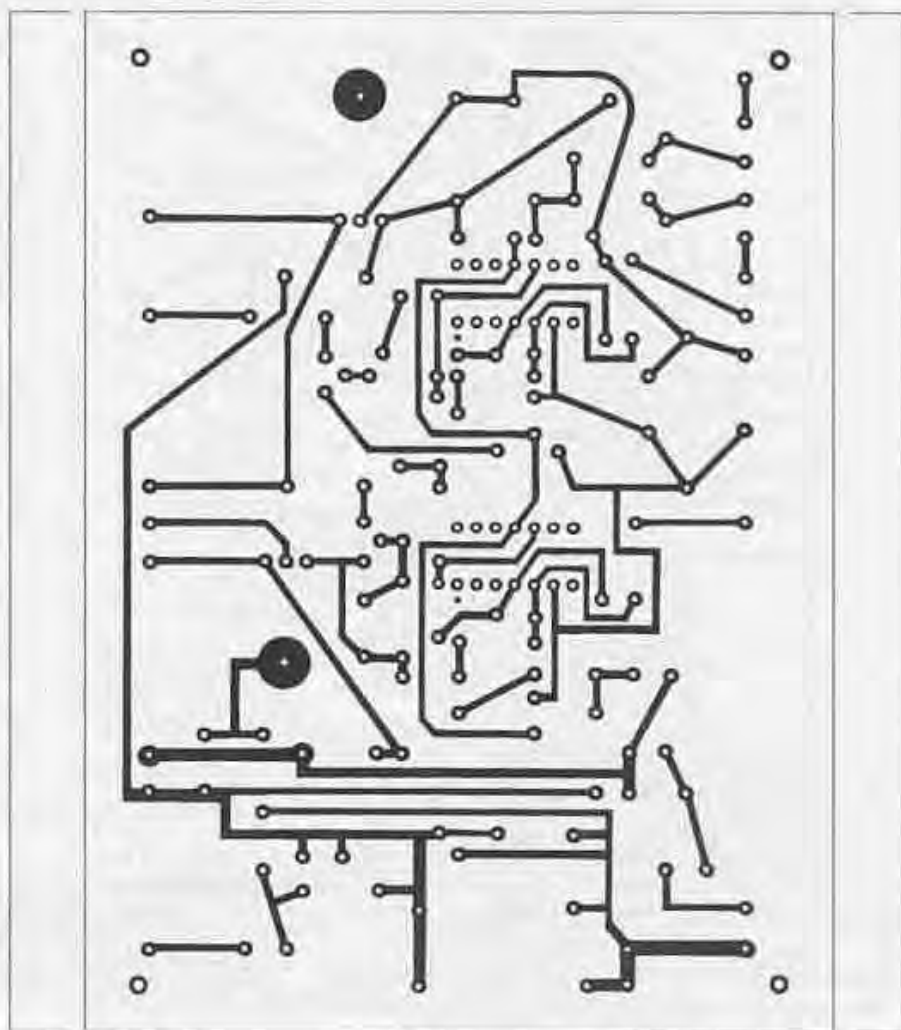
épített hálózaton keresztül vezérlik a Darlington-párt képező  $T_{201}$ - $T_3$  tranzisztort. A kimeneti feszültség mérésékor a  $K_{201}$  „V” állásában az  $R_{24}$ ,  $P_5$  elemekből felépített előtétellenálláson keresztül kapcsolódik az  $M_{201}$  alaplmszerre, a kimenetekre. Az előbbi kapcsolót „A” állásba helyezve, az  $R_{20}$  ellenálláson az  $I_{k1}$  kimeneti áram által létrehozott feszültség kerül az  $R_{25}$ ,  $P_6$  elemekből felépített előtétellenálláson keresztül az alaplmszerre. A rajzon megadott értékek 100  $\mu$ A-es alaplmszerre vonatkoznak. A  $P_1$  illetve  $P_2$  potencióméterrel a műveleti erősítők bemeneti ofszetáramát állíthatjuk, ezzel tudjuk kompenzálni a  $P_{202}$  illetve  $P_{201}$  potencióméter 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 egymásrallható (tracking üzeminód) 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 jellemmez. Ugyanakkor a nem körött áramkörü egységek kivitelezésének módozatait az olvasó a mindenkorl 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 föliaoldali 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 transferfóliás nyákkészítést. Ehhez viszont a nyákterv alkatrészoldali nézetére van szükség. Ezt a segítséget adjuk meg a kísérletező hajlamú utánpótlóknak. 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 készülték el a mintakészülék fóliás

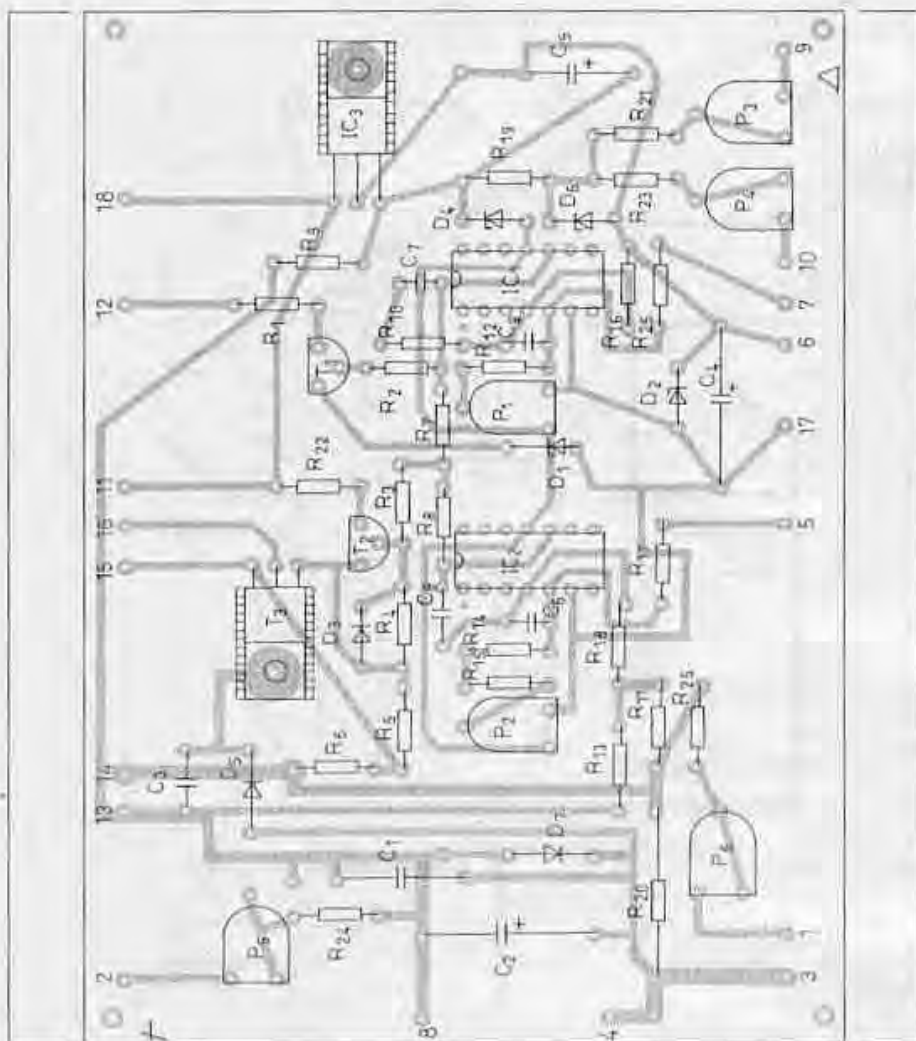


6.b ábra

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 filettollal írjuk a tűskék mellé pozíciójukat! 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-

zattól elierően, szinte tetszőleges, más érzékenységgel rendelkező Deprez-műszere átmeretezhetjük. A segéd tápegység IC<sub>3</sub> feszültségstabilizátorát, valamint a  $T_1$ -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 áramkörü részlet, amelynek gyakorlati megvalósítását mindenki a saját lehetőségeihez igazíthatja. Gondolunk itt elsősorban a speciális tekercselésű hálózati transzformátorral. Az elvi rajzot megfigyelve láthatjuk, hogy független tekercselést kell készítenünk a vezérlőkártya gyengeáramú táplálásához, valamint a teljesítményfokozat számára.



7. ábra

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 transzformátorok alkalmazásának sem (pl. több, az előbbi jellemzőkkel rendelkező nyák-transzformátor, pl. az ún. „Puskás” trafók is megfelelnek). A transzformátorhoz csatlakozó egyenirányító- és szűrőegységet szintén egyenileg alakíthatjuk ki akár nyáklemezen, akár más szerelőpanelen. Az elkészült áramkörti részeket célszerű még „bedobozolás” előtt funkcionálisan bemérni és beállítani.

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

teljes bemérési eljáráshoz 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 feszültségszabályozó potenciómétereket kábelezünk 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 feszültségértékeit ellenőrizzük a 2. ábra útmutatása alap-

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

Essek néhány szó ezen utóbbi alkatrészről. Célszerű 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> értékeké 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>207</sub>-es potencióméter alaphelyzetbe,
- a P<sub>1</sub> offset-potencióméter segítségével állítsunk be 10 mV-nál kisebb kimeneti feszültséget,
- állítsuk a P<sub>202</sub> potencióméter 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 közepében 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 érzékenységehez 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-

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

- a  $P_{201}$  potenciométert állítsuk alaphelyzetbe, majd a  $P_2$  feszítő-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,

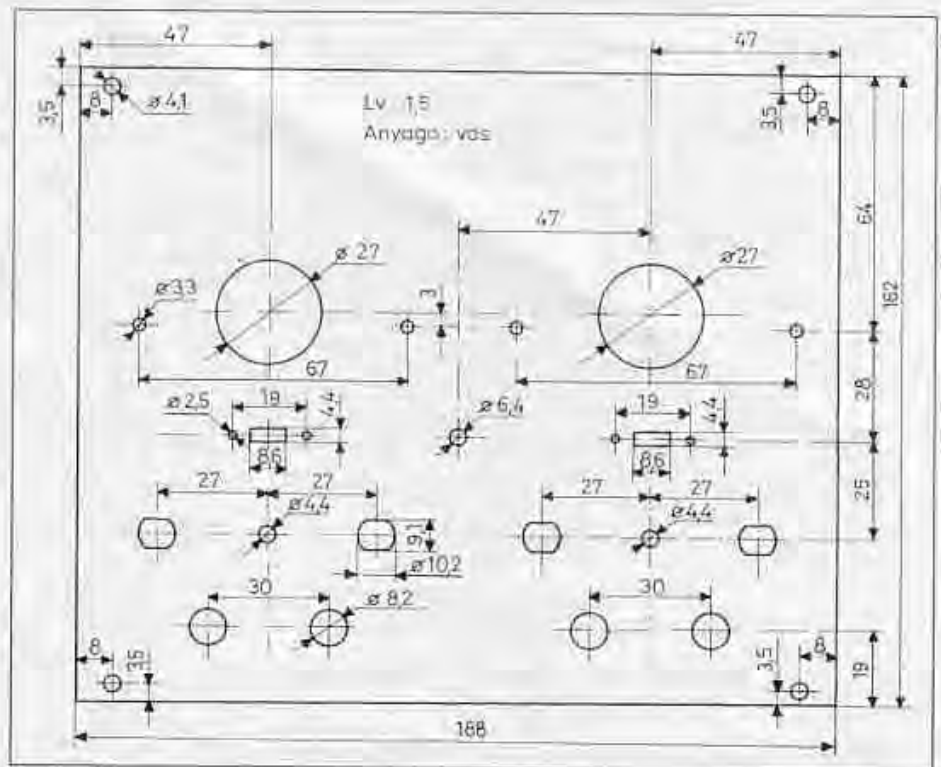
- csatlakoztassuk a leendő mA-  
mérőt az 1-es és a 3-as ponthoz. A  $P_6$   
segítségével állítsuk be az 1 A-hez tar-  
tozó maximális végkitérést! Amennyi-  
ben az előző pontban leírt okok miatt  
változtatásra van szükség, úgy itt az  
 $R_{25}$  és a  $P_6$  cseréje jöhet szóba.

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-  
hózolás 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  $P_{301}$ ,  $R_{301}$  alkatrész-  
ek bekötése is. Az elvi rajz vezérlőkártyán kí-  
vül részei pontos útmutatást adnak a  
helyes bekábelezéshez, de nincs akadá-  
lya külön kábelezési rajz készítésének  
sem. Fontos lehet a követő csatorna  
(SLAVE) kiválasztása, illetve felelm-  
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 csat-  
orna feszültségszabályozó potenci-  
ométert állítsuk a maximális kimenőfe-  
szültséget adó értékre. Ekkor a Master  
csatorna  $U_{K1}$  értéke pontosan 20 V lesz,  
az előzők szerint.

A követő csatorna (SLAVE) kime-  
nőfeszültségét most a  $P_{301}$  segítségével  
állítsuk szintén 20 V-ra! Az alkatrészek  
*szükséges értéktáblája 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  
gyakorodhatunk.



8. ábra

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

### Konstrukciós kérdések, a készü- lék használata

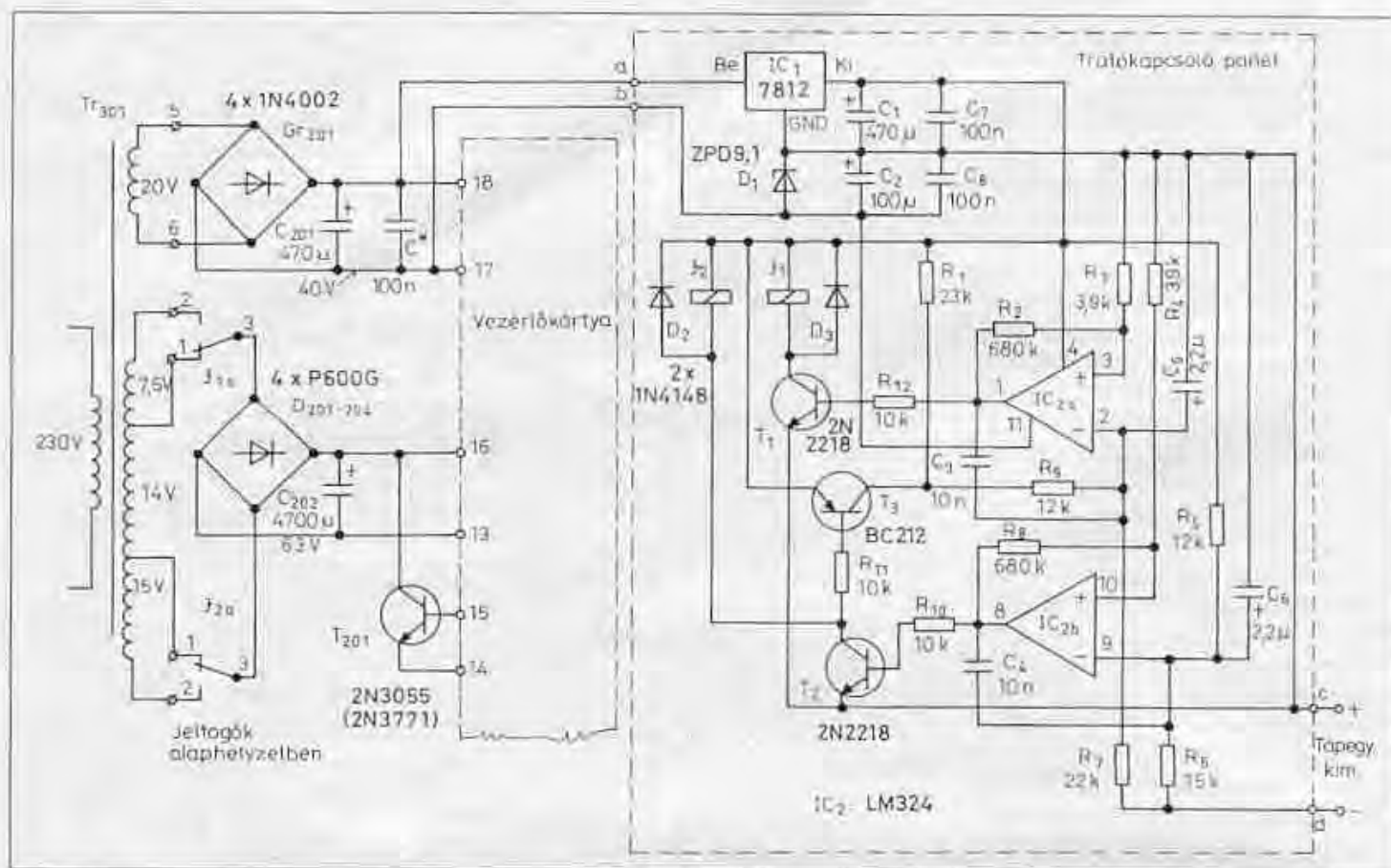
Ebben a tekintetben egységes receptet  
adni nem lehet, hiszen a hobbisták kö-  
rében még ma is napi gyakorlat, hogy  
adott, meglévő anyagokból építenek  
esodát. A mintakészülékek is egy-egy  
átalakított rack-vázra épültek. Fordít-  
sunk nagy gondot az előlap kialakításá-  
ra, mert ettől függ készülékünk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

A két csatorna végtranzistorát  
akár közös, akár külön-külön hűtőbor-  
dára szereljük, azt a dobozon kívül, a  
hátlapon helyezzük el. Tartsuk be a  
csillámszigeteléses szerelés szabályait  
(szilikonszír, 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 reco-  
very) vagy schottky-típust tegyünk.

Kettős tápegységünk rendelkezik  
mindazon szolgáltatásokkal, melyeket  
a bevezetőben említettünk. Használata-  
tával kapcsolatban itt is kiemelünk  
egy-két fontos tulajdonságát. A két  
független csatorna sorosan és párhuzam-  
osan is kapcsolható, természetesen  
kivülről mérőszinórok segítségével.  
Jegyezzük azonban meg, hogy *párhuzam-  
osan kapcsolt egységek esetén tilos  
a tracking üzemmódot bekapcsolni!*

Az „A” és a „B” csatorna párhuzam-  
os kapcsolásával a feszültség- és  
árambeállításokat az alábbi példán ké-  
resztül mutatjuk be. Tétélezzük fel,  
hogy 12 V-os feszültség mellett 1,2 A  
áramerősség a kívánt áramlimit. Az  
„A” csatorna kimeneti feszültségét kis-  
síc 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 áramkör 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 *dissipáció*. Némi fejszámolással könnyen belátható,

hogy ezt a terhelést változatlan formában sem a hálózati transzformátor, sem a hozzákapcsolódó egyenirányító egység, sem a végtranzistor nem bírja 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 tápegyszerszerkezetségi modellnek tekint sok professzionális gyártó. Bizonyára sok olvasó tudja, hogy az ideális megoldás a kapcsolólüzemű 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 kapcsolólüzem kedvező disszipációs tulajdonságát. Tesszük ezt olyan formában, hogy az eredeti vezérlőpanel 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 **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.

Magá a TKP egy segédtápegységből, egy komparátor-együttesből, valamint relés kimeneti fokozatokból áll. A segédtápegység 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>4</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.

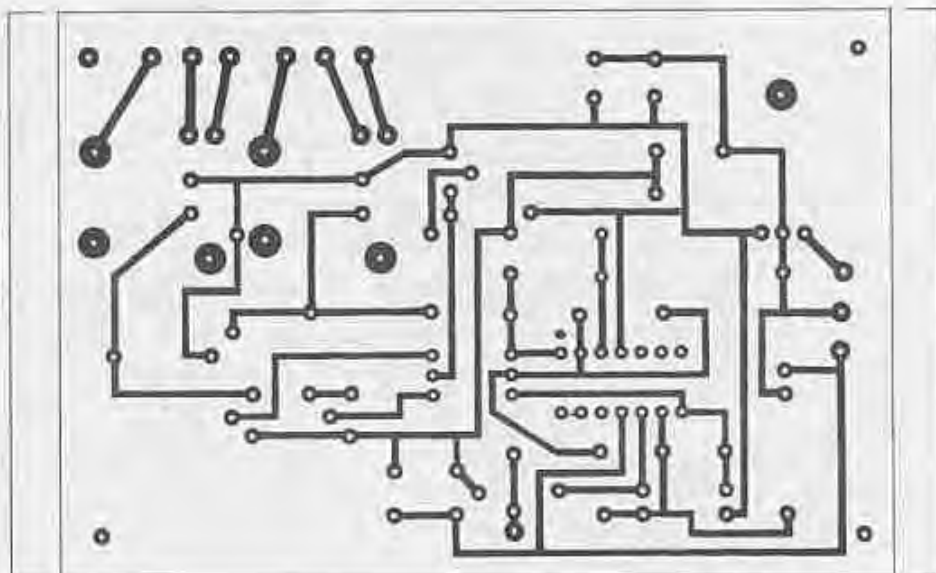
Még a nem túl bonyolult matematikát is mellőzve táblázatos formában összefoglaljuk a számítások eredményét, melyek az ábrán megadott alkatrészekkel értendők.

$U_{ki}$ [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

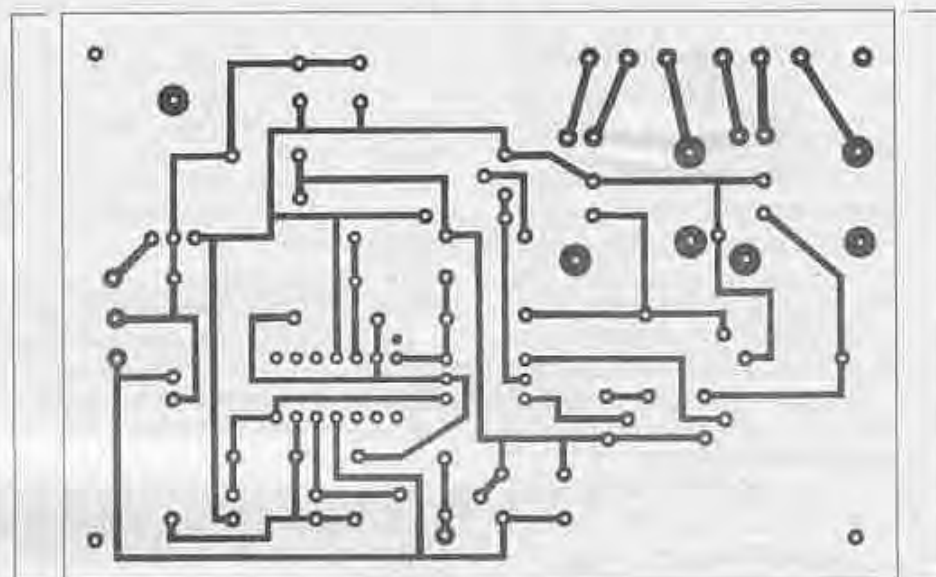
A működési elv megismerése után nincs akadálya ettől eltérő feszültséglepcsők kialakításának. A táblázat már tartalmazza azt a váltakozó feszültség értéket, amelyet a  $D_{201} \dots D_{204}$  dióda híd kap. Ez már mutatja a szellemes disszipáció-csökkentés „rázó-sabb” pontját: a speciális kialakítású transzformátort. Kétségtelenül szükséges némi gyakorlat a többtekercsű, leágazásos trafó elkészítéséhez, különösen nagy áramokra. De ez az „ára” az egyszerű és könnyen szerelhető elektronikának.

### Elkészítés, bemérés

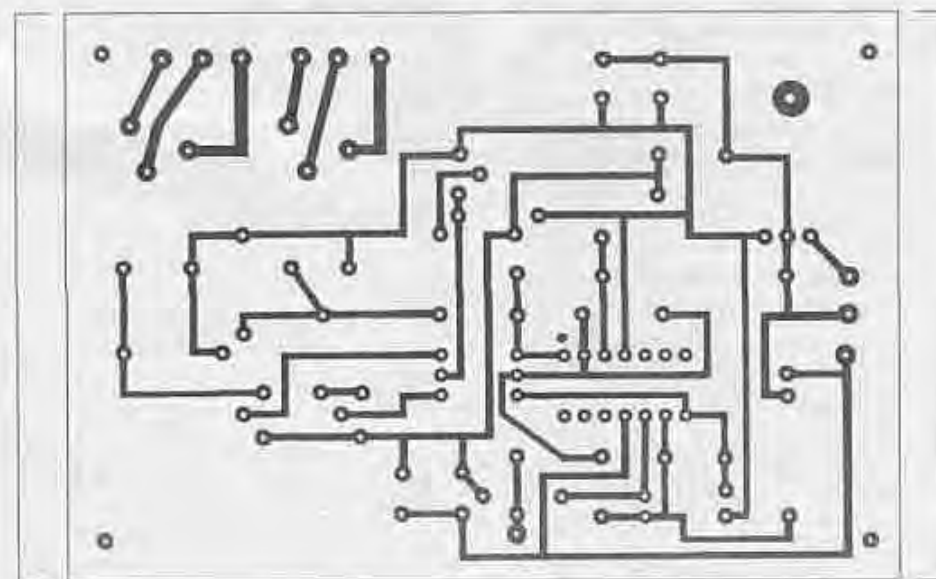
A TKP nyáktervét fóliaoldal felől nézve a **10.a ábra**, míg ugyanezt alkatrészoldaltól a **10.b ábra** mutatja. Az utánépítés megkönnyítésére kétfajta jelfőgőtípushoz is mellékelünk nyáktervet. Az előbbi rajzon egy ún. autós teljesítményreléhez készült tervet láthatunk (típusa: Siemens V23133), míg 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 sorkapocs-elemet használtunk a  $d$  pontot kivéve! Amennyiben az autórelés megoldást választjuk, úgy  $IC_1$ -et az alapváltozatánál nagyobb hűtőfelületre szereljük a kb. 200 mA-es fogyasztás miatt! Külön felhívjuk a figyelmet a  $C_2$  és a  $C_4$  kondenzátorra. Ezekre a helyekre csak nem polarizált típusú, esetleg bipoláris elektrolit kondenzátort használhatunk, mert



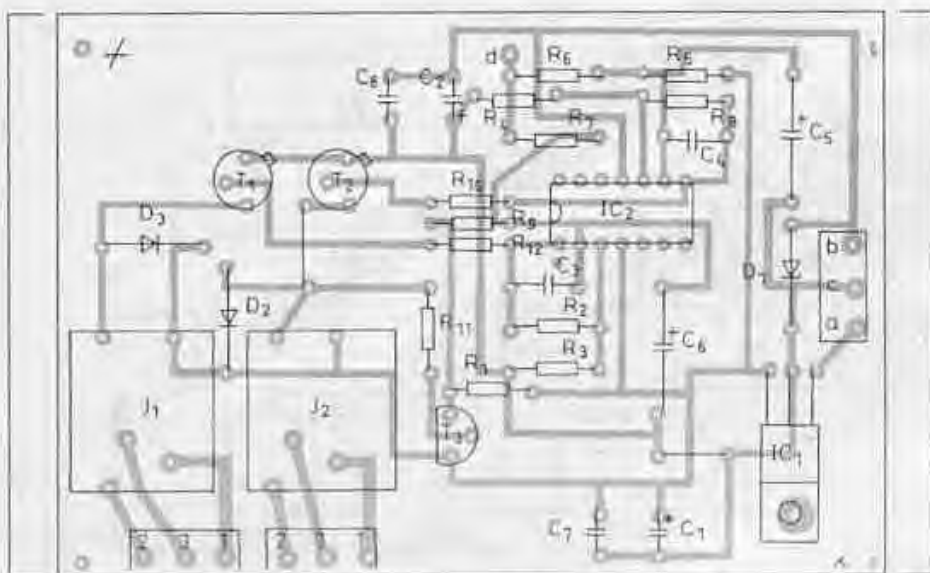
10.a ábra



10.b ábra



11. ábra



12. ábra

működés közben a rajtuk levő feszültség többször előjelet vált!

A TKP beméréséhez az óvatosabban külön tápegységet kell használni, 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.

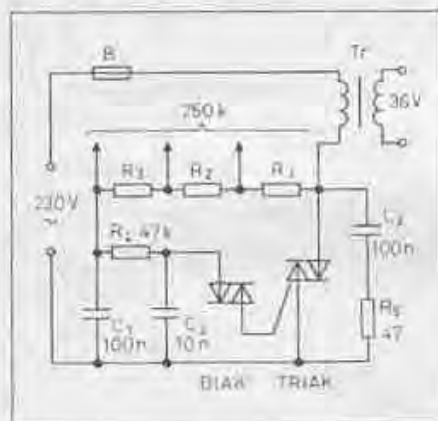
Ha mindent rendben találtunk, akkor igen odafigyelve kössük be a hálózati trafó erősáramú tekercselését! Az előző mérési eljárást megismételve, most a sorkapcsok 3-as pontjait között mérjük váltakozó feszültséget, amelynek rendre szintén a táblázat szerint kell alakulnia.

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 változatnál 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

vel teljesen megegyezik az alapváltozatával. A főáramkörön kívüli módosításokat szintén a 9. ábrán láthatjuk. Átíresztő 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 gondot ügyeljünk! (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, bemutatunk egy primerkörü szabályozót (13. ábra). Az áramkör elemzése nem tárgya jelen közleményünknek, de mint látjuk, nem szükséges leágazásos trafó hozzá. A most tárgyalt TKP relé a  $250 \text{ k}\Omega$ -os potenciométert helyettesítő ellenállásokat kapcsolhatjuk elől, itandó a különböző értékű szekunder feszültségeket. Természetesen ebben az esetben más jellegű problémák is felmerülhetnek (hálózati zavarcsúszás, kisfeszültségű zavarcsúszás stb.). Ugyanakkor kísérletező kedvű utánépítőkről szövegtünk az imént, akik előtt nincs akadály.

Szándékunk szerint igyekeztünk minél több részletére kitérni a nagyszemű konstrukciónak, noha jól tudjuk, hogy egy ilyen jellegű ismertetés csak abbahagyni lehet, befejezni sosem. Készítése során számos háttérinformációra csak utaltunk, de úgy gondoljuk, megéri a befektetett munkát. *A 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.digitel2002.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 tápnévképeinek a tükröképét is erre való tekintettel közölték. A PnP (Press and Peel = Nyomd és Hámzd) 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 veteksenek 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-sugára 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, „rárágad” 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 máso-

landó oldal képét a fényérzékeny hengerre. Újabban léteznek digitális másológépek is; ezek lényegében szkennerral 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 festékpór átragad 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 festékpór újra megolvad és átragad a réz felületre. Ez képezi azután a marata-szálló bevonatot. Miután óvatosan lehúzzuk a transzferfóliát, a rézlemez (nyáklapot) már dobhatjuk is a vasklórid, 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 lemezeire vitelét 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 nyákraszok 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 készí-tünk, akkor értelemszerűen járjunk el, hogy a mintázat helyesen kerüljön a lemeze. A képnek az emulzióval bevont (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-

**SAGAX**



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 bakelitlemeze 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 kivethetően látszani fog a PnP fóliá 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 sarkonál kezdve! A hibás vonalak maratásával festékekkel javíthatók.

9. A kész lemezt marassuk ki. A marató anyag vasklorid vagy ammóniás sósav is lehet, amit a gyártó előírásainak megfelelően készítettünk el. Maratás után távolítsuk el a mintázatot a rezisztet súrolással vagy esiszóval. Alaposan mossuk meg a lemezt, amely szárítás után kész a fűtésre 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 löversenypálya 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 tonerreteget!

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

● Fektessünk egy tiszta papírt a PnP fóliára és azon keresztül vasaljunk, így jobban esúszik 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>



# NEDIS

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

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 megelőzve – beépítettek 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 nagyszorozatú előállítására. Ezek voltak a 2+1-es egyenes vevők és a típuszuperek, amelyekről a sorozat előző részében már írtam. A másik a luxusvevők, a csüesszuperek 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 áramkörü 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 időálló, 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 sávzélesség szabályozás még az AM adók vételénél is megfelelő hangszínezetet biztosít. Nem beszélve a készülékek impozáns megjelenéséről, amely stílusban jól illik egy hagyományos bútorzatú lakás képéhez.

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, kíséreljük meg a készülék összes szolgáltatását helyreállítani, bármennyi idő ráfordítását igényli, mert csak így tudjuk munkánk gyümölcsét maradéktalanul élvezni.

A részletes ismertetésbe természetesen nem csak csüesszuperek 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 áramkörü megoldások ismertetése a függelékbe került, ennek ellenére ezek tanulmányozása a készülékek helyreállításához feltétlen szükséges.

### Történeti áttekintés

A csüesszuperek története nem különbözik a normál szuperkészülékek fejlődésének történetétől, amelyről az előző részben írtam. Az 1933 előtti időszakban nem is beszélhetünk „luxusszuper-ről”, 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, nagymerekségű 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 sávzélesség szabályozást. Ekkortól beszélhetünk a mai értelemben vett luxus- vagy csüesszuperekről. 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 színűvegcsövek elterjedése a háború utáni évekre tehető. A préselt üveg aljzatú csövek (ebből a szempontból ide kell sorolnunk a német acélcöveket is) kiszorították a korábbi lapítós technológiával készültet. A bakelit csőfej elhagyása, a rövidebb elektroda kivezetések, a méretek csökkentése, mind a nagyfrekvenciás viselkedést javították. Ezért 1945 után a csüesszupereknek is új konstrukciókat 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 készülékeit Magyarországon, ezek között 1944-ig minden évben volt egy nagyszuper is. Az **I. táblázatban** összefoglaltam a rádiógyáraink csüesszupereinek főbb adatait.

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

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

Év- szám	Típus	Elő- cső	RH sávnyújtás	Hang- körsz.	Sávzélesség- szabályozás	Aut. éles- hangolás	Hangolás- jelző	Végerősítő	Egyéb
1937	St. Imperator	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. Csúcsszuper		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 előerősítő fokozatot, ezt jelzi a csőtípus megadásával az *Előcső* oszlop. Az *RH sávnyújtás* felíratú 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 *Sávzélesség-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 *hangolásjelző* 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* felíratú oszlop. Az *Egyéb* kényelmi és a hangzást javító

megoldásokat az utolsó oszlophoz 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 csúcscszupereket, így táblázatot ezekről nem készítettem. A Standard ugyan még 1948-ban kihozott egy kétszeres transzponálású készüléket 4455 A típusjelzéssel, de ez a 4455-ös szuperek volt a színvonalcsökkenés 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 csúcscszuperek 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 konstruktoroknak mennyire hiányzott ebből a színüvegcső sorozatból a kettőstrióda.

Mivel a nagy készülékeknel 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 osztottskalás elrendezés, ahol a skálaüvegek a hangszórók előtt helyezkednek el. A hullámváltó állását

a megfelelő skála élvilágításának 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 dobtárcás) 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 tekerések, 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 tekeréseinek érintkezőihez nyomódnak. A másik rendszerrel minden sáv tekeréseit és kondenzátorait 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 tekeresszelelvényeket egyszerűen lehet cserélni.

### Csúcscszuperekben 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 szuperekészülékekben 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 áram- vagy feszültségmérésre vezethető vissza, és az automatikus erősítés sza-

hályozással 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 – célszerűen a KF-erősítő – anódkörébe helyeznek el egy milliamper mérőt. Állomás mellé hangolva a műszer maximum 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 változárammal táplált égővel egy zárt vasmagos fojtótekeres van párhuzamosan kapcsolva, amelynek előmágnesezés nélkül nagy a változáramú impedanciája, előmágnesezve viszont csökken. Egy trióda segítségével, amelynek anódkörében van az előmágnesező tekeres, a feltételtől 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 katódcsatlakozó 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 Tungstam szállította a 4 V fűtésű ME-4, majd a 6,3 V-os EM 1 csöveket. Az EM 4 kettős érzékenysé-  
gű varázsszem a gyárak 1940-tól al-  
kalmazták.

A varázsszem tulajdonképpen egy triódával kombinált egyszerű katódau-  
gárcső, amelynél a cinkszulfid bevo-  
nattal ellátott fluoreszkáló ernyő annál  
szélesebb körökkel alakú árnyékot mu-  
tat, minél negatívabb az ernyőhöz ké-  
pest a trióda anóddal belül összekötött  
– késnek nevezett – elektróda. A trióda  
rácsát 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 gyárak 1956-ig alkalmaz-  
ták, mert a színűveg sorozatokban  
a noválcsevek megjelenéséig (EM 80)  
nem volt varázsszem, és olcsóságánál  
fogva később a kisebb készülékek-  
nél is felhasználásra került [7].

**Sávzélesség-szabályozás:** Már a  
harmincas évek közepén annyira meg-  
szaporodtak a nagyteljesítményű álló-  
mások, hogy a készülék szelektivitásá-  
nak kérdése elsőrendűvé vált. A szu-  
perkészkészülékek a sávzélességet és sze-  
lektivitását elsősorban a KF-transz-  
formátorok átvitele határozza meg. Ezt  
lehetett keskenyebbre állítani, miáltal  
javult a szelektivitás. Ugyanakkor ki-  
sebb sávzélesség 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 sávzélességet lehes-  
sen beállítani. A konstruktorok 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  
sávzélesség-szabályozásnál a készülék  
érzékenysége nem változik, és nem  
következik be elhangolódás.

A legegyszerűbb módszer a sávzé-  
lesség beállítására – induktív csatolás  
esetén – a KF-tekercesek vagy a tekercs  
egy része távolságának változtatása. A

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

Mivel a készülék szelektivitását a  
modulátorkör is befolyásolja, néhány  
olyan készüléknél, amely a tűkorsze-  
lektivitás javítása érdekében bemeneti  
sávszűrővel volt ellátva, ennek csatolá-  
sát is változtatták, ezáltal bevonták a  
sávzélesség szabályozásba (Siemens  
15 W).

Az automatikus sávzélesség-sza-  
bályozás feladata az volt, hogy a nagy  
térerejű helyi adónál széles, a távoli  
adónál keskeny sávzélességet állítson  
be. A Standard szabadalmaztatott erre  
egy kapcsolást (1942–44. évi nagyszu-  
percek és a 4455/A). A középfrekvenci-  
ára 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  
erősítésesökkenés kisebb, látszólag  
megnö a sávzélesség.

A háború utáni Orion nagyszuper  
sorozatnál (881, 883, 820 A) az eddigi-  
ekhez képest új elvek alapján végezték  
a KF-fokozatban a sávzélesség-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  
sávzélesség. Helyes beállítás esetén a  
KF-erősítés nem, csak a sávzélesség  
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-  
másváltással ellátott készülékek-  
nél és a nem stabil rövidhullámú vételnél  
volt, mert nem kellett az állomásra pon-  
tosan ráhangolni, ez automatikusan  
történt meg, és megakadályozta a rő-  
vidhullámú oszcillátor „elmászását”.

A készülék két külön csövet igényel  
az önműködő hangoláshoz, egy

kettősdiódát, amely az FM vevőknél  
ismert diszkriminátorként 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 reakta-  
ncia 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 tengely köz-  
vetlenül, a belső tengely áttétefen 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-  
váltak 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, jóllehet  
ennek szerepe több mint egyszerű sáv-  
nyújtás.

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



kercekek kisebb jóságú 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 hangolós oszcillátor és modulátortekerceset 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 kettes forgókondenzátort alkalmazott, és

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

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

*A hangvisszaadás javítása:* A megoldások a mai olvasó előtt is ismeretesek, 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. Érdemes megfigyelni, hogy a kimenő transzformátort, ami a legnagyobb torzítást okozta, a konstruktőrök nem szívesen 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 ágba is. Később rájöttek, hogy a kézi dinamikaeszközt 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 restaurátori 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
Skálaízzó [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	Fűtőút 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. rácstekercs						
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 hangolásijelző 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 szűrőelkő 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 (hármasszűrős), kivéve rövidhullámon, ebből már tudható, hogy nem túl jó rövidhullámon a tükröszelektivitás.

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 sorszáma 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 esésze 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 hosszuhullámú tekercsei. A középhullámú tekercsek felülről vasmaggal hangolhatók (hátlapú, 5 mm-es belső nyílású kulccsal). A rövidhullámú tekercsek légmagosak, és a panel alatt találhatóak.

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 kiadásított csövek fűtőárama csak 0,5 A. A skálamozgató tengely benyomásával a végerősítő rácst földre kötjük, így valósítható meg a „csendes hangolás”. A rövidhullámon fellépő mikrofónia ellen a XV. lamella nyitásával levágja a mélyhangokat (500 pF esatoló-kondenzátor marad). Meglepő még az antennát lekapsoló,

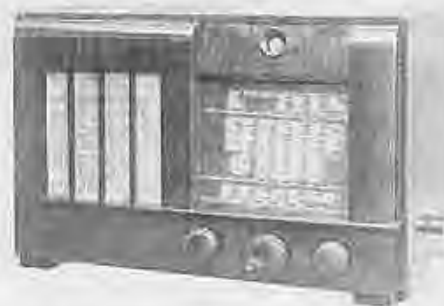
a panel hátoldalán található tumbler, valószínűleg gramofon állásban áthallás esetén használták.

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 alumíniumhúzással helyettesítettem. Az EM 1-es varázsszemet EM 4-essel pótolhatjuk, ebben az esetben a másik anódhoz is forrasszunk be egy munkaellenállást.

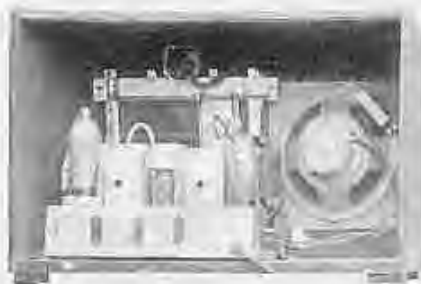
Bírálatként annyit lehet elmondani, hogy a készülék kinézete a nagy dobozával, fénymutató skálájával, háncsfonatú hangszóró selyemmel, különleges forgatógombokkal nagyon hatásos, de a hullámváltónál már akkor is nehéz volt a jó kontaktust biztosítani, hát még hatvan év után. Egyéb paramétereit egy középszupernek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

#### Standard Luxusszuper 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, amelynek 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 melletti két világító ablak közül a bal oldali a hangszínszabályzó, a jobb oldali a hangerőszabályzó 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 keverő (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 keverő (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 sávszélesség szabályzást (a hangszínszabályzó magas állásában kikapcsolható), a középfrekvenciára hangolt soros rezgőkör a KF-eső (EF 9) katódkörében van. A hangszínszabályzással kombinált frekvenciafüggő negatív visszacsatolást a végerősítő eső 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 sorlegben a két KF-irafőt, a három oldalsóban az oszcillátor, modulátor, majd az előkörü tekercseket találjuk. A rövidhullámú keverő (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 felülől hangolható.

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



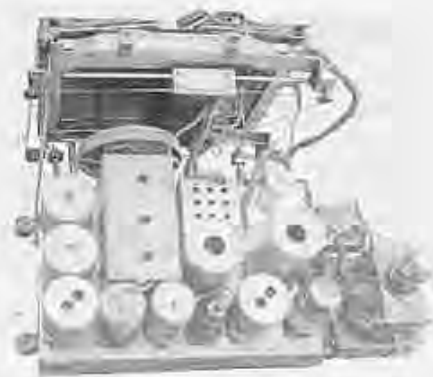
4. fénykép. Standard Luxus szuper előlről

rajta. Az én példányomon a kimenő trafót és a fojtót kellett cserélni, ezeket hasonló Orion gyártmányúakkal, a kiszáradt papírházazs elkort későbbi alumíniumházazsokkal pótoltam. A nagyfrekvenciás tekercsek közül a KF-trafóban voltak a vasmagok törötték. 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

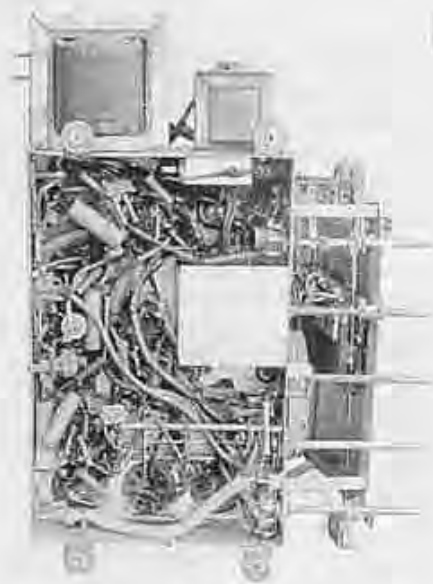
Egy igazi takarékos nagyszuper ugyanabból az évből. Az 542 V típusból elhagyták az előcsövet, de ellátták 4 nyújtott rövidhullámú sáv vételi lehetőségével. A hullámváltó felépítése jól



5. fénykép. Standard Luxus szuper panel felülől

áttekinthető, és a [12] irodalomból még a tekercsadafokot is megtudhatjuk. Nyújtott rövidhullámú állásban a modulátortekercset nem hangolták, de hosszú- és középhullámú 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 elhelyeztet – kompenzáló tekercs, amely a hálózati morgás csökkentésére szolgál. Ugyancsak nincs jelölve a folyamatos sávszélesség szabályzás, amely a középső gombbal állítható hangszínszabályzó tengelyével történik. Ez mindkét KF-trafóban a tekercset közelíti, amennyiben a tengelyt a magashang irányában forgatjuk el.



6. fénykép. Standard Luxus szuper panel alulról

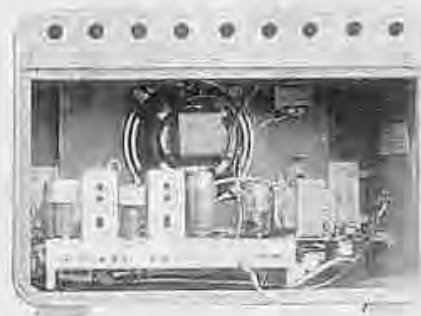


7. fénykép. Siemens 543 V előlről

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 fölirat mutatja, amelyet a készülék jobb oldalán lévő hullámváltó tengelyéről jövő skálahúr mozgat.

*Szubjektív értékelés:* a háború alatt készült készülékeknel több dolgot csak az esetleges anyaghiánnyal 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 rezgőköröket elhangolja.

A restaurálás során, ha mód van rá, használjunk téglavörös ellenállásokat, bakelit házas papír-, a nagyfrekvenciás részben kerámiakondenzátorokat, a huzalozáshoz színes acetát kötőhuzalt. A skálaizzók helyettesítésére javaslom a 6 V/3 W jelzésű (nagyobb fejű) kerékpárizzókat, amelyek már 4 volton, 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 szintíveg 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 toloszános hullámváltót kapcsolja, amelynek „hosszú” és „közép” állásában a jobboldali forgatógomb a felső félkör alakú skálát mozgatja, rövidhullámú állásban a gomb lefelé húzásával kiválasztható a venni kívánt rövid sáv, majd a gombot felengedve a sáv egy pontján átvált az alsó skálára és bekapcsolja a sávnyújtást. A „sávnyújtás” úgy történik, hogy egy mechanikus szerkezet a rövidhullámú oszcillátortekeres 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 antennacsatolást alkalmaztak. Az első KF-trafó szorosabb csatolását egy egyemenetes külön tekercs bekapcsolásával érik el. Megemlítendő még, hogy az



10. fénykép. Orion 366 előlről

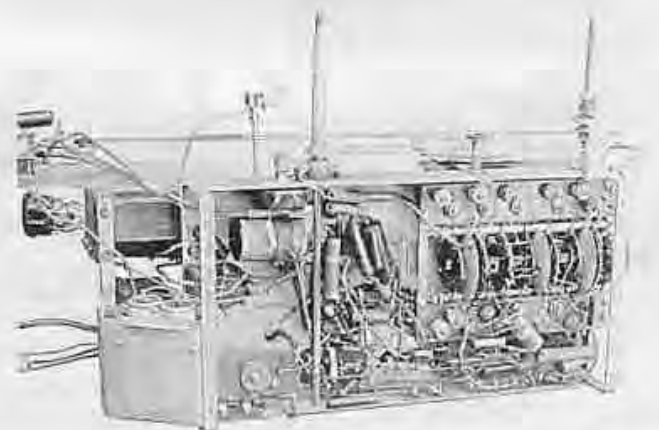
első hangfrekvenciás erősítő cső (EF9) is benne van az AVC-körben.

A vevőt hallgatva egy középkategóriájú 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 bakelit házas papír- és bakelit lemezek 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. acéscsővel 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 tekeresek 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 imponázns, 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 mecha-

nikus 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 közlöttel.) Nagyon hasznos, hogy a rajzon feltüntették a főbb pontokon mérendő feszültség- és áramértékeket. A lemezjátszó 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 hangszórókhöz menő kábelköteget le kell forrasztani. A panel alatt lévő alkatrészecskék, 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 tekeresek hozzáférhetők, a hazai Siemens



12. fénykép. Orion 366 panel hátulról



14. fénykép. Siemens 15 W hátulról

készülékekhez használt kulcsokkal hangolhatók.

Az eredetileg használt alkatrészecskék: Siemens piros ellenállások, fekete műanyagházzú papírkondenzátorok, és a nálunk is ismert német tárcsa-, esésze- és esőalakú 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 kivételének 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 kitalálja még a háború előttiekére emlékeztet, bár újszerű a kétoldalt egymás fölött elhelyezett forgatógomb és a hangszórók előtti sötétszínű műanyag.



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 szabályzófeszültséget az előeső 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 lemezjátsszó kapcsoló, de ezt a hullámváltó működteti.

A hullámváltó állását a varázsszem melletti (lemezjátsszó állásban a varázsszem fölötti) kis ablakok mögött kigyulladás skálaízzó 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 bakelit tárcsára vannak a tekerések elhelyezve. A kisebb átmérőjű hátsón az előkör hat, a nagyobb átmérőjű elsőn az oszcillátor és a modulátor 12 tekercse. Az előkör tekercseinek



17. fénykép. Orion 779 hátulról

18. fénykép. Orion 779 panel előlről



négy leszedő rugója alulról nyúlik be a megfelelő érintkezőkhöz, a rugók hátulról nyomódnak a nagyobbik tárcsához. A tekerések 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 hangolópálcá 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).

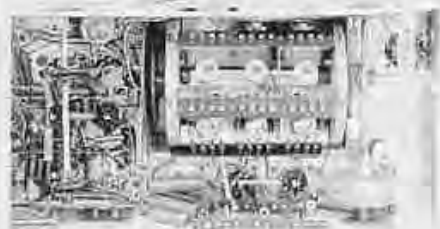
### Orion 881

A 881-es a 882-es típustól csak külalakjában tér el, annál kissé szögletesebb, belső felépítése azonos. Az 1952-ben kibozott 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 foglathoz csatlakoznak. A panelt alulról négy rögzítő csa-

20. fénykép. Orion 881 panel hátulról





21. fénykép. Orion 881 dobváltó

var fogja. Ezek megbontása, a forgatógombok eltávolítása, a hangszóró vezetékének 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 tekeresek egy egységben vannak (a külön is elválasztott tekeres az előerősítőhöz tartozik), ezek cseréje két csavar megbontása után lehetséges. A csévetestek fejrésze egyben a trimmer kondenzátor, amelynek lemezeit a kézzel is állítható menetes fejrész szorítja össze. A tekeresek kivezetései háromszor négy érintkezőre vannak kihozva, ezekhez nyomódnak a rugalmas leszedő kefék. Lemezjátszó állásban ezek nem érintkeznek, a kapcsolást a dobváltó oldalán lévő bakelitlemezzel 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 Kőpore gyártmányú kerámiakondenzátorokat.

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



22. fénykép. Orion 820 A előlről

23. fénykép. Orion 820 A panel hátulról



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

### Orion 820 A

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

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

A 35 cm hosszú skála lehetővé tette, 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.

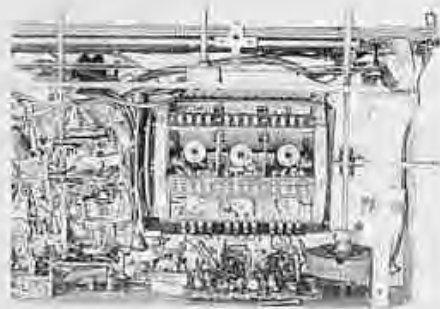
Az egyszerűsödött skálaszerkezet megkönnyíti a készülék kidobozolását, és a készülék kora lehetővé teszi, hogy a restauráláshoz már zöld kristályos szénréteg ellenállásokat és jobb minőségű kondenzátorokat használjunk.

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 szupereknél el lehet érni (22.–24. fénykép).

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

### Irodalom

- [1] Standard 4455/A készülékismertetés (Nosztalgia Rádió Hírújság 2000. febr.)
- [2] Makai István: Korszerű rádiókészülékek rendszere, építése (A szerző kiadása 1941.)
- [3] Dr. Szalay Béla: Rádiótechnika (Stephanéum Nyomda kiadása 1948.)
- [4] Kádár Géza: Bevezetés a rádiótechnikába 3. kiadás (Közlekedési Kiadó 1953.)
- [5] Molnár János, Horváth Lajos: Általános rádióveteltechnika (Közlekedési Kiadó 1954.)
- [6] Gellért Endre: A Rádióvevőkészülék 2. kiadás (MK-1955.)
- [7] Hrabál László: A szazarcú varázsszem (MHS Rádióamatőr füzetek 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 (Hungaria kiadás 1947–1949.)
- [11] Kádár Géza: Rádiókészülékek kapcsolása I. (Műszaki Könyvkiadó 1956.)
- [12] Jovitza György szerk. Szervisz-kapcsolások 1948. (Nepszava 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

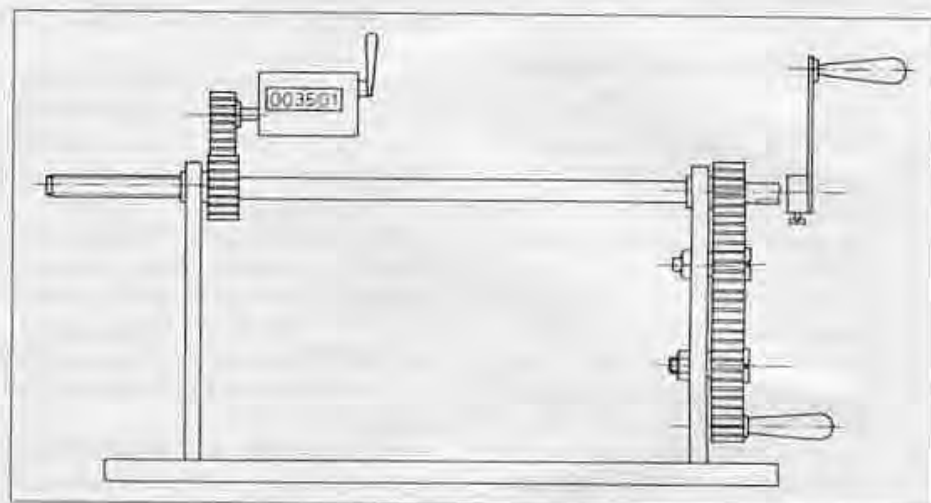
# Hálózati és kimenőtranszformátorok pótlása rádió-vevőkészülékekben és erősítőkből

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) gyakorlattal rendelkezők is jónéhányszor elakadnak a transzformátorhibáknál.*

A hálózati vagy a kimenőtranszformátor hibája komoly problémákat okoz. Újratekeresését kevesen vállalják, rendszerint igen drágán. Kéz ügyességgel, türelemmel mi is megtekeresülhetjük a szakadt vagy zárlatos transzformátort.

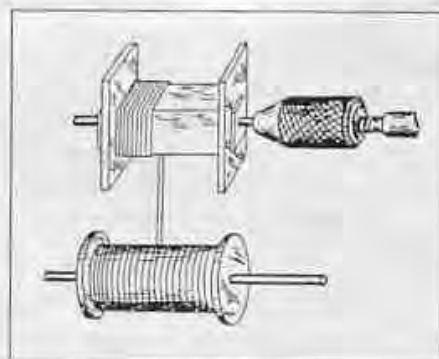
A tekereselés egyik feltétele a tekereselőgép. Nem valószínű, hogy egy régi rádiókat, erősítőket gyűjtő polgár ilyenekkel rendelkezik. Természetesen nem szálvezető, gyári gépre gondolkodok. Kiválóan megfelel egy olyan tekereselő (gép?) amilyennel dolgozom közel harminc éve. A tekereselő vonalas rajza 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 tekereselő csévét. A famag rögzítése anyacsavarral történik. A tengelyt két perselyezett 10 mm vastag alumíniumlap tartja, amely az alaplap-hoz van csavarozva. A tengely másik végén fogaskerék található, vége kilóg, erre lehet rácsavarozni a hajtókart. A hajtókarral az 1:1 áttételt valósítjuk meg. Vastag huzal tekereselésénél használjuk. A tengelyen lévő fogaskerekhez kapcsolódik egy hasonló fogszámú fogaskerék. Ennek szerepe a forgásirány visszaállítása. 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 tekeresnél használjuk. A nagymenű fogaskerék külső peremén hajtókart találhatók, ezzel hozzuk mozgásba a gépet.



1. ábra. Tekereselőgép vonalas rajza

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

Kézifűró (ún. amerikai) segítségével is lehet tekereselni. Megjegyezzük a hajtókár és a tengely közötti áttételt; ez általában 1:2-höz. Vagyis a hajtókár egyszeri körbefordulására a tokmány (tengely) két fordulatot végez. A kézifűrőt sutuba szorítjuk, a tokmányba menettel ellátott tengelyt szorítunk. Erre fogjuk fel a középen átfűrt famagot, amely a csévetesten található. Működtetjük a kézifűrőt, a másik kezünkkel pedig a huzal vezetését végezzük. Ezt szemlélteti a **2. ábra**.



2. ábra. Tekereselés kézi fűróval (furdanccsal)

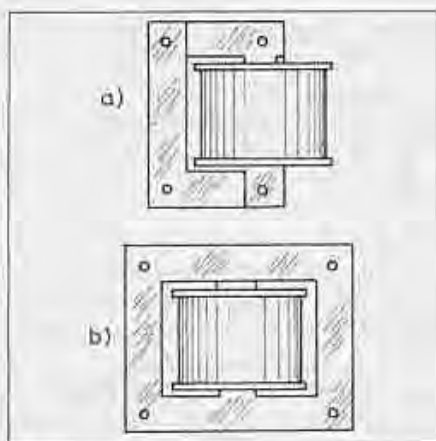
Az elmúlt évtizedek folyamán jelentős fejlődésen ment keresztül. Az 1930-as, '40-es években a mag és a köpeny transzformátor terjedt el. A mag forma a **3.a ábrán**, míg a köpeny forma a **3.b ábrán** látható. A köpeny típusú transzformátorlemez tovább osztható M és EI lemezekre. Ezeket szemlélteti a **4. ábra**. A hiperszil vasanyag, toroid valamint tekereselt 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 transzformátorlemezzel, az eredeti menet számmal, tekereselrendezéssel, 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

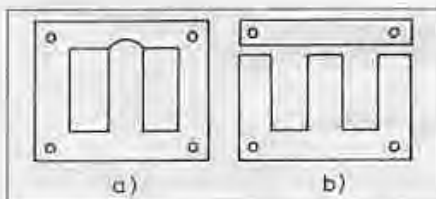




3. ábra. Mag típusú (a) és köpeny típusú (b) transzformátor

egyenirányító vagy a szűrőegység zár-  
latától következik be a transzformátor  
pusztulása. Ritkább valamelyik tekercs  
megszakadása. A javítás menete a kö-  
vetkező.

Kiszerezzük a hibás hálózati transz-  
formátort. Célszerű a kiforrasztott ve-  
zetékeket megjelölni, így a beszerelés  
könnyebben megy majd. A régi beren-  
dezéseket többféle hálózati feszültsé-  
gre készítették. A megfelelő hálózati  
feszültséget egy speciális, sokállású  
kapcsolóval lehetett beállítani. A gyá-  
körlatban két változat terjedt el: a két  
féltekercses és a leágazásos primer te-  
keres. A két féltekercses bekötését az 5.a



4. ábra. M (a) és EI (b) típusú vas-  
magok

ábrán láthatjuk, míg a leágazásos te-  
keres kialakítását az 5.b ábra szemlél-  
teti.

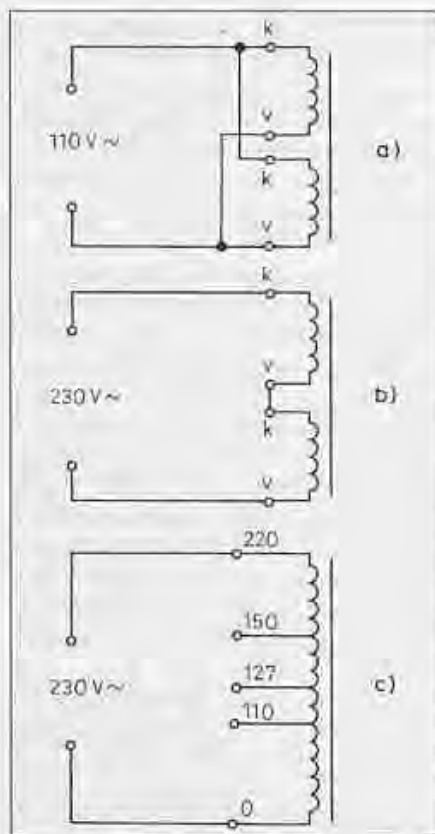
A hálózati feszültség névértéke  
napjainkban már 230 V (RT 1994/7). A  
régli gyártású készülékeket termé-  
szetesen még a 220 V-os hálózati fe-  
szültségre tervezték. Ez a kb. 4,5%-os  
feszültségnövekedés a működésben  
nem okoz problémát az eredeti menet-  
számok esetén sem.

A kiépített transzformátort szétsze-  
reljük. Első lépés a transzformátorde-  
mezeket összeszorító csavarok és/vagy  
kengyelek eltávolítása, s a lemezek ki-  
szedése a csévetestből. Ez a művelet az  
impregnált transzformátoroknál gon-  
dot okozhat. Egyes gyártók a megte-  
kereselt, bevasalt transzformátort imp-  
regnáltak. A impregnálóanyag transz-  
formátórviasz (cerezin), vagy szesz-  
lakk volt. A különböző műgyanták  
40...50 évvel ezelőtt még nem voltak  
használatban.

A viasszal kezelt transzformátorból  
nehéz kitermelni a vasmagot. Meg-  
könnyíthető a munka a következőké-  
ppen. A transzformátort sütőbe helye-  
zük. Lassan felmelegítjük kb.  
60...70 °C-ra. Ezen a hőmérsékleten a  
viasz már lágy, a lemezek könnyen ki-  
vehetők. A transzformátort használa-  
ton kívüli edénybe vagy tepsibe he-  
lyezve melegítjük. Előfordulhat, hogy  
némi viasz kifolyik a transzformátor-  
ból...

A szeszlakkal impregnált transz-  
formátorokat könnyen szétszedhetjük.  
Az előregedett lakk fekete por formá-  
jában hullik le a kihúzott lemezekről.

Következő lépés a csévén lévő pri-  
mer és szekunder tekercsek menetei-  
nek megszámlálása. A csévetestbe mé-  
retes famagot helyezünk. A famagot  
rögzítjük a tekercselőgéptengelyén oly  
módon, hogy a letekert huzal a számlá-



5. ábra. Primer tekercsek beköté-  
sei

lót felfelé mozgatja. Elkezdjük a le-  
égett huzal meneteinek megszámlálá-  
sát. Jegyezzük fel a kivezetések sor-  
rendjét (melyik oldal) és az egyes te-  
kerces menetszámát. Mérjük meg az  
egyes tekercsek huzalátmérőjét mikro-  
méterrel. Készítsünk rajzot vagy táblá-  
zatot a transzformátorról. Ezen szere-  
pel a tekercselési sorrend, a kivezeté-  
sek sorrendje, a szükséges szigetelések  
s a előírt huzalátmérő.

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

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. Példáival 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 feszültségeit produkálja.

A primer (hálózati) tekercs elkészítésénél a következő lehetőségünk van. Elkészítjük az eredeti, többleágazásos tekercset. Ez munkaigényes, sok vesződséggel jár. Amennyiben nem törekszünk a teljes korhűsége, 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 készülékekhez jutunk (rádióvevő, erősítő), amelynek szénéget hálózati

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

Első feladat kideríteni, meghatározni a transzformátor feszültségeit. Következő lépés a transzformátor teljesítményének kiszámítása. Elektroncsöves berendezéseknél a fűtőtelijsítmény rendszerint nagyobb, mint a táp (anód) teljesítmény. A fűtőtelijsítmény számításakor vegyük figyelembe a skálavilágítás 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
Skálaizzók 2 db	6,3 V	0,6 A
<b>Összesen</b>		<b>2,6 A</b>
Teljesítményfelvétel = 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
<b>Összesen</b>		<b>71 mA</b>

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

A szekunderoldali teljesítmény a fűtő és az anódtelijsítmény összege:

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

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

#### Histerézisvesztés

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

#### Örvényáramú veszteség

A transzformátor vasmagja indukció szempontjából úgy viselkedik, mint egy egymenetes 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 transzformátorlemezek alkalmazásával csökkenthetjük.

A két veszteséget együttesen vasvesztésnek nevezzük. A jó minőségű transzformátorlemez vesztesége 1,1...2,5 W/kg. A műszaki irodalom ezt fajlagos vasvesztésnek 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 [ $\text{cm}^2$ ],

$g$  = vastégyező,

$P_p$  = 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 vas-  
mág mágneses tulajdonságaitól. Ha a primeroldali teljesítmény 50...100 W, akkor  $g = 0,9...1$ . A vas-  
mág keresztmetszete tehát:

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

A geometriai vaskeresztmetszet en-  
nél 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 vas-  
mág keresztmetszetét, meghatározzuk a vol-  
tonkénti menetszámot. Ún. ökölsz-  
abályként vált ismertté: a voltonkénti  
menetszám = 50 / az effektív vas-  
mág keresztmetszet, utóbbi  $\text{cm}^2$ -ben. Énnél  
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 vas-  
mágban [gauss],  
 $q$  = effektív vas-  
mág keresztmetszet  
[ $\text{cm}^2$ ].

A szilícium ötvözetű vas-  
anyagoknál 10 ezer gauss mág-  
nesezést enged-

hetünk meg. Rossz minőségű vas-  
anyagánál 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 réz-  
vesztéseket (mind a két módszerrel ki-  
számolt 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 érdeké-  
ben 2,5 A/ $\text{mm}^2$ -es áramsűrűséggel szá-  
molunk. Így:

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

$d$  = huzalátmérő [mm],  
 $I$  = áramerősség [A].

A voltonkénti menetszámot az egy-  
szerűbb 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 rézveszté-  
ség kompenzálására 5%-kal csökkent-  
jük 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 huzal-  
átmérő 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:

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

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

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

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

Az anódfeszültséget előállító kö-  
zépleágazásos tekercs számítása követ-  
kezik. A tekercs  $2 \times 240$  V váltakozó  
feszültséget kell, hogy szolgáltatson.  
Az egyenirányító belsőellenállás fig-  
yelembe véve a katódon (tehát az első  
pufferkondenzátoron) kb. 250 V  
egyenfeszültség jelenik meg. A szük-  
séges menetszám:  $6,8 \times 240 = 1632$ .

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

A huzalátmérő:

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

A transzformátor tekercsadatai te-  
hát a következők:

Tekercs	Menetszám	Huzal
<i>Primer</i>		
230 V	1485	Ø0,35 mm
<i>Szekunderok</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-feszítő oszcilloszkópok  
Digitális tárolós oszcilloszkópok  
Kézi oszcilloszkópok  
Protokoll-analizátorok  
Logikai analizátorok  
Valós idejű spektrumanalizátorok  
Optikai reflexiómérők

PC-kártya oszcilloszkópok  
PC-kártya jelgenerátorok  
Videó jelgenerátorok  
Videó képminőség-mérők  
SDH/SONET teszter  
Tápegységek  
Jelgenerátorok

Forgalmazó:

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



**FOLDER TRADE**

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

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

### Kimenőtranszformátorok pótlása

A végcsövek optimális terhelőellenállása néhány ezer ohm, míg a hangszóró lengőtekerésének 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 csatolási tényezője gyakorlatilag 1 értékű. A transzformátor az ellenállást a menetszámok négyzetének arányában viszi át. Az áttétel értéke az ellenállások viszonyából kiszámítható:

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

$\hat{a}$  = áttétel,

$n_p$  = primer menetszám,

$n_w$  = szekunder menetszám,

$R_{opt}$  = optimális illesztőellenállás [Ω],

$R_{terh}$  = hangszóró lengőtekerésének 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 kimenőtranszformátoruk többnyire EI formátumú magra készült. Az átfolyó anódegyenáram előmágnesező hatását a minimumra csökkentendő, a lemezeket légréssel rakták össze. A légrést prespáncsik biztosította, amelyet az E és az I forma közé helyeztek.

A kimenőtranszformátorok gyakori hibája a szakadás; rendszerint a primer (anódköri) tekerésnél következik be. A primer tekerés 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 tekereselőhuzal és a vastagabb kivezető között tökéletlen. Pl. rosszul tisztították meg a tekereselőhuzalt. Esetleg savas anyagot használtak a forrasztásnál, ez később elmarta a vékony tekereselőhuzalt. Az 1960-as években az ORION gyár a tekerések kezdet-vég rögzítéséhez vázson 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 tekereselés folyamán.

Ritkábban előforduló hiba a menetzárlat. Ez rendszerint akkor következik be, amikor üzemküzben leszakad a szekunderoldali terhelés; oka lehet rossz forrasztás, a hangszóró lengőtekerésének vagy a kivezető sodratának szakadása. Ilyenkor 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 tekerések sorrendjét és a szigetelés kialakítását. Általában a vasmaghoz közel lévő tekerés a szekunder. A primer tekerést rendszerint e felett helyezték el.

Előfordul, hogy az anódköri (primer) tekerést nem tudjuk pontosan leszámolni. Az ismeretlen primermenetszám a következőképpen számolható ki. Katalógusból kikeresünk 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 lengőtekerésének impedanciája 4 Ω. Az áttétel:

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

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

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

a primer (az anódköri) tekerés menetszáma. A huzalátmérőt a lebonolt transzformátor tekeréseinél leszedett huzalból mérésrel állapítjuk meg.

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

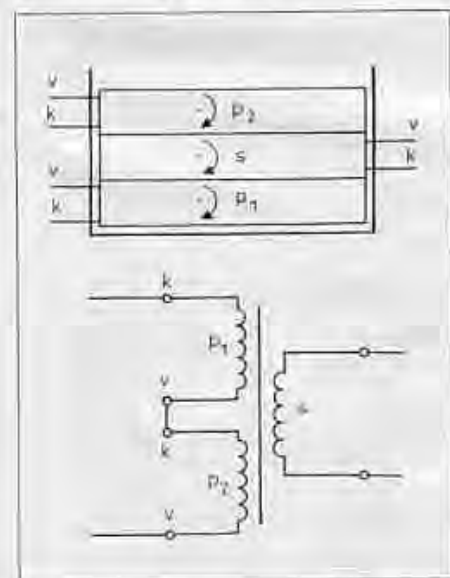
ramú ellenállás, azaz az impedancia. A hangszórók lengőtekerésének névleges impedanciáját általában  $f = 1$  kHz frekvenciára adják meg; az egyenáramú ellenállás ennek kb. a 0,8 része.

A kimenőtranszformátor méretezése nagy gyakorlatot igényel. Többféle méretkezés ismeretes. Előfordul, hogy a transzformátor bemérésekor nem hozza a vár eredményt. Ilyenkor korrigáljuk a menetszámot esetleg a tekerések 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 megtekeréselt 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 végeső maximális hangfrekvenciás teljesítménye,
- $R_{opt}$  = a végeső illesztő-ellenállása,
- $R_{an}$  = illesztő-ellenállás anódtól anódig,
- $f_a$  = alsó határfrekvencia,
- $f_f$  = felső határfrekvencia,
- $I_a$  = végeső 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]	$R_{an}$ [kΩ]	$f_a$ [Hz]	$f_f$ [Hz]	$q_v$ [cm <sup>2</sup> ]	$n_1, 2 \times$ [menet]	$d_1$ [mm]	$q_{n1}$ [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

$q_{n1}$  = 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 frekvenciámodulált (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 tekerését kétfelé osztották. A szekunder tekerés a két primer tekerés között foglalt helyet. Ez a geometriai elrendezés jelentősen javította a magashangátvitelt. A tekerések sorrendjét, valamint kapcsolását szemlélteti a 6. ábra.

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

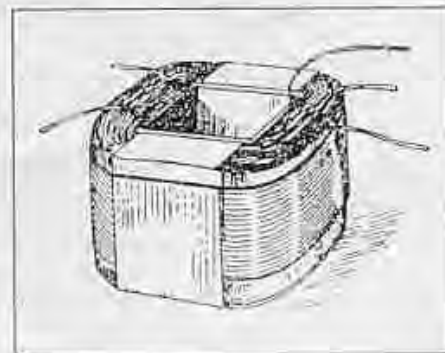
Alacsony illesztőellenállásnál négy...hat osztás elegendő anódtól anódig. A primer és szekunder tekerések kezdet-végeit jelöljük, hogy a rajz szerinti összekötésnél a sorrendet be tudjuk tartani.

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

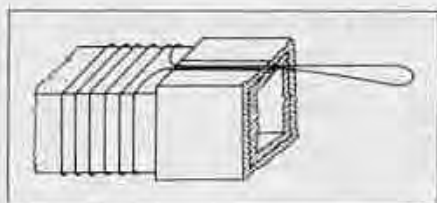
$$d = 0,66 \cdot \sqrt{I}$$

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

Sajnos a régi transzformátorok között nagyon sok készült önhordó (cséveoldallap nélküli) kivételben. Ezt a fajta tekereskialakítást szemlélteti a 7. ábra. Ennél a felépítésnél a tekerés belseje vastag, kb. 0,8...1 mm-es préspánból 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 be lehessen helyezni. A huzalt menet menet mellé tekeréseljük, lehetőleg szorosan. A széleknél kb. 2...3 mm hézagot hagyunk, vagyis nem visszük ki a meneteket a hüvely széléig. Soronként szigetelünk. A sor széleinél a tekerés meneteit leragasztjuk, nehogy később kicsúszzanak. Előfordul, hogy a kivezetés a sor közepére esik. Ilyenkor a huzalt összesodorjuk (megfelelő hosszúságban), majd a sort végigtekeréseljük. Ezután szigetelőanyagot helyezünk a



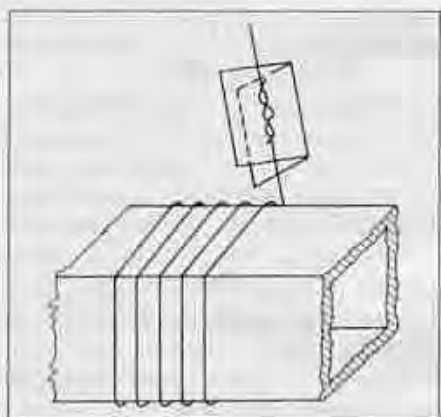
7. ábra. Önhordó tekercestest



8. ábra. Kivezetés készítése

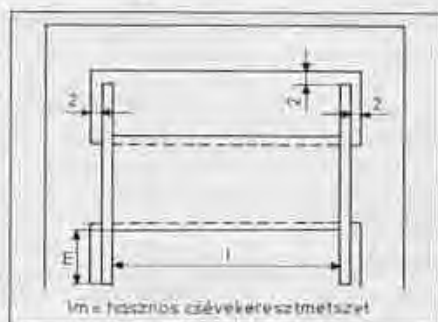
kivezetés és a menetek közé. A kivezetésre műanyagcsövet húzunk, majd az egészet leragasztjuk. Ezzel a módszerrel elkerüljük, hogy a későbbiekben menetzárulat keletkezzen a keresztbe menő tekercselőhuzalon. Gyakorlati megvalósítás a 8. ábrán látható.

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



10. ábra. Javasolt hézagok a csévetesten

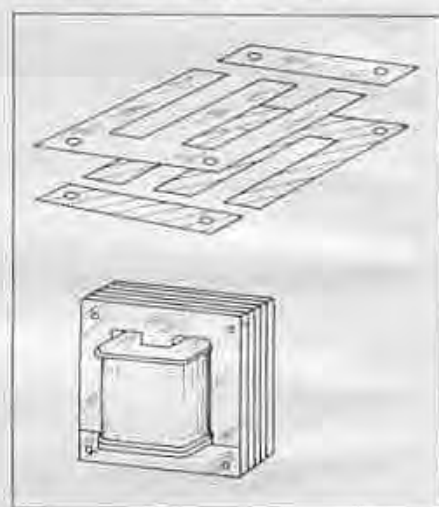
csiszolópapír vagy kés segítségével eltávolítjuk.

Vékony huzal végét pl. a szigetelés túlhévtésével tisztíthatjuk meg. Egy kis tálkába denaturált szeszt (spirituszt) öntünk. Ezt meggyújtjuk, a huzal végét a láng magában tartjuk addig, amíg fel nem izzik eseresznye pirosra. Ekkor hirtelen mozdulattal a denaturált szeszbe nyomjuk az izzó huzalvéget, majd gyors mozdulattal kirántjuk. A huzalvég tiszta, oxidmentes gyantás önnel jól forrasztható. (Ezzel a módszerrel tisztítottuk a lítzhuzalból készült tekercsek kivezetéseit is.)

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

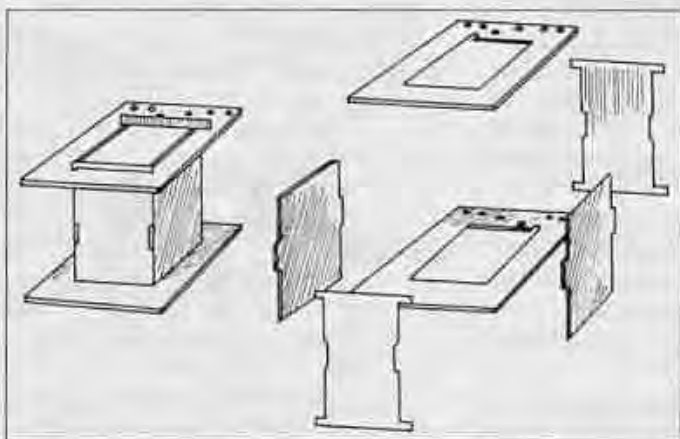
Szigetelésnek transzformátopapír- vagy varnisvászonszövet használunk. A szigetelés elhelyezését a 9. ábra szemlélteti.

Leégett transzformátor csévetestje gyakran már használhatatlan. Az elszennesezett bakelit vagy prespán csévelemek törékenyek, szigetelőképességük leromlott. Újat kell készíteni. Csévetest készítése munkai igényes feladat. Alapanyagként 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, amelyekben az egyes tekercsek kezdet-végeit kivezetjük. Összepattintjuk a kiszabott részeket. Megnézzük, hogy a vasmaglemezek könnyen behelyezhetőek-e.

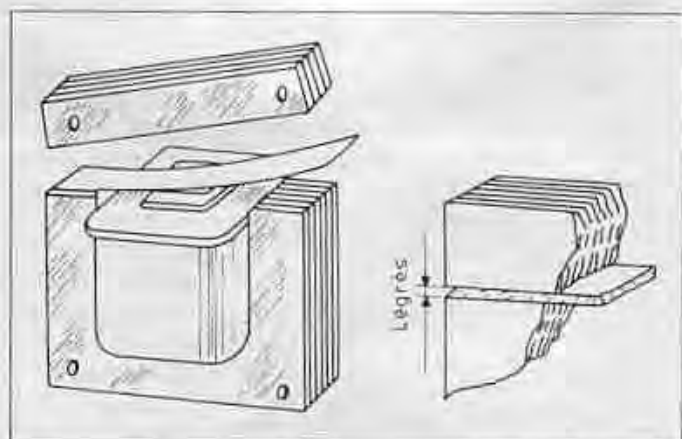


12. ábra. Átlapolt lemezelés

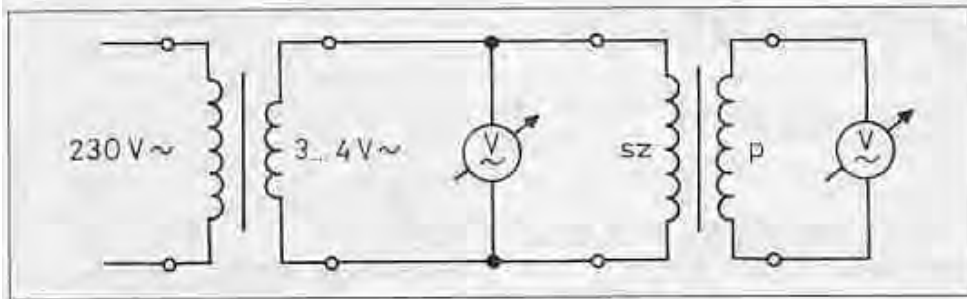
Az M formátumú vasagnál csévetestet oldalként 2 mm-rel kisebbre kell készíteni, hogy a lemezelés könnyen menjen. A szükséges hézagok a 10. ábrán láthatók.



11. ábra. Összerakható csévetest



13. ábra. Légrés kialakítása



14. ábra. Kimenőtranszformátor ellenőrzése

A kész csévetestet célszerű össze-  
ragasztani. A gyári csévetest darabjait  
gépen vágják ki. Ezek összeállítva szil-  
árdak, oldallapjaik nem „löttyögnek”,  
a famagra téve a tekercselőgép tenge-  
lyén szépen futnak. Az általunk készí-  
tett csévetestről ez nem mindig mond-  
ható el. A famagra húzva beállítjuk az  
oldallapokat. Újrapid 5 kétkomponen-  
sű műgyantával megragasztjuk a  
csévetestet úgy, hogy a famagot később  
ki tudjuk húzni. Az összerakható csé-  
vetest axonometrikus rajza a 11. ábrán  
látható.

Szigetelőként transzformátorpapír,  
hostafanfólia, varniszvászon, prespán  
használható. Csévézés transzformátornál  
a szigetelőanyagot vágjuk oldalanként  
2-2 mm-rel szélesebbre. Ezt ezután ol-  
lóval kb. 3 mm-enként, 2-2 mm  
hosszan bevagdossuk. Ez a bevágott  
rész felhajlik a csévetest oldalára, meg-  
akadályozza a menetek egymásba csú-  
szását.

Az önhordó (csévetest nélküli) te-  
kerestestet célszerű impregnálni. Ezzel  
elejét vesszük a későbbi meghibásodá-  
soknak. A széleken a ragasztás hő és  
idő függvényében gyengül. Az esetleg  
kicsúszó menetek zárlatot okozhatnak.  
Impregnálóanyagunk megfelel a  
transzformátorviasz (ecerezin) vagy va-  
lamilyen, egy- vagy kétkomponensű  
parkettalakk.

Az impregnálást valamilyen kido-  
básra ítélt edényben végezzük. Annyi  
impregnáló anyagot teszünk az edény-  
be, hogy a tekercset 1...2 cm magasan  
ellepje. Akkor vegyük ki, amikor már  
megszűnt a buborékolás, a benne lévő  
lévegő kiáramlása.

A hálózati és ellenütemű kimenő-  
transzformátor lemezeit átlapolva (lég-  
rés nélkül) helyezzük a tekercsbe. Az  
átlapolt lemezelés a 12. ábrán látható.  
Szimpla (A-osztályú) végerősítők ki-  
menőtranszformátorait légréssel kell  
összerakni az egyenáramú előmagnese-  
zés csökkentése érdekében. Célszerű az  
eredeti légrés értékét betartani. A légrés  
kialakítása a 13. ábrán szemléltethető.

A készreszerelt transzformátort be-  
építés előtt mérjük be! A primerrel so-  
rosan kapcsolunk egy 230 V-os, legke-  
vesebb 100 W-os izzólámpát. Névle-  
ges hálózati feszültségnél a szekunder  
oldalon a számított értékeket kell mér-  
nünk. Menetzárlat esetén a soros izzó-  
lámpa világít.

Kimenőtranszformátornál az átte-  
ltelt ellenőrizzük (14. ábra). A szekun-  
der (hangszóró) tekercsre 4 V, 50 Hz-es  
váltakozó feszültséget kapcsolunk. A  
feszültségforrás lehet esengőreduktor  
vagy más kistranzformátor. 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).

Ellenütemű transzformátornál a po-  
zítív (a középkivezetés) és az A1, majd  
az A2 kivezetésen mérünk feszült-  
séget. 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 őrző-  
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: tiber@cardware.hu

**Rejthető, vizálló, cső,  
infra-LED-es,  
mini és biztonsági**  
**kamerák, tartozékok**  
**már nettó 16000 Ft-tól**  
**Tolató, fogászati és**  
**eredetvizsgáló**  
**KAMERÁK!**

Viszonteladókat keresünk!

Infó: 06-30/9406-843, 296-0237  
E-mail: infracontrol@pannongsm.hu

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.

Cimünk:

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

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

E-mail: 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 Vittore-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 régies, esetleg klasszicista stílusú legyen. Ez itt

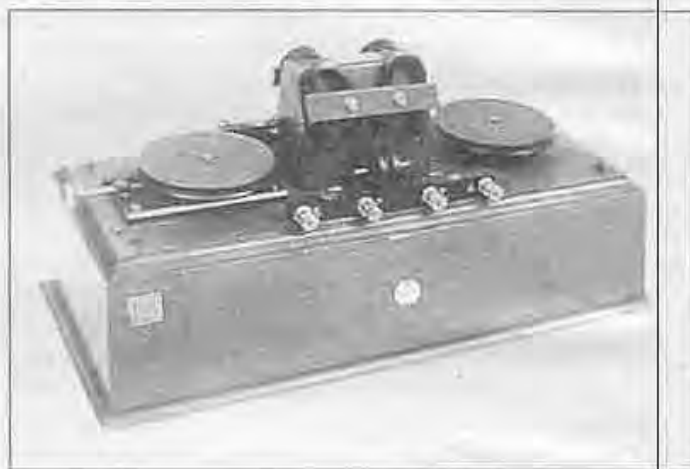
területén a közlekedési, műszaki és postamúzeumokat.

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 terem 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 üvegtárlékban Marconi első, 1896-ból származó szikratávírójának pontos, élethű mását mutatják be Righi professzor parabola-sugárzóba épített kettes szikraközével együtt, ami ugyancsak Marconi első kísérleteinél kapott



Marconi első szikratávíró adója (1896)



Marconi-féle mágneses detektor (1903)

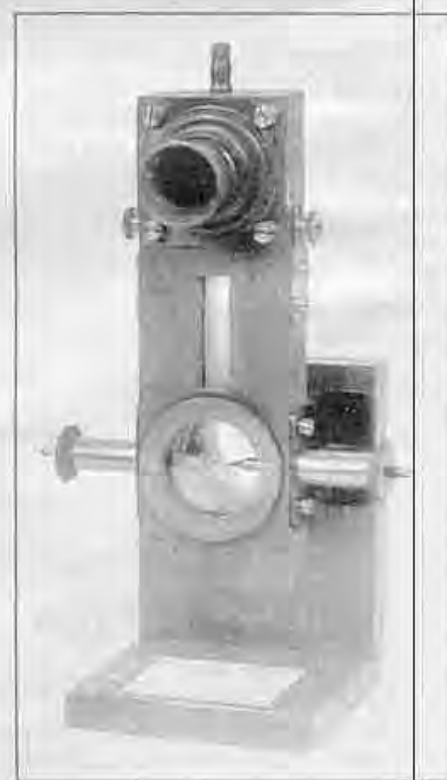
Milánóban másként sikerült: az épület nagy, de nem tekintélyes, régi, de nem klasszicista – és kissé kopottas. Ez a külső. Belsőben kincsek vannak! A címben jelzett rádiómúzeumot ebben az esetben nem szó szerint kell érteni. Egy olyan gyűjteményt láthatunk, amely egyesíti és pótolja Olaszország

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

Az 1920–30-as években Itália jelentős repülőgép- és légihajógyártással rendelkezett. Az olaszok egyik büszkesége volt az „Italia” légihajó, mellyel Nobile tábornok vezetésével 1928-ban felfedezőutat tettek az Északi-sarkra. A második útján szerencsétlenül járt légihajó 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 Allocchio 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 szikraköz az oltotszikrás adók idejéből, Marconi-féle kohérer 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-

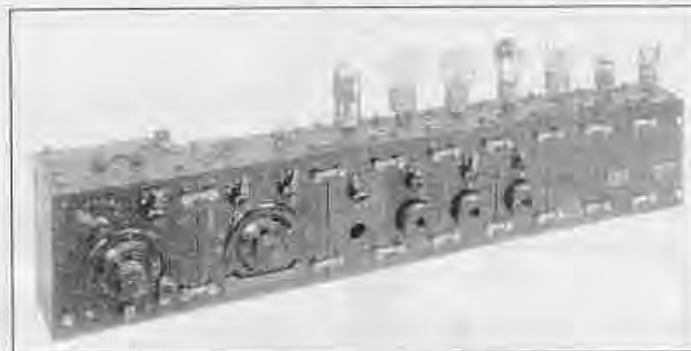
mikrofonja és kezdetleges ívlámpaadója látható; relikviái a rádiótelefon megvalósítását célzó sikeres, de végül feleslegesnek bizonyult 1908-as próbálkozásoknak. Majorana példáját mások is követték, így egy *Giuseppe Vanni* által készített vízmikrofon is kiállításra került. Ezek a vízmikrofonok az olaszok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

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

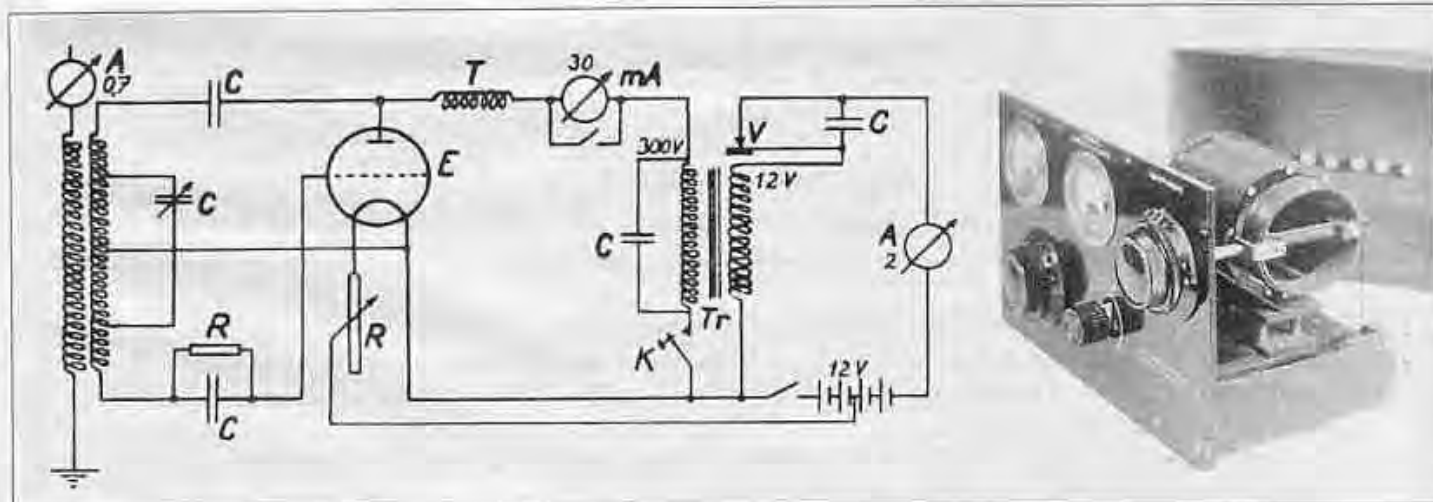


A Telefunken cég léghajó-rádióadója

gyártmánya). Az egyes fokozatokat önálló elemként lehetett összekapcsolni. A milánói múzeumban kiállított, kilenc elemből összerakott 7-lámpás 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” készüléke (1923)



Biagi távirás rövidhullámú vészadója 1928-ból

**Weller®**  
Angyalföldről  
az Angyalföldi útról



**C+F  
Kft.**

1134 Budapest,  
Angyalföldi út 38.

Tel/Fax: 340-8456 és 340-8476

**rubis**  
Csipeszek

**SANDVIK**  
Belzer

Kéziszerszámok

**PIERGIACOMI**  
SMD csipeszek, fogók



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-esöves 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

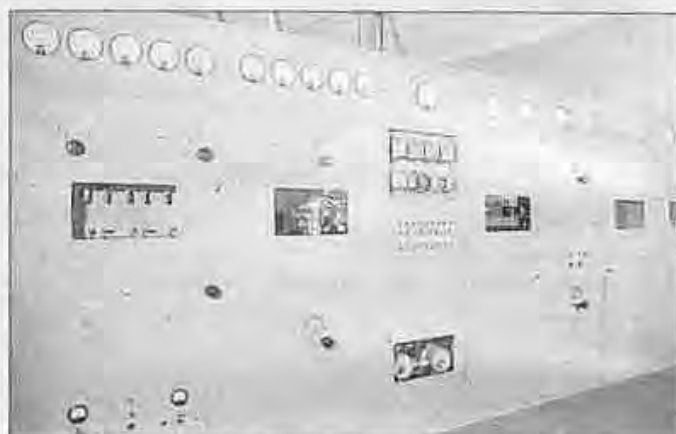
középhullámú műsorszóró adóberendezése. A teljes egészében idetelepített adó műszerfalán levő kis ajtón keresztül bemehetünk az adó belsejébe! Megnézhetjük a rezgőköröket, adócsöveket, a hűtési rendszert, de kihasználva az adó mögötti teret, egyéb látnivalókat is rejtettek ide, például a múzeum elektroncső-gyűjteményét.

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 köszönetet 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](mailto:info@LOMEX.hu)

---

**Az** elektronikai alkatrészforgalmazás tekintetében évtizedes múltú 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

ZLGS

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 meglevő családok terebélyesedését. Az egycsipes mikroszámítógépek, azaz a mikrokontrollerek vagy mikrovezérlők a beépített vezérlőegységek kialakítására szolgálnak, ezekre épül a rádiótelefon, a telefax, a mosógép, a gépkocsik fedélzeti számítógépe és sok más elektronikai készülék, eszköz. Elsősorban vezérlési feladatokat látnak el, felépitésük (az ún. Harvard architektúra), utasításkészletük a vezérlési feladatokra optimalizált.

A Microchip Technology Inc. egy fiatalnak számít, 1990-ben alapított cég. Megalakulásakor egy újszerű mikrovezérlő-családdal jelentkezett, a PIC áramkörökkel. Tíz év alatt már egymilliárdnál 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 áramkört 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 (18 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 családot is bemutatva. 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 mikrovezérlő-gyártók többsége azonban az adattal azonos szóhosszúságú utasításszavakat alkalmaz. A hosszú utasítások miatt vált lehetővé, hogy az utasítások egyszavasak voltak, az egyszavas 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 vezérelhetők (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 meglevő 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 segédeszköz 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 megoldásait, 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 leegyszerűbb, 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.

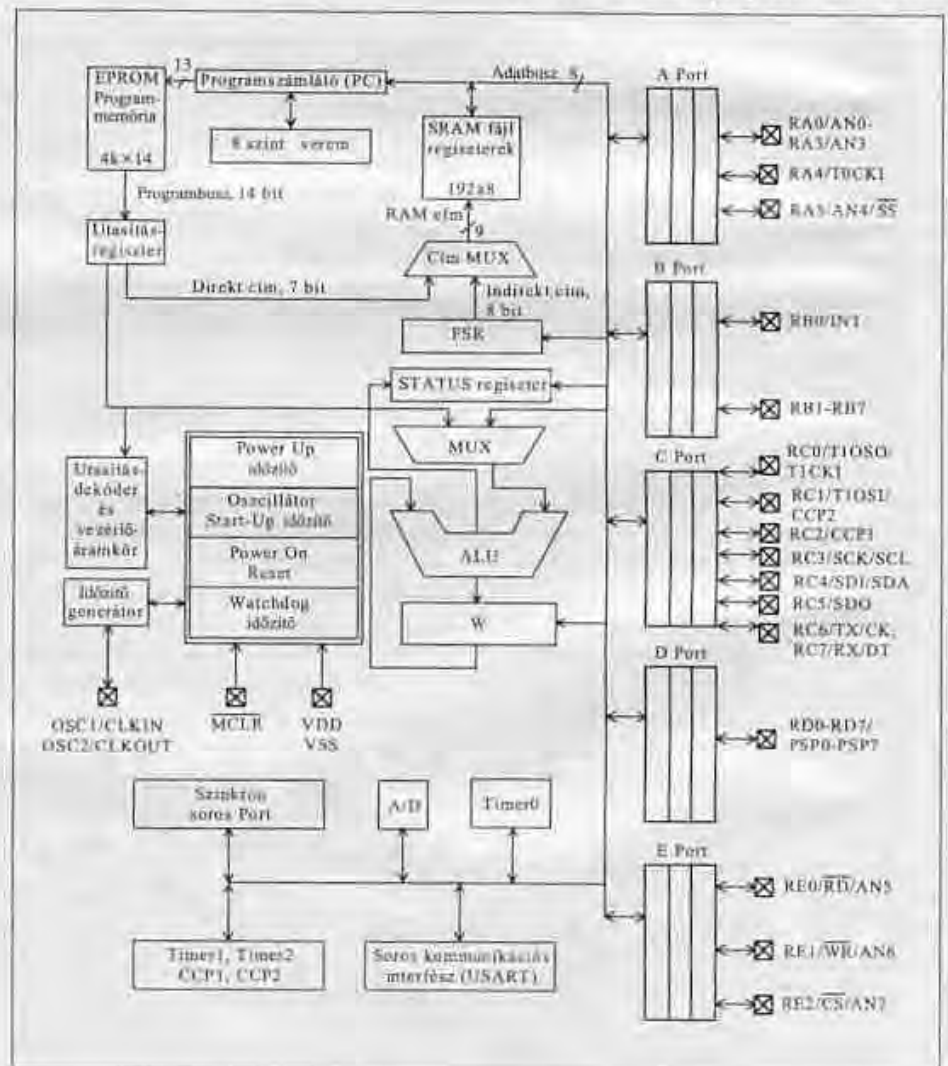
## A PIC16Cxx család

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:

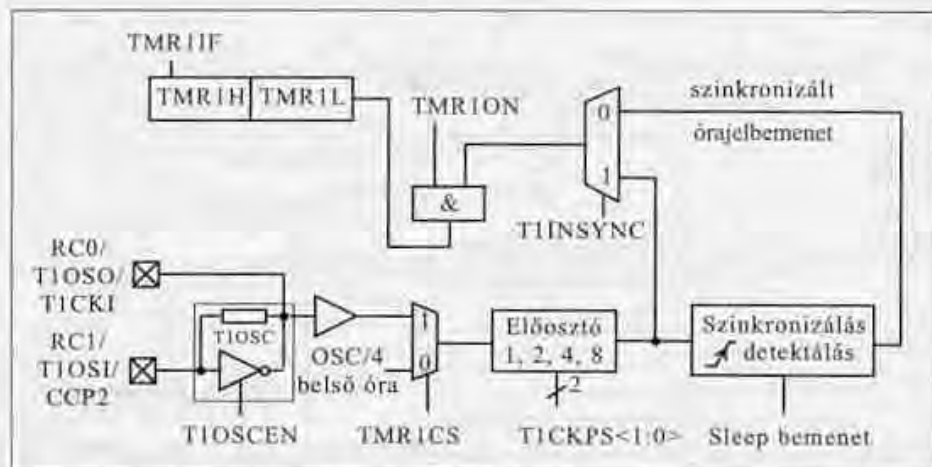
- 8 bites adat, 14 bites utasítás,
- 16 bites programszámláló, ami 64 kibi szavas programmemória kezelését teszi lehetővé,
- 35 elemű utasításkészlet, minden utasítás egyszavas,

- 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.

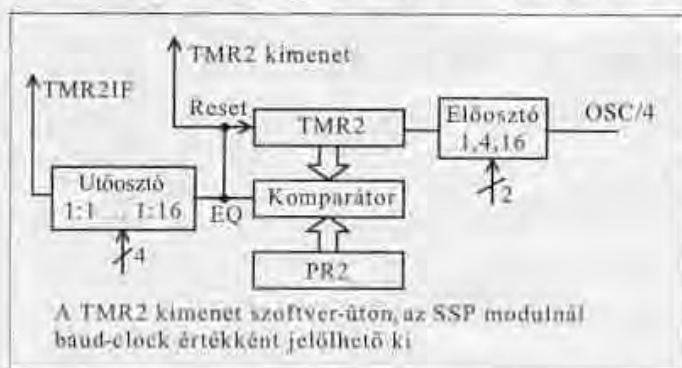
A PIC16Cxx mikrovezérlők többségében három időzítő/számláló található (Timer0, Timer1, Timer2), valamint a minden PIC áramkörben meglévő WDT. A Timer0 felépítése, kezelése megegyezik a PIC16C5x elemekben levő egyetlen, nyolcbites számlálóval, a Timer0 tehát lényegében nem más, mint a korábbi RTCC. Eleinte 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 jelnevezések, pl. TMR1CS, T1OSCEN stb. a mikrovezérlő SFR regisztereiben levő vezérlőbitek. Ezekről részletesebben a mikrovezérlőket leíró jegyzetkből [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.

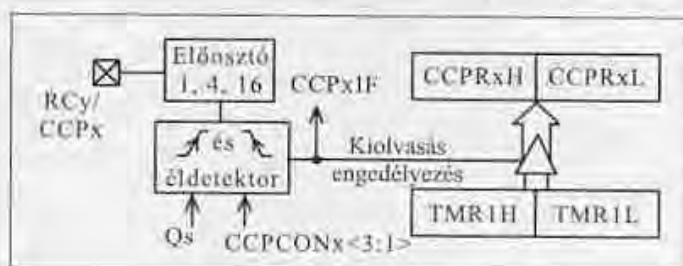
A capture (kiolvastatás) üzemmódban a mikrovezérlőre vezetett külső vezérlő jel megjelenésekor a Timer1 tartalma kiolvastodik, s eltárolódik a CCP regisztereiben (4. ábra). Ha a Timer1 időzítő módban dolgozik, akkor a kiolvastatás lehetővé teszi külső események időpontjának meghatározását, eltárolását.

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

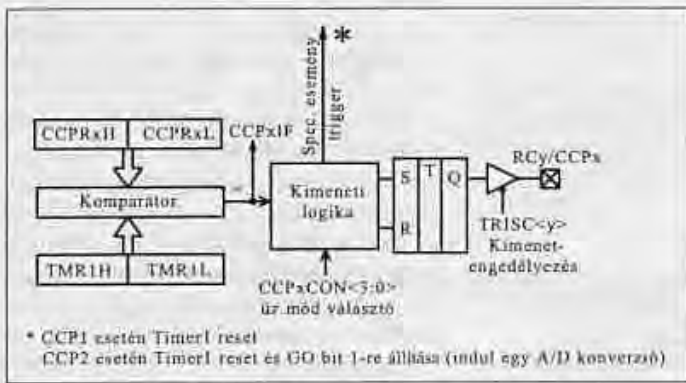
A PWM üzemmódban impulzus-szélesség-modulált kimenőjelet lehet generálni a CCP modul és a Timer2 felhasználásával. A kimenőjel kitöltési tényezőjét 0...100% között lehet programozni. A kitöltési tényezőt a CCPRxL tartalmazza, a periódusidőt a TMR2 regiszter. A PWM 10 bites felbontással működik, ezért 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 keressünk 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, főlegrendelt számítógépekkel.

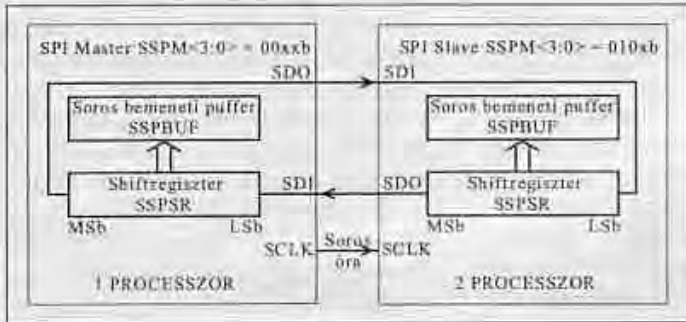
Az SSP két szabványos lehetőséget biztosít, az SPI és az IIC üzemmódot. Az SPI (Serial Peripheral Interface) a



4. ábra



5. ábra

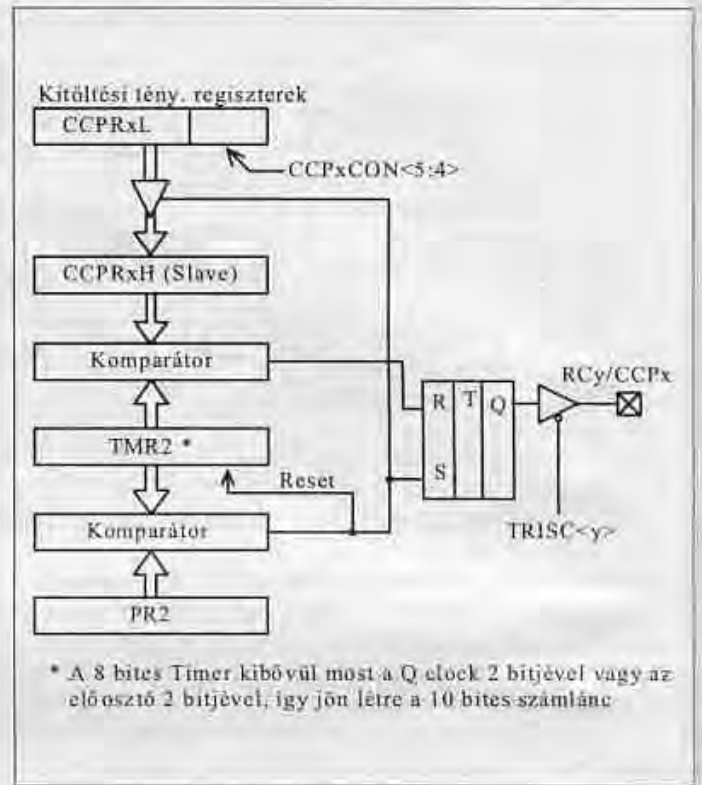


7. ábra

Motorola cég által kidolgozott szinkron soros kommunikációs megoldás. Nyolcbités 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 főrendelt szerepű eszköz). Az SPI-kapcsolatban egyetlen master és egyetlen slave (alárendelt szerepű eszköz) kapcsolódik össze. Az SPI adatátvitel különlegessége, hogy minden adatátvitel

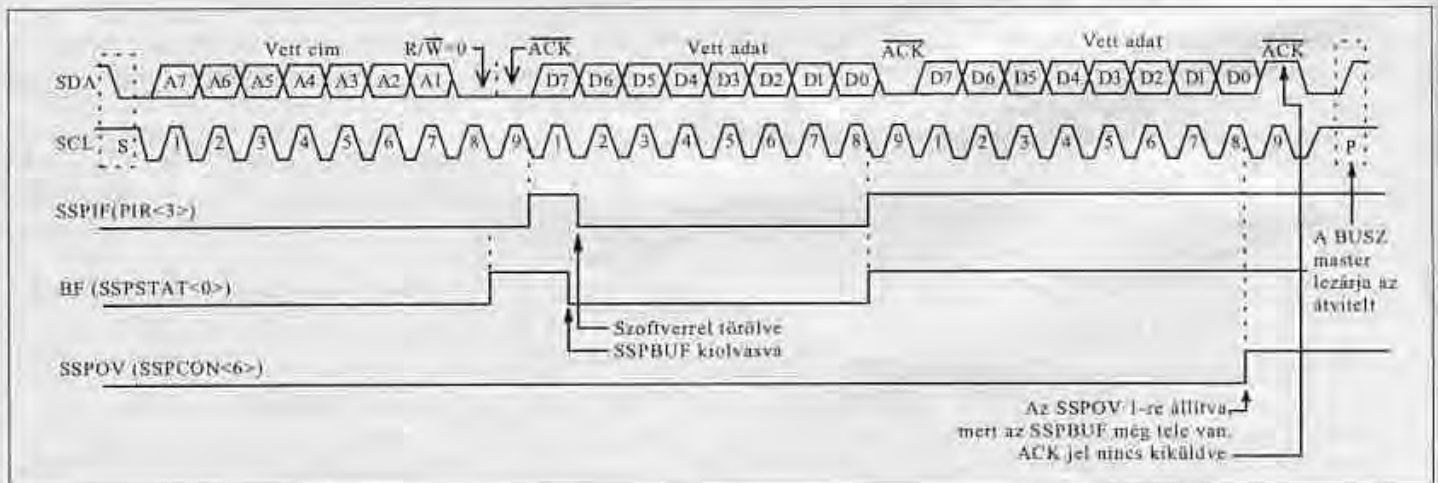
korán egyidejűleg megtörténik egy adatátvitel a mastertől a slavehez, s egy másik adatátvitel a slavetől a masterhez. A master és a slave csak egy-egy léptetőregisztert tartalmaz, nincs külön adóregiszter és vevőregiszter. Az adatmozgás során a két léptetőregiszter tartalma lényegében kicserélődik (7.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

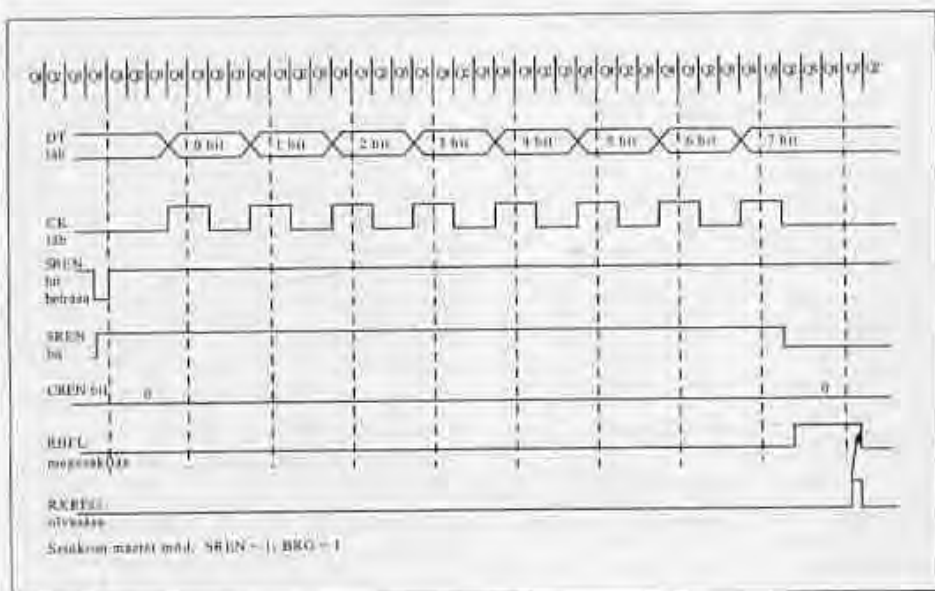


6. ábra

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 rendszerkezelésének 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 hébités és tíz-



8. ábra



9. ábra

bites címzésre, a működési frekvencia széles határok között változtatható. A 8. ábrán egy IIC slave vétel látható, hébites 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 kommunikációs illesztő (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 (órajelet kiküldő) vagy slave (órajelet 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 teszi 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.

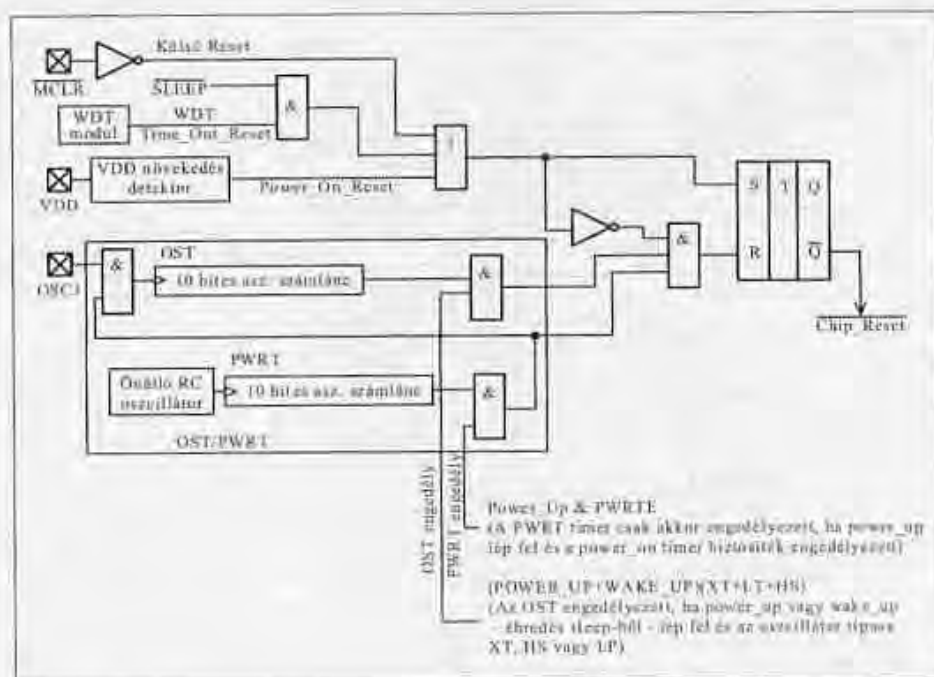
A PIC16Cxx mikrovezérlőkben a reset folyamat már igen átgondolt, hatékony kialakítású. A mikrovezérlő az *MCLR* lábba vezetett külső jellel is alaphelyzetbe állítható, automatikusan resetet kezdeményez a tápfeszültség bekapcsolás, s a WDT is képes resetelni. A bekapcsolási és az ébredési reset megnyúlik egy RC-oszcillátorról működtetett időzítő értékeivel (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.

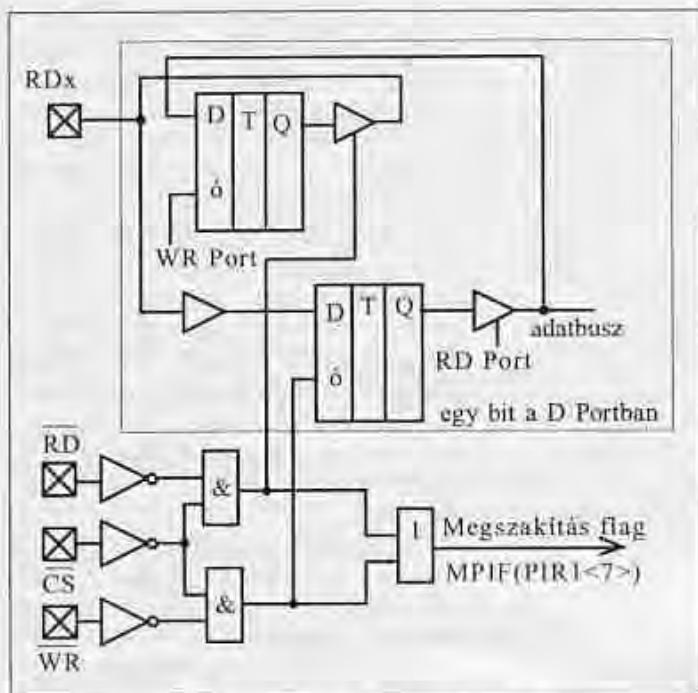
A PIC16Cxx mikrovezérlők képesek egy fölérendelt számítógép, mikroprocesszor számára egyszerűen vezérelhető perifériaként is megjelenni. Ebben a szerepkörben (párhuzamos slave port, PSP) a mikrovezérlőt a processzor egy *RD*, egy *WR* és egy *CS* jel segítségével kezeli, az adatforgalom egy nyolebites 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 megszakításának 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 amak 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 mikrovezérlőben 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 felűzését egyetlen kábelre. Az USB-illesz-

tővel rendelkező mikrovezérlőkkel olyan egységeket, készülékeket lehet kialakítani, melyek egy PC USB-port-jára 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 törölkészülékben hosszú percekig tölteni, mint az EPROM-os megoldású áramköröket.

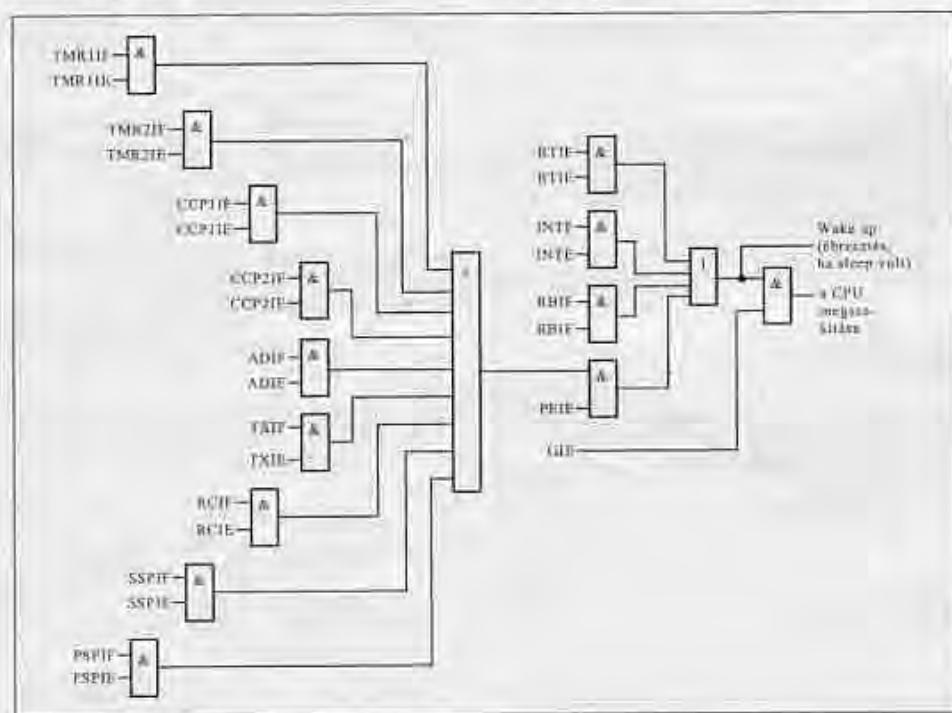
A 2. táblázatban a PIC16Cxx család néhány új tagjának fontosabb adatait lehet megtalálni. A PIC16Cxx mikrovezérlőket részletesen a [2] írja le, az utasítások táblázatát az [1]-ben lehet megtalálni.

## Új elemek és képességek a PIC17C család tagjaiban

A PIC17C elemek a PIC mikrovezérlők alapvető hagyományával 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 óráfrekvencia itt ma 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 magya 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, cél szerű ezért egyes esetekben a tápingás érzékelni, s fellépése után részette folytatni a működést. A PIC17C mik



12. ábra

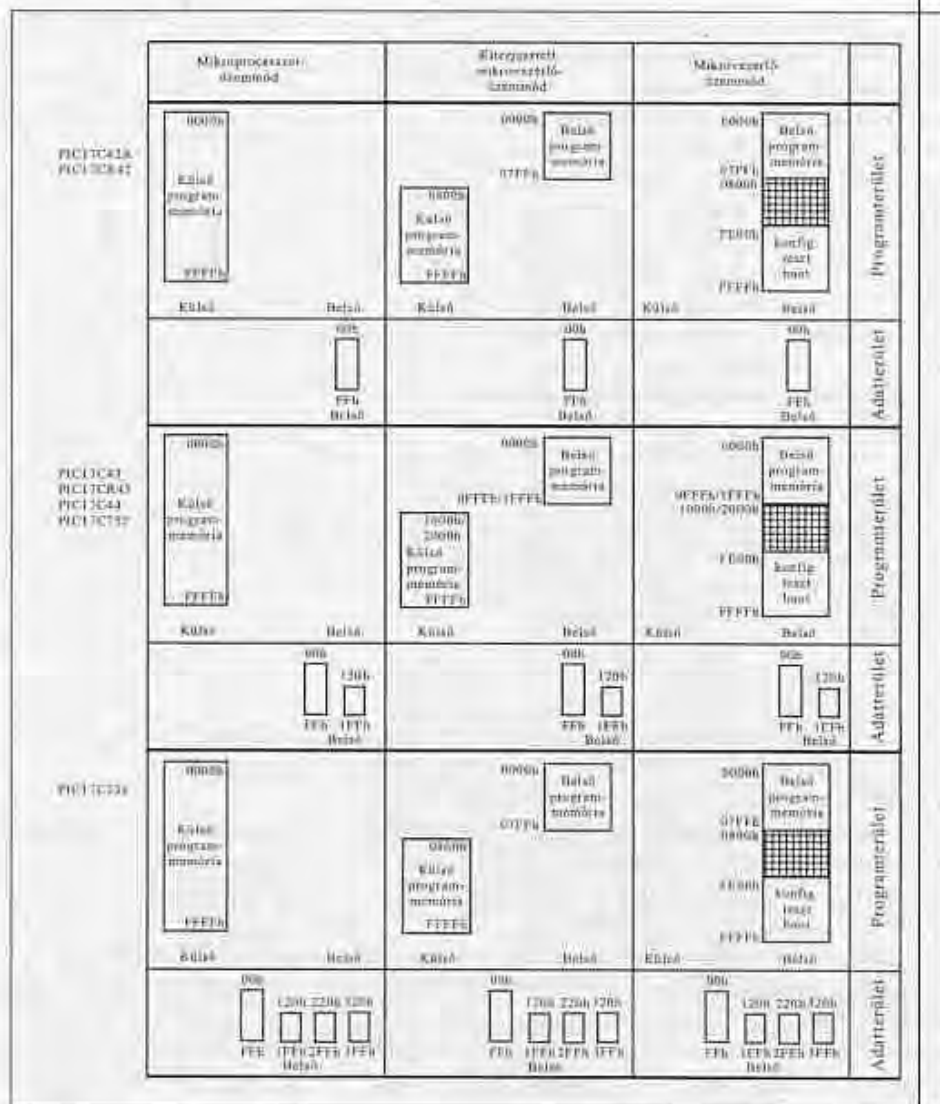


rovezérlőkben ez a védelmi rendszer már beépített funkcióként jelenik meg.

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 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-



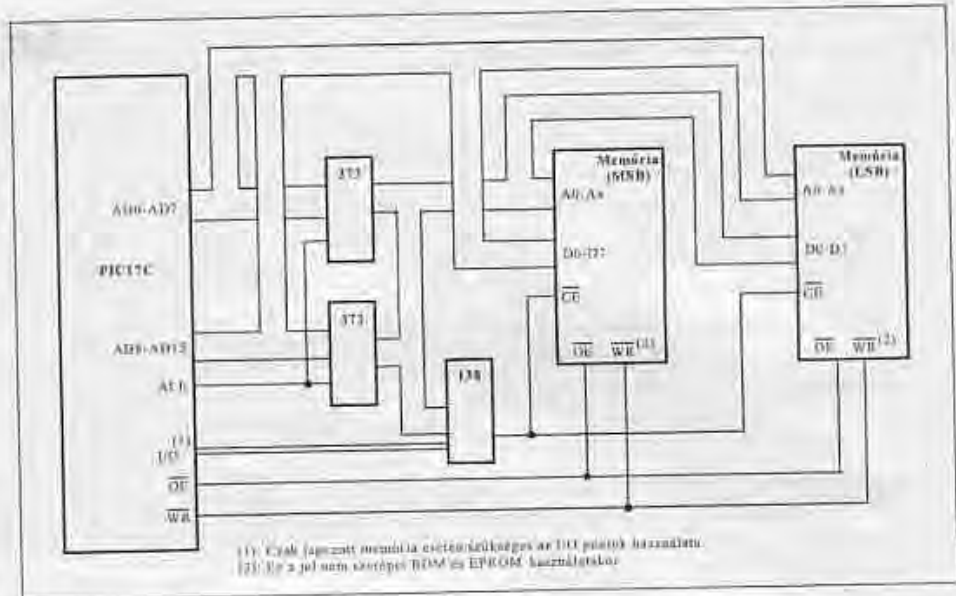
13. ábra

## 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 memóriaáramkörök 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.



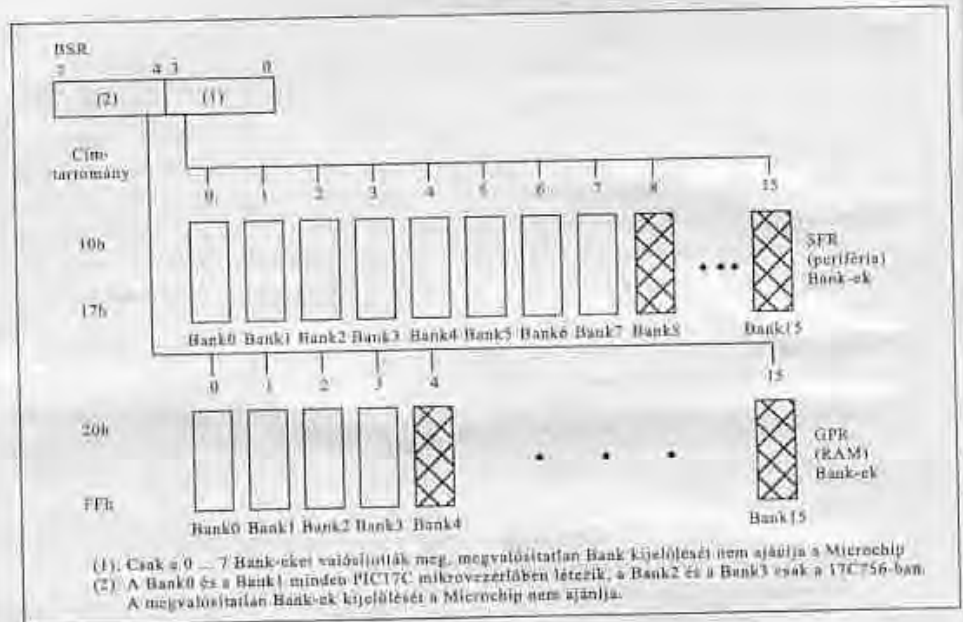
14. ábra

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 hardveritron hajtja végre, ez is egy ciklus alatt végrehajtható. A hardveres szorzás nagymértékben lerövidíti a számítógépes 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 vezérlésátadó utasításokat is.

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



15. ábra

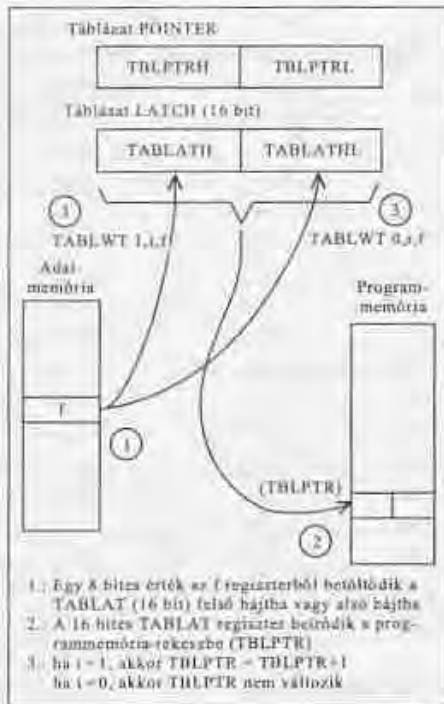
3. táblázat. Néhány szorzórutin paraméterei

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

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

Mnemonic, operandus		Leírás	Ciklus	16 bites opkód				Módosuló flag	Megjegyzés
				MSb	LSb				
<b>Bájtorientált, fájlregiszteres utasítások</b>									
ADDWF	f,d	ADD WREG to f	1	0000	1110	1111	1111	OV, C, DC, Z	
ADDWFC	f,d	ADD WREG and Carry bit to f	1	0001	0000	1111	1111	OV, C, DC, Z	
ANDWF	f,d	AND WREG with f	1	0000	1010	1111	1111	Z	
CLRF	f,s	Clear f or Clear f and Clear WREG	1	0010	1000	1111	1111	Nincs	3
COMF	f,d	Complement f	1	0001	0010	1111	1111	Z	
CPFSEQ	f	Compare f with WREG, skip if =WREG	1 (2)	0011	0001	1111	1111	Nincs	6, 8
CPFSGT	f	Compare f with WREG, skip if >WREG	1 (2)	0011	0010	1111	1111	Nincs	2, 6, 8
CPFSLT	f	Compare f with WREG, skip if <WREG	1 (2)	0011	0000	1111	1111	Nincs	2, 6, 8
DAW	f,s	Decimal Adjust WREG Register	1	0010	1110	1111	1111	C	3
DECf	f,d	Decrement f	1	0000	0110	1111	1111	OV, C, DC, Z	
DECFSZ	f,d	Decrement f, Skip if 0	1 (2)	0001	0110	1111	1111	Nincs	6, 8
DECFSNZ	f,d	Decrement f, Skip if not 0	1 (2)	0010	0110	1111	1111	Nincs	6, 8
INCF	f,d	Increment f	1	0001	0100	1111	1111	OV, C, DC, Z	
INCFSZ	f,d	Increment f, Skip if 0	1	0001	1110	1111	1111	Nincs	6, 8
INFSNZ	f,d	Increment f, Skip if not 0	1 (2)	0010	0100	1111	1111	Nincs	6, 8
IORWF	f,d	Inclusive OR WREG with f	1 (2)	0000	1000	1111	1111	Z	
MOVFP	f,p	Move f to p	1	011p	pppp	1111	1111	Nincs	
MOVFP	p,f	Move p to f	1	010p	pppp	1111	1111	Z	
MOVWF	f	Move WREG to f	1	0000	0001	1111	1111	Nincs	
MULWF	f	Multiply WREG with f	1	0011	0100	1111	1111	Nincs	
NEGf	f,s	Negate WREG	1	0010	1100	1111	1111	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	1010	1111	1111	C	
RLNCF	f,d	Rotate left f (no carry)	1	0010	0010	1111	1111	Nincs	
RRCF	f,d	Rotate right f through Carry	1	0001	1000	1111	1111	C	
RRNCF	f,d	Rotate right f (no carry)	1	0010	0000	1111	1111	Nincs	
SETF	f,s	Set f	1	0010	1010	1111	1111	Nincs	3
SUBWF	f,d	Subtract WREG from f	1	0000	0100	1111	1111	OV, C, DC, Z	1
SUBWFB	f,d	Subtract WREG from f with Borrow	1	0000	0010	1111	1111	OV, C, DC, Z	1
SWAPf	f,d	Swap f	1	0001	1100	1111	1111	Nincs	
TABLRD	f,l,f	Table Read	2 (3)	1010	1001	1111	1111	Nincs	7
TABLWT	f,l,f	Table Write	2	1010	1111	1111	1111	Nincs	5
TLRD	f,f	Table Latch Read	1	1010	0000	1111	1111	Nincs	
TLWT	f,f	Table Latch Write	1	1010	0100	1111	1111	Nincs	
TSTFSZ	f	Test f, Skip if 0	1 (2)	0011	0011	1111	1111	Nincs	6, 8
XORWF	f,d	Exclusive OR WREG with f	1	0000	1100	1111	1111	Z	
<b>Bitorientált, fájlregiszteres utasítások</b>									
BCF	f,b	Bit Clear f	1	1000	1000	1111	1111	Nincs	
BSF	f,b	Bit Set f	1	1000	0100	1111	1111	Nincs	
BTFSZ	f,b	Bit Test, Skip if Clear	1 (2)	1001	1000	1111	1111	Nincs	6, 8
BTFSZ	f,b	Bit Test, Skip if Set	1 (2)	1001	0100	1111	1111	Nincs	6, 8
BTG	f,b	Bit Toggle f	1	0011	1000	1111	1111	Nincs	
<b>Literál (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
CLRWDI	-	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	kkkk	kkkk	Nincs	
MOVLB	k	Move literal to high nibble in BSR	1	1011	1010	kkkk	kkkk	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 bájta) – 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

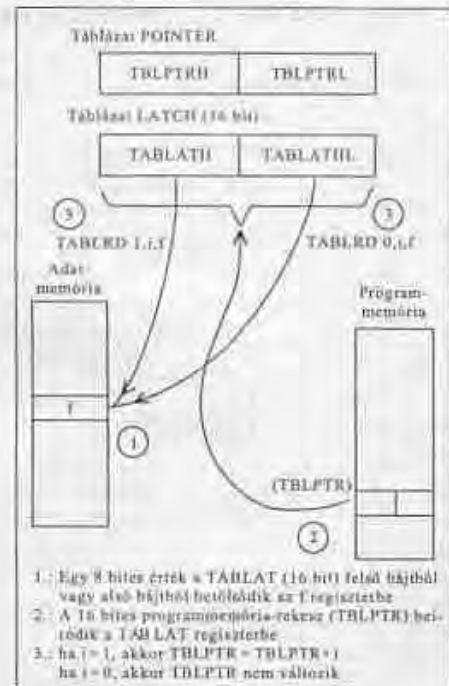
hogyan a nyolcbités mikrovezérlő (melynek adatmemóriája így nyolcbités rekeszeket tartalmaz) hosszabb utasítással dolgozzon (a PIC17C elemek esetében pl. 16 bites utasításokkal). A programmemóriából csak programelemeket olvas a mikrovezérlő központi egysége, az adatmemóriát pedig adatok beírására, visszaolvasására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

az új lehetőségek 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.

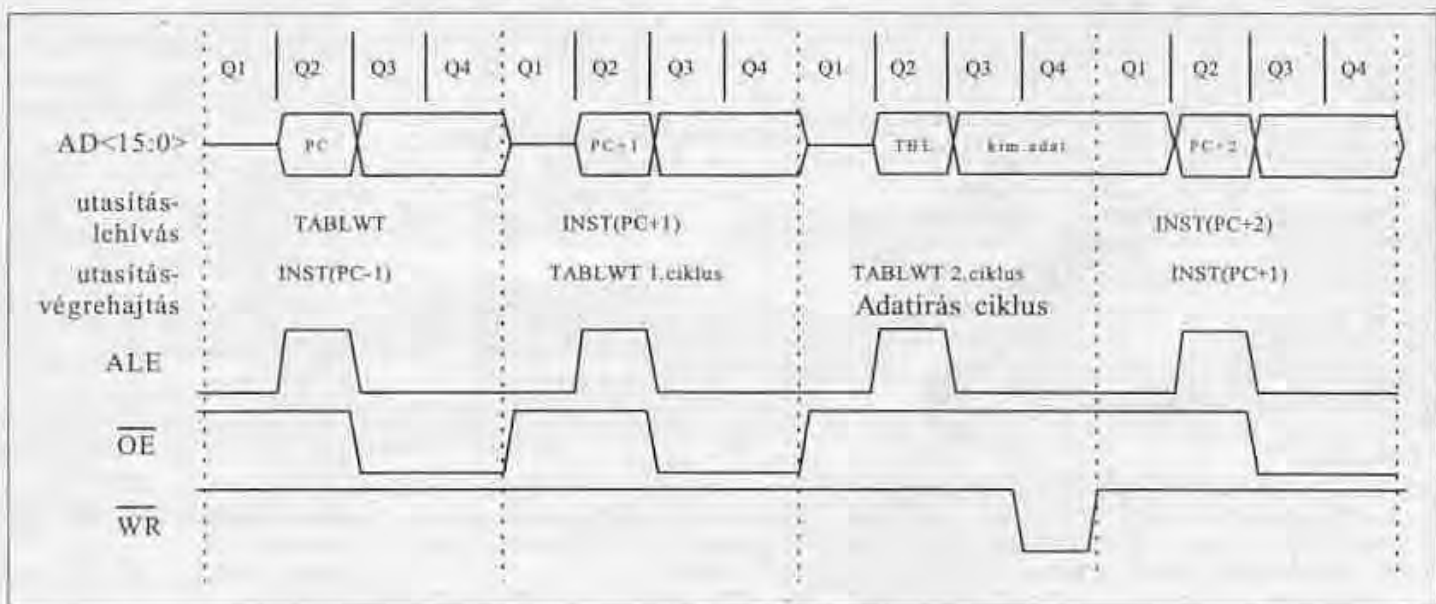
Mivel az adatmemória rekeszei nyolcbités, a programmemória rekeszei pedig 16 bités, a táblázatkezelés megoldása kissé körülményes. A táblázatírás során két táblázatíró utasítást kell egymás után végrehajtani, az adatmemória-tartalmak egy 16 bites átmeneti regiszterbe kerülnek, s a második utasítás végrehajtása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



18. ábra

# Megoldás

# Minden Szinten

*Alkatrészek*



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

*Programozók*



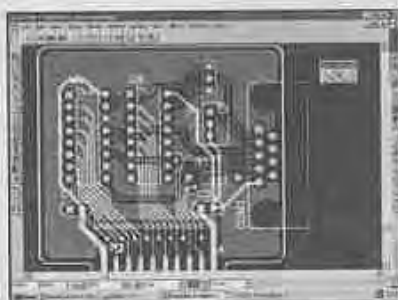
*EPROM, EEPROM  
PAL, GAL  
FPGA, PALCE  
Mikrokontrollerek  
Flash memóriák, stb.*

*Fejlesztőeszközök*



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

*Tervezőprogramok*



*FPGA és CPLD tervezés  
Áramkörszimuláció  
Nyomtatottáramkör 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	Programmemória	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 frászt 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 kiolvasató (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 korábbinál (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 túlesordulásakor 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.

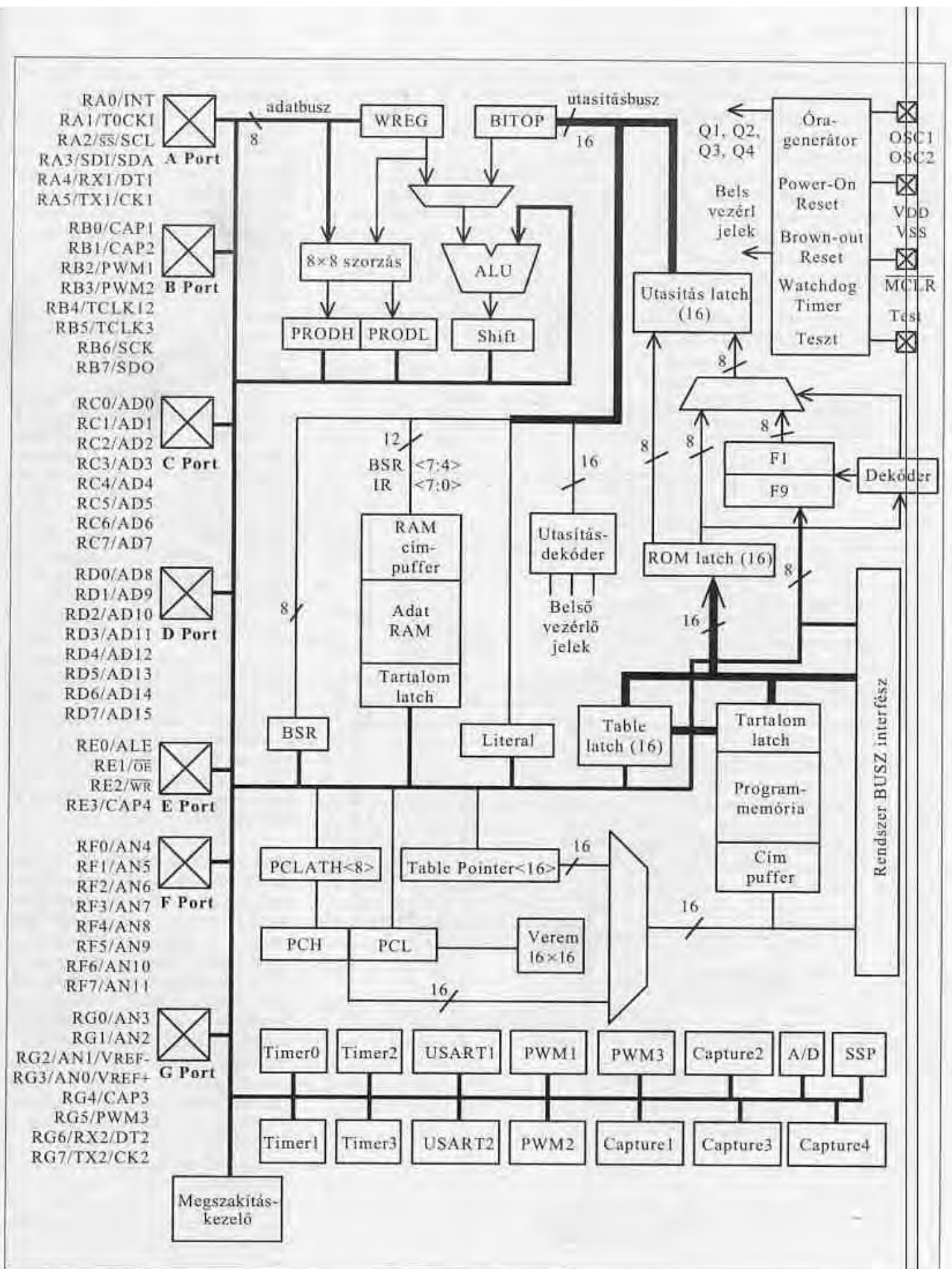
### A legnagyobb teljesítményű PIC mikrovezérlők, a PIC18C elemek

1999-ben fejlesztették ki a Microchip memőkei 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 nyolcbités 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-üzemmódok 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 tápenergia-igény csökkentése érdekében célszerű erre a kisebb frekvenciára átkapcsolni. További új elem a frekvenciamegyszerező áramkör beépítése, ami PLL felhasználásával oldja meg a külső kvarccal beállított órajel-frekvencia megyszerezését.

A mikrovezérlővel kialakított elektronika megbízhatóságának egyik záloga a sokoldalú, hatékony reset-rendszer. A PIC18C mikrovezérlők a korábbi alaphelyzetbe-állítási lehetőségek mindegyikét tartalmazzák, de újdonságokkal 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 alulesordulása illetve túlesordulása 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

védte, 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 túlsordulásakor (túl sok mentési igény) illetve alulesordulásakor (több kiolvasás, mint beírás) a mikrovezérlő egy reset folyamattal újraindul, ismét kialakítja a teljes szoftverrendszert és „tisztalappal” kezdi meg (pontosabban szólva folytatja) a működést.

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

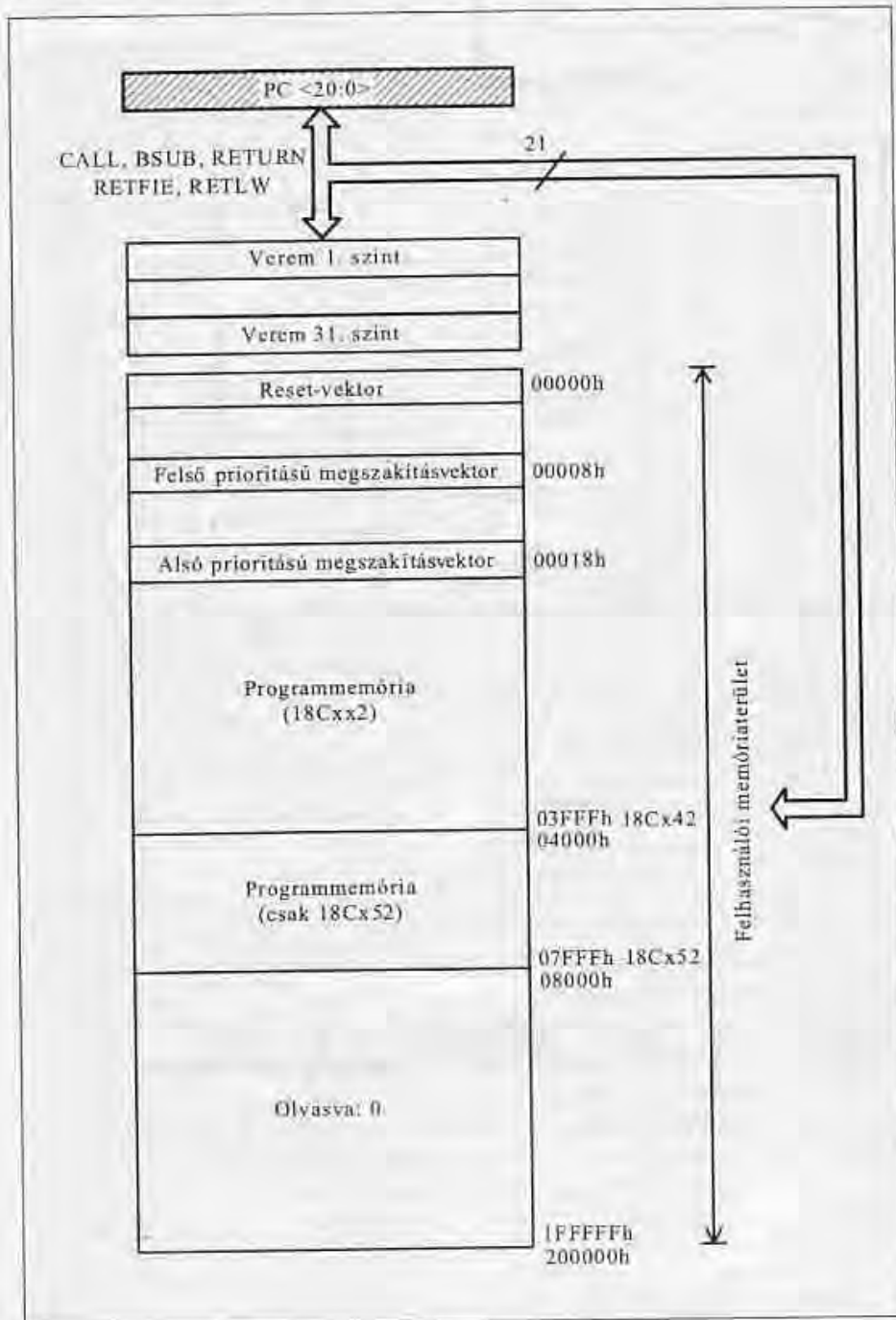
A megszakításokhoz itt két címet rendelt a Microchip, de a két címet egy-egy prioritási szinthez kötötte. A megszakítások kezeléséről a későbbiekben szólunk még. Látható, hogy akár a teljes 2 MiB-os címtartomány is felhasználható programok tárolására. A PIC18C mikrovezérlők utasításainál a szóhosszúság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

során 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 használata előtt vagy után növelhető illetve csökkenthető. Ez a lehetőség az adatsorok kezelését nagyban meggyorsítja, leegyszerűsíti.

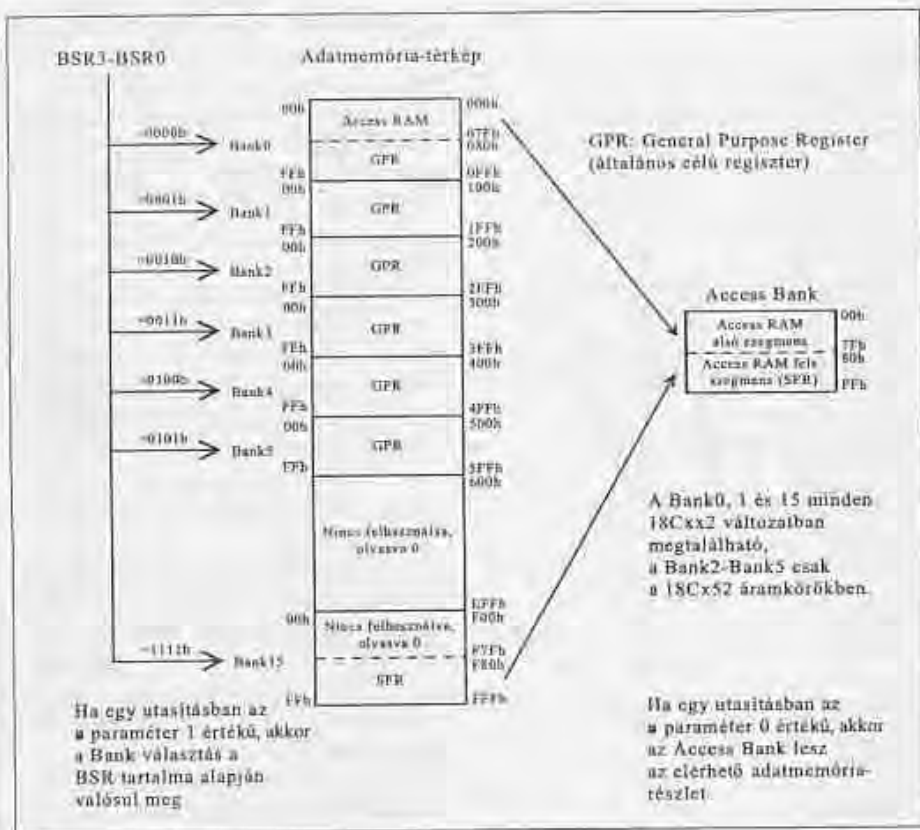
Érdekes kérdés a külső programmemória alkalmazásának lehetősége. A jelenleg forgalomban lévő PIC18C mikrovezérlők csak belső programmemóriát kezelnek. A Microchip előrejelzéseiben szerepel néhány „romless”, azaz belső programmemória nélküli típus, ez nyilvánvalóvá teszi, hogy a PIC18C családban a külső 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 címtartományban levő „félbank” az Access RAM nevet kapta, a továbbiakat GPR (általános felhasználású regiszterek) jelöli. A RAM címtartomány 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

szerűen, 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 ezekenél a mikrovezérlőkben nyolcbites rekeszekből áll. A programmemóriát a táblázatkezelés során címző táblázatpointer (TBLPTR) 21 bites, így minden rekeszt külön-külön képes megcímezni. A táblázatolvasás menetét

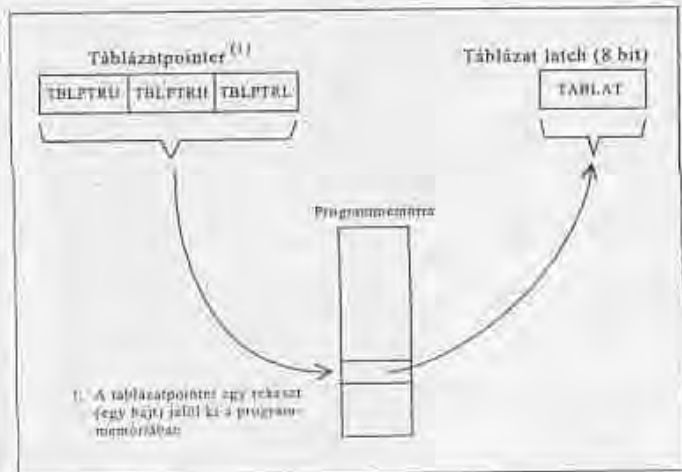
a 22. ábra mutatja be. A táblázatolvasás (és a táblázatírás) utasításnak négy változata van, az egyik változatlanul hagyja a TBLPTR tartalmát, a másik felhasználás után növeli vagy csökkenti, s van, amelyik a felhasználás előtt növeli eggyel. Ezek a lehetőségek is az adatsorok kezelését egyszerűsítik.

A táblázatírás (23. ábra) a PIC18C mikrovezérlőkben blokkos szervezésű. A blokk 2 rekeszből áll (hiszen egy utasításkereső két nyolcbites memóriarekeszben fér el). A táblázatíró utasítástól ezért minden esetben kettesével

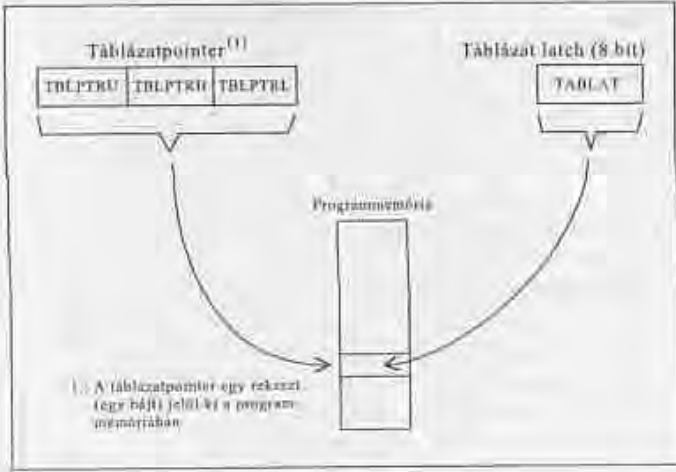
kell használni. Az első utasítás valószínűleg nem is a programmemóriába ír be, csak egy átmeneti regiszterbe. Amikor a második táblázatíró utasítás is sorra kerül, akkor – egy hosszú frás ciklus alatt – valósul meg az utasítás 16 bitjének beírása a programmemóriába. A hosszú frás ciklust itt is reset-folyamat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

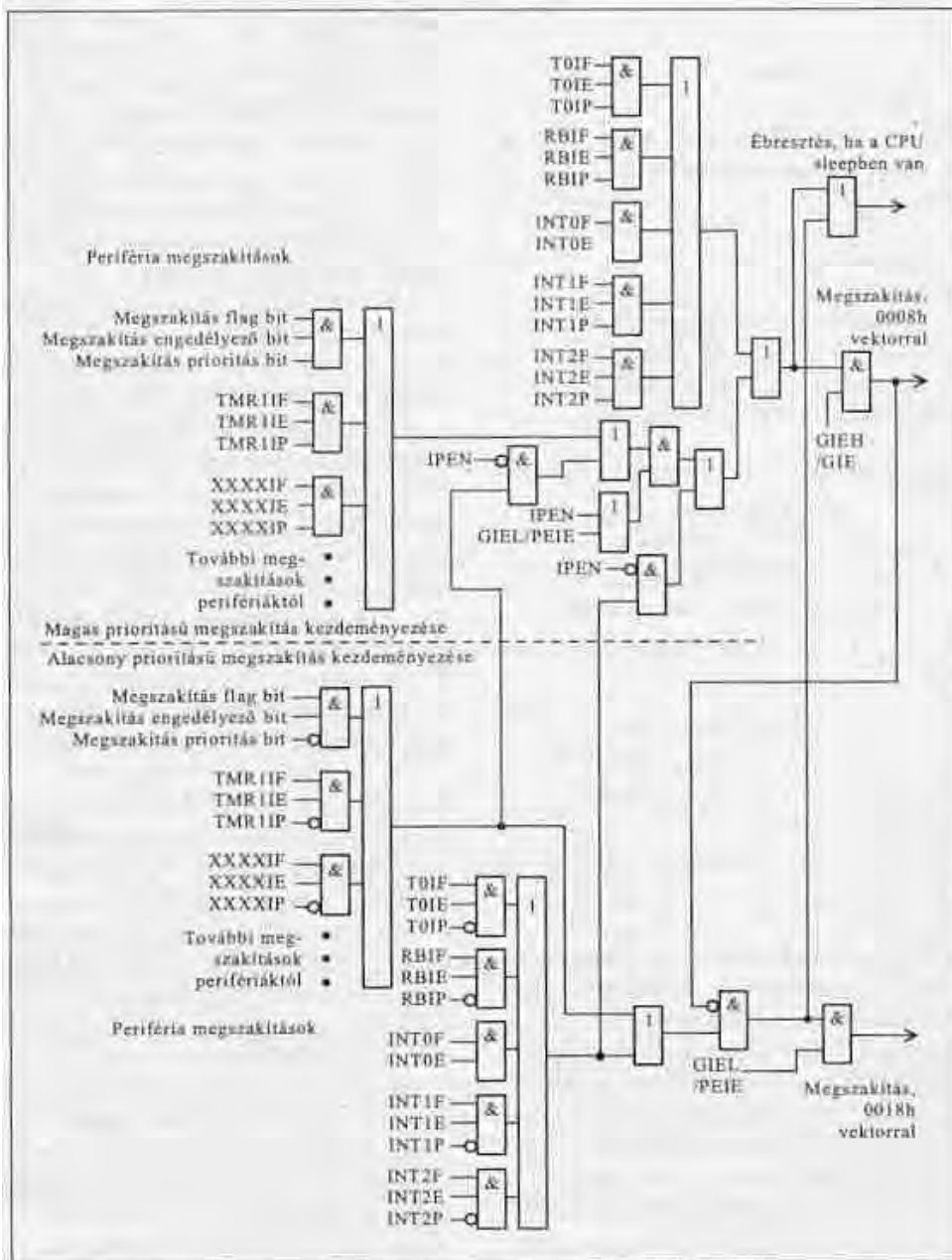
Ha a mikrovezérlő egy alsóbb szintű megszakítás szubrutinját hajtja végre éppen és közben beérkezik egy magasabb prioritású megszakításigény, akkor a futó rutin végrehajtása félbe marad és beiktatódik az új szubrutin. Fordított esetben a magasabb prioritású megszakítást kiszolgáló rutin nem szakad félbe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



22. ábra



23. ábra



24. ábra

Az időzítő/számlálók 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 mikrovezérlők-nél 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 figyel, amit az LVDIN pontra kell vezetni (az A port RA5 pontja egyik alternatív funkciója). Az áramkör tehát figyelhet egy külső

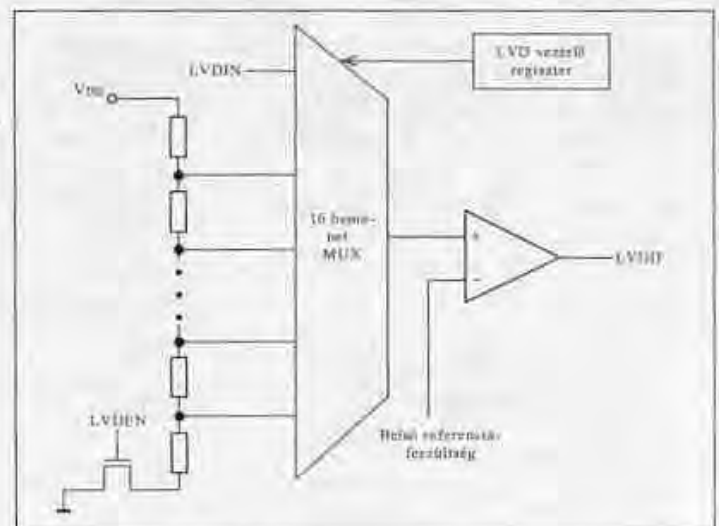
25. ábra

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 esökkent, a modul megszakítást kezdeményez. Ha a tápfeszültséget figyeli az áramkör, akkor a küszöbszintet célszerű a minimális tápfeszültségérték fölé tölteni beállítani. Így, ha eszökken a tápfeszültség, az LVD modul megszakítási jelére a program fontosabb információi elmenthetők, mielőtt a eszökkenés 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 utasítás-készlete 77 utasításból áll (6. táblázat). Az utasítások szóhossza 16 bit, a legtöbb utasítás egyszavas. Négy darab kétszavas utasítás van a készletben, ezek hűszbites 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 művelet-tí 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	10fa	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	
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,d	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
BTFSZ	f,b,a	Bit Test f, Skip if Clear	1 (2v3)	1011	bbba	ffff	ffff	Nincs	3,4
BTFSZ	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	1110	00ff	kkkk	Nincs	
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	110n	kkkk	kkkk	Nincs	
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	
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	Mindagyik	
RETIE	s	Return from interrupt enable	2	0000	0000	0001	0000	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		Return from Subroutine	2	0000	0000	0000	0010	Nincs	
SLEEP	s	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 készítésekor még csak a Microchip terveiben szerepelt, de valószínűleg a megjelenésekor már piacon lesznek.

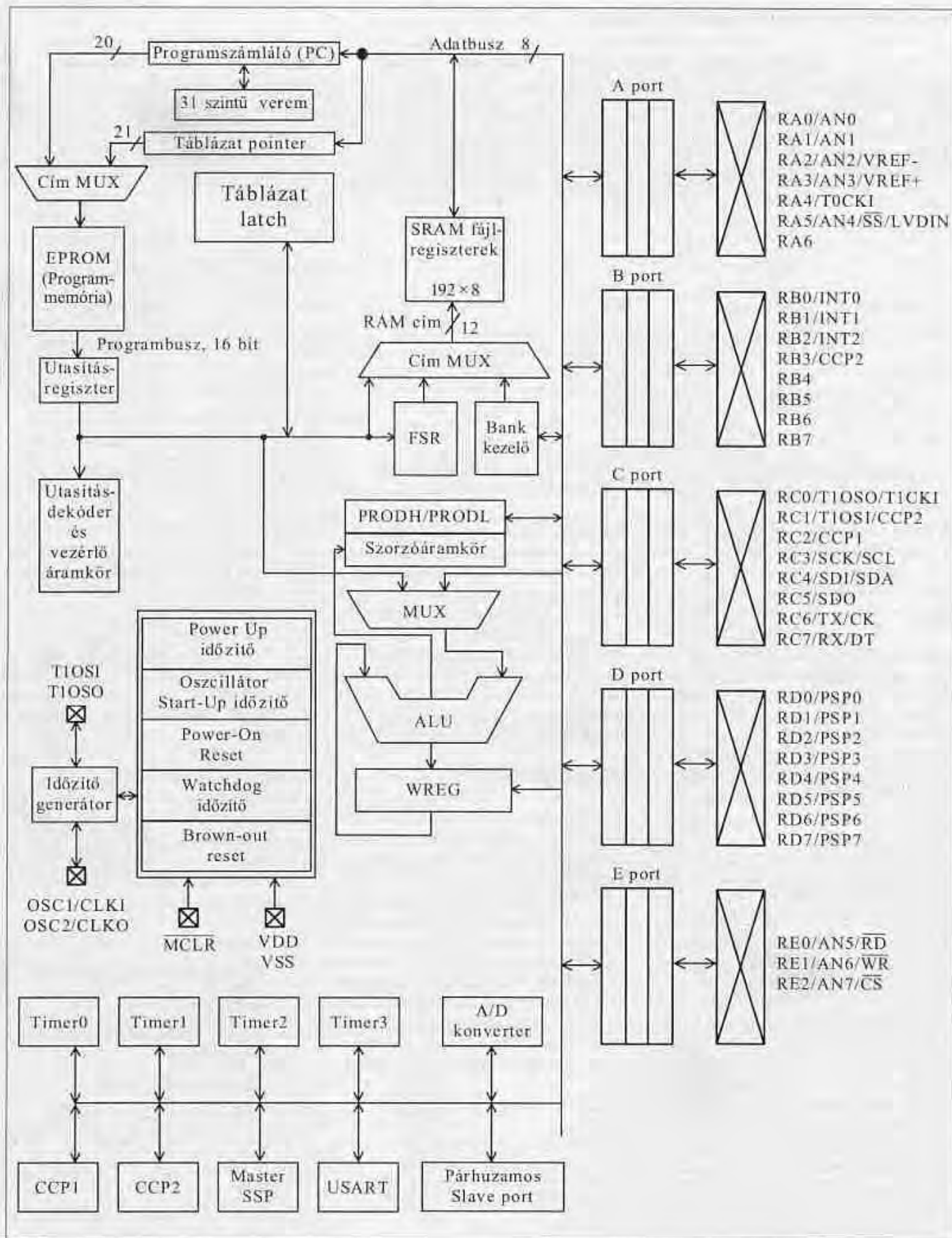
A táblázatban két áramkörnél megjelenik a CAN rövidítés is. Ez egy új elem a PIC mikrovezérlőknél. A CAN-

illesztő a CAN-buszokhoz teszi lehetővé a csatlakozást.

A CAN-buszt eredetileg a gépkecsélektroika számára fejlesztették ki, de olyan hatékonyak bizonyult, 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	8	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 DIP 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).

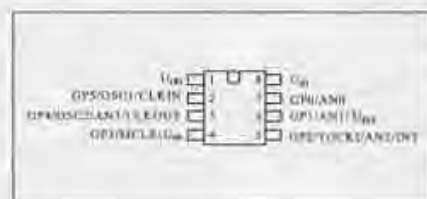
A továbbiakban a PIC16Cxx kialakítású csip is bekerülhetett a nyolclábú tokba (PIC12C671/672), majd itt is megjelent az adat-EEPROM is (PIC12CE673/674). Természetesen ezeknél a mikrovezérlőknél az egyes csatlakozópontoknak számos alternatív funkciója van, melyek közül egy adott alkalmazásban csak egyet 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 nyolcbiteket 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



27. ábra

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

# Kontel kft.

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

## Elektronikai alkatrész nagykereskedés



intel

CapXon

OMRON

KEMET

GP

OSRAM

Opto semiconductors

SII

Seiko Instruments Inc.

SHARP

TOSHIBA

TEMIC

Semiconductors

AMD

### Témaköreink:

#### AKTÍVALKATRÉSZEK:

EPROMOK, PROCESSZOROK, KONTROLLEREK, E-EPROMOK, LOGIKAI INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖK, ANALÓG INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖK VALAMINT PROGRAMOZHATÓ LOGIKAI ÁRAMKÖRÖK, DIÓDA, TRANZISZTOR, GRAETZ, LCD, LED, OPTOCSATOLÓ, RIZSSZEMIZZÓ.

#### 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, TRANSZFORMÁTOROK: AVISOR, ENT, 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 LABTÁVOLSÁGGAL,

##### 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, FORRASZTÓON, ÖNLESZÍVÓ SZALAG,

Megrendelésre egyéb anyagok beszerzését is vállaljuk, csomagolási egység szerint!

Cégünk elektronikai alkatrészek nagykereskedelmével foglalkozik vállaljuk komplett listák beszerzését és összekészítését.

Viszonteladókát 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

ANALOG DEVICES

DALLAS SEMICONDUCTOR

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR

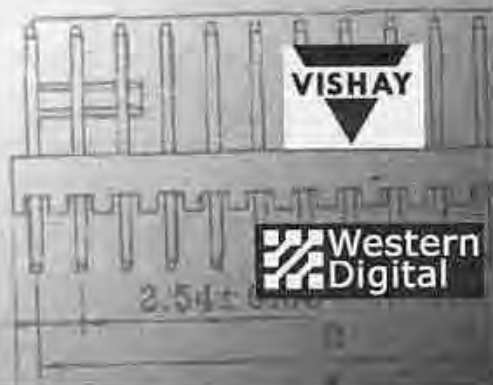
LITEON

molex

ASSMANN Electronic Components

JRC

ON Semiconductor



## 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 idei válogatás azonban eltér az eddigiétől, 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 ismertek 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 élesztési utasításoknál ismétléseket fedezhet fel az olvasó, ha

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

### 1. 14 W-os sztereóerősítő

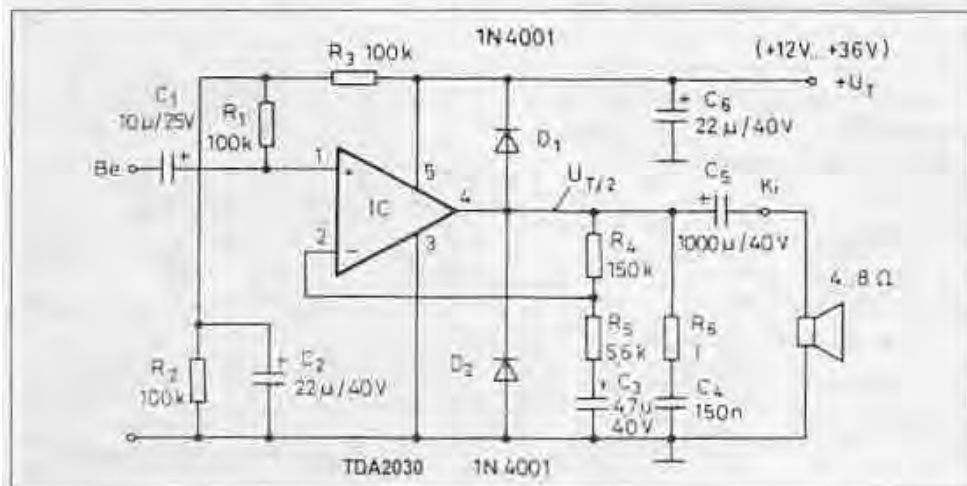
Az egységcsomagból egy olyan egyszerű, HIFI minőségű hangfrekvenciás erősítő építhető, ami sok amatőr és műkedvelő igényének megfelel. A kapcsolás egyszerűsége folytán könnyen kivitelezhető, a termikus túlterhelés és a kimeneti rövidzár elleni védelme pedig gyakorlatilag tönkretételmentesíti. A gyakorlat 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 ismer-tetjük, 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
Feszültségerősítés (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

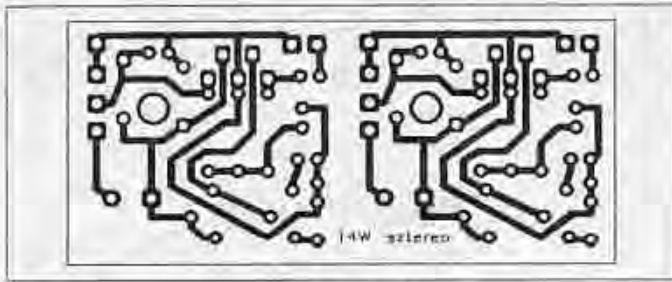
A figyelmesen áttanulmányozva a paramétereket szembevetünk, hogy a gyártó itt a minőség érdekében maximálisan kihasználta a monolit technológia adta lehetőségeket. Ez az IC nagyon jó bizonyítéka annak, hogy mármár az igényes felhasználó is felszámolhatja az első generációs monolitikus teljesítményerősítők keltette elítéléteket. Az IC-vel igen egyszerű áramkört 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

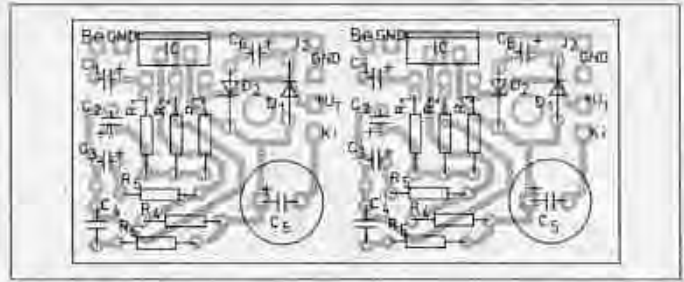


1. ábra





2. ábra



3. ábra

úgy, hogy a kimenete  $U_T/2$  értéken legyen. Az erősítést az  $A_{u1} = 1 + (R_4/R_3)$  összefüggés adja meg. A rajzon szereplő értékekkel  $A_{u1} \cong 28$ . A  $D_1$ ,  $D_2$  az IC végtranzisztorait védi a hangszórón fellépő induktív feszültséglökések ellen. Az  $R_6$ ,  $C_5$  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 nyáklemezt erős fényvel átvilágítva vizsgáljuk meg, hogy nincs-e rajta gyártási hibából eredő zárlat vagy szakadás! A 3. ábrán látható beültetési rajz a sztereó 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 hűtőzáslót rögzítő csavar helyét. A megjelölt helyen fúrjuk ki a bordát. Sorjátlanítsuk a furatot és átmenő csavarkötéssel, vagy menetfúrással rögzítsük az IC-t a hűtő-

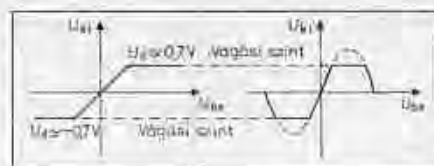
tönkhöz! Szigetelő alátétet nem kell használni. A műveletek végzése során ügyeljünk a pontos munkára, szakszerű forrasztásokra, hogy az összeszerelt áramkör megjelenése esztétikus legyen. A forrasztáshoz pisztolypákát ne használjunk, mert az túlhevíti az ónt és leszedi a forraszemeket!

Ha mindennel elkészültünk, akkor ellenőrizzük még egyszer az áramkört, különös tekintettel a diódák és kondenzátorok polaritására! 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 üzletemben kapható sztereó 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.



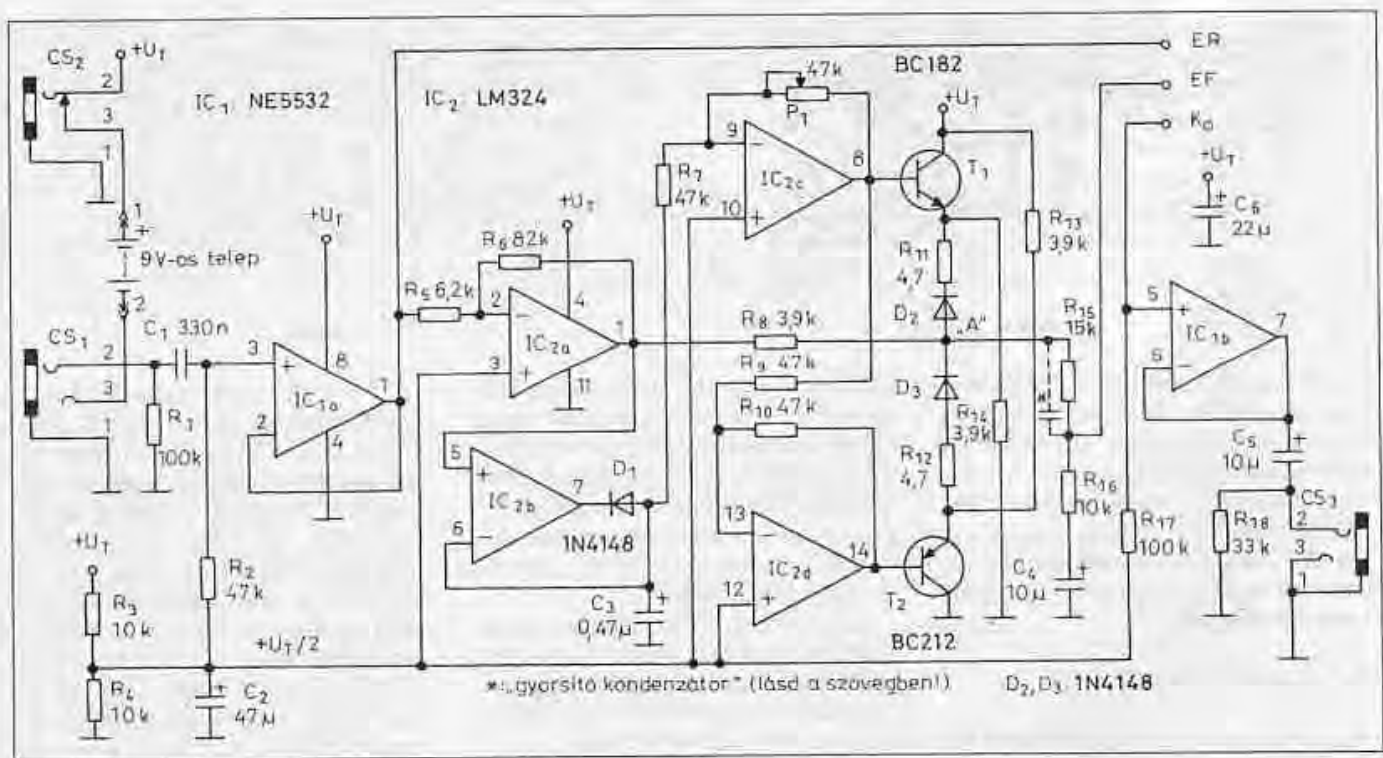
4. ábra

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 négyesgösesíti 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 potencióméterrel 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 potencióméterrel 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 az 5. ábrán látható. Az IC<sub>1</sub> a része impedanciaillesztést végez. A kimenetéről a jel kétféle 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  $R_4/R_5$  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.

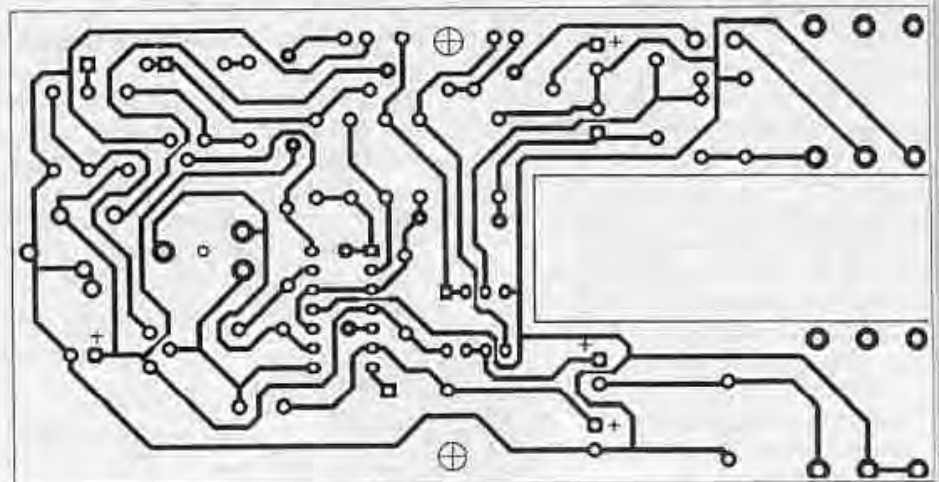
Az  $IC_{2b}$  a  $D_1$  diórával együtt csúcs-egyenirányítót alkot, amely a  $C_3$ -at tölti, munkaellenállása pedig az  $IC_{2a}$  bemenőellenállása, ami ebben a konkrét esetben megegyezik  $R_7$ -tel, azaz 47 kΩ.

A  $C_3$  feszültsége jó közelítéssel mindig azonos a bemenőjel csúcsértékével, ezért ez a jel lehetőséget nyújt a vágóáramkör dinamikus, azaz jelszintfüggő vezérlésére: A vágást a  $T_1$ ,  $T_2$  tranzistor segítségével a  $D_2$ ,  $D_3$  dióda végzi. A diódák közös pontja az  $R_8$ -on át kapcsolódik az  $IC_{2c}$  kimenetére. Ezt a szinuszos jelet a két dióda akkor kezdi 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 szintesökkenés éppen a bemenőjel csúcsértékével egyenlő. Ez a változás az invertáló kapcsolásban működő  $IC_{2c}$ -re jut, melynek erősítését  $P$  trimmerrel változtathatjuk. A visszacsatoló hálózat értékeiből 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 kivé-

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 csúcsát. A vágás szintjét, a torzítás mértékét a  $P_1$ -gyel állíthatjuk be. Amikor a diódák kinyitnak és vágják a jel csúcsát, 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 izlé-



6. ábra

sűnknek 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 húzilag 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, forrasztásgátló 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, bémérésre, dobozolásra alkalmas legyen! A forrasztáshoz pisztolypákát ne használjunk, mert az túlhevül, elégeti az ónt és leszedi a forrasztóanyagot! Ha mindezt betartjuk akkor valószínű, hogy az élesztéssel nem lesz sok gondunk.

Ha minden kész, a polaritásra 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 rövidre zárja az 1-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-tápp-aljzatot használjuk, akkor az átkötésre nincs szükség. A csatlakozók lábainak számozását a beültetési rajzon is feltüntettük, hogy a valóságban is egyezzen a kapcsolási rajzzal.

Kéziműszerrel mérjük meg az  $R_3$ ,  $R_4$  közös pontjának feszültségét: itt a tápfeszültség felének kell lennie. Ugyanezt az értéket kell mérni az  $IC_{10}$ ,  $IC_{1b}$  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 huzaldarabbal 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.

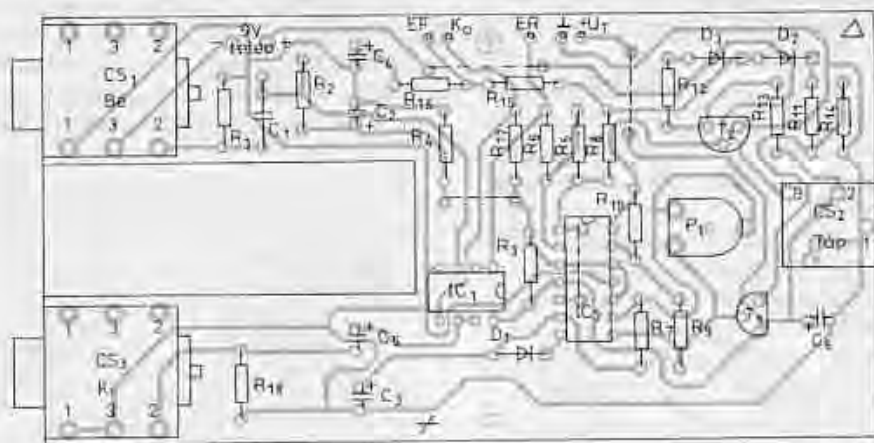
## 3. Elektronikus kapcsolóáramkör

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 törékenysége miatt célszerű kézzel működtetni. Ehhez viszont egy olyan megbízható, könnyen kezelhető elektronikus kapcsoló kell, ami behozza azt az előnyt, amit egy lábkapcsoló nyújthat.

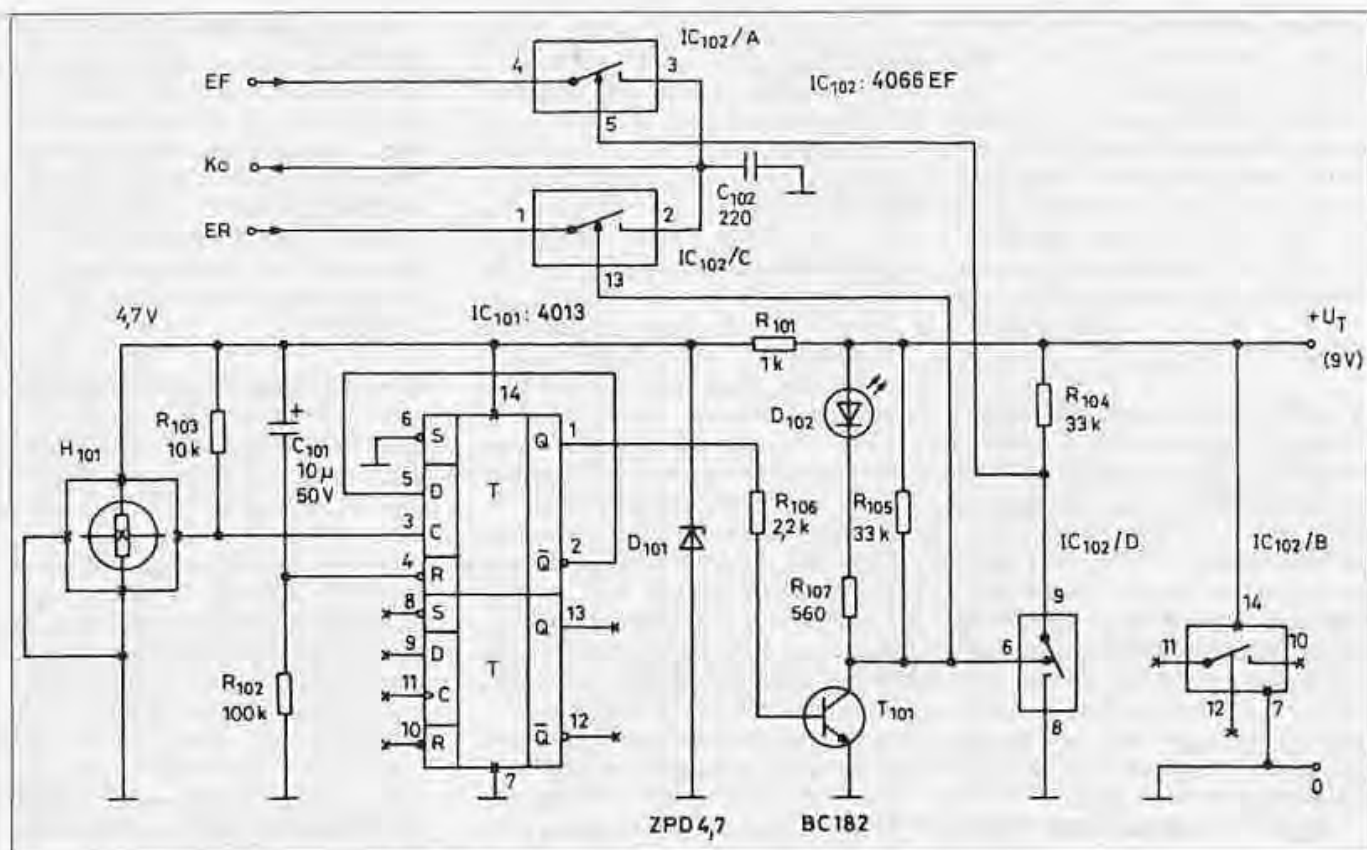
### 3.1. Elvi működés, megépítés

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  $IC_{102b}$  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. moduló 2-es oszító, 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  $C_{101}$ -nél és a  $D_{102}$ -nél van. A kondenzátort fektetve kell beültetni, a LED-et pedig csak a dobozolás utolsó fázisában szabad beferrasztani!

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 forrpontokat! Ezután a doboz kialakítása következik. A szitázott előlapon lehetőleg pontosan, a körvonal mentén ki kell fúrni a LED és a potméter-tengelyek helyét. Ezután a nyomógomb kontúrja mentén vágjuk ki a kap-

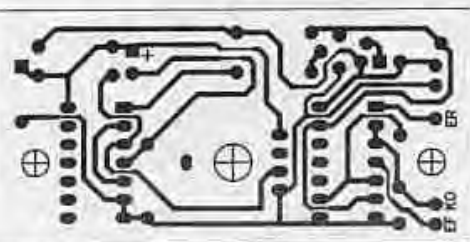
csoló helyét. A doboz két végén be kell jelölni a két Ø6,3 mm-es Jack-aljzat és az Ø3,5 mm-es tápaljzat középpontjának pozícióját és ki kell fúrni, Figyelem! A furatok pontos pozíciójára és méretére ügyelni kell, mert a csatlakozók menetes része ide rögzíti a szerelt áramkört! A műveletek végzése előtt 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 műanyagrézsfaragása esztétikai okok miatt maradjon utoljára!

A LED-et igazítsuk a furatba, állítsuk be a magassági méretét és ferrasszuk 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-

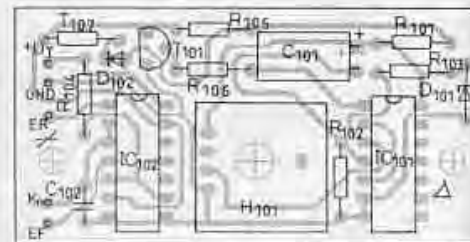
vétele miatt célszerű egy „tuningolt” hálózati dugasztípust használni. *Figyelem!* A torzító és az erősítő összekötéséhez monó Jack-dugasszal ellátott kábelt használjunk! Ha ilyen nincs, akkor a sztereó dugaszt monóként kell bekötni!

#### 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 fzés minden embernél más és más, mindenki saját maga győződhet meg a fenti állítás igazáról, ha megépíti ezt az



9. ábra

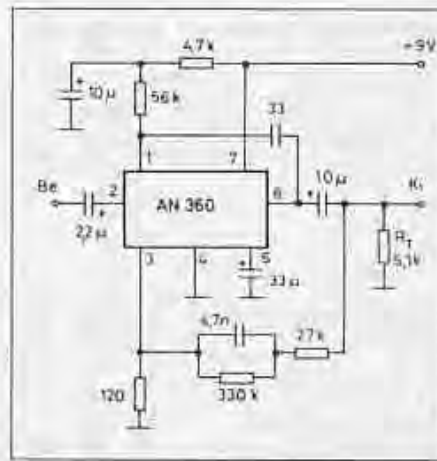


10. ábra

áramkört és összehasonlíttja az eredetivel! 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 hemérését. Ez az IC kisszeriás 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  $A_n = 1 + (R_{18}/R_{19})$  összefüggés alapján az egyedi igényeknek megfelelően beállítható. Az IC<sub>2a</sub> kimenetéről a jel kétféle 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 bekapcsolóval 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.

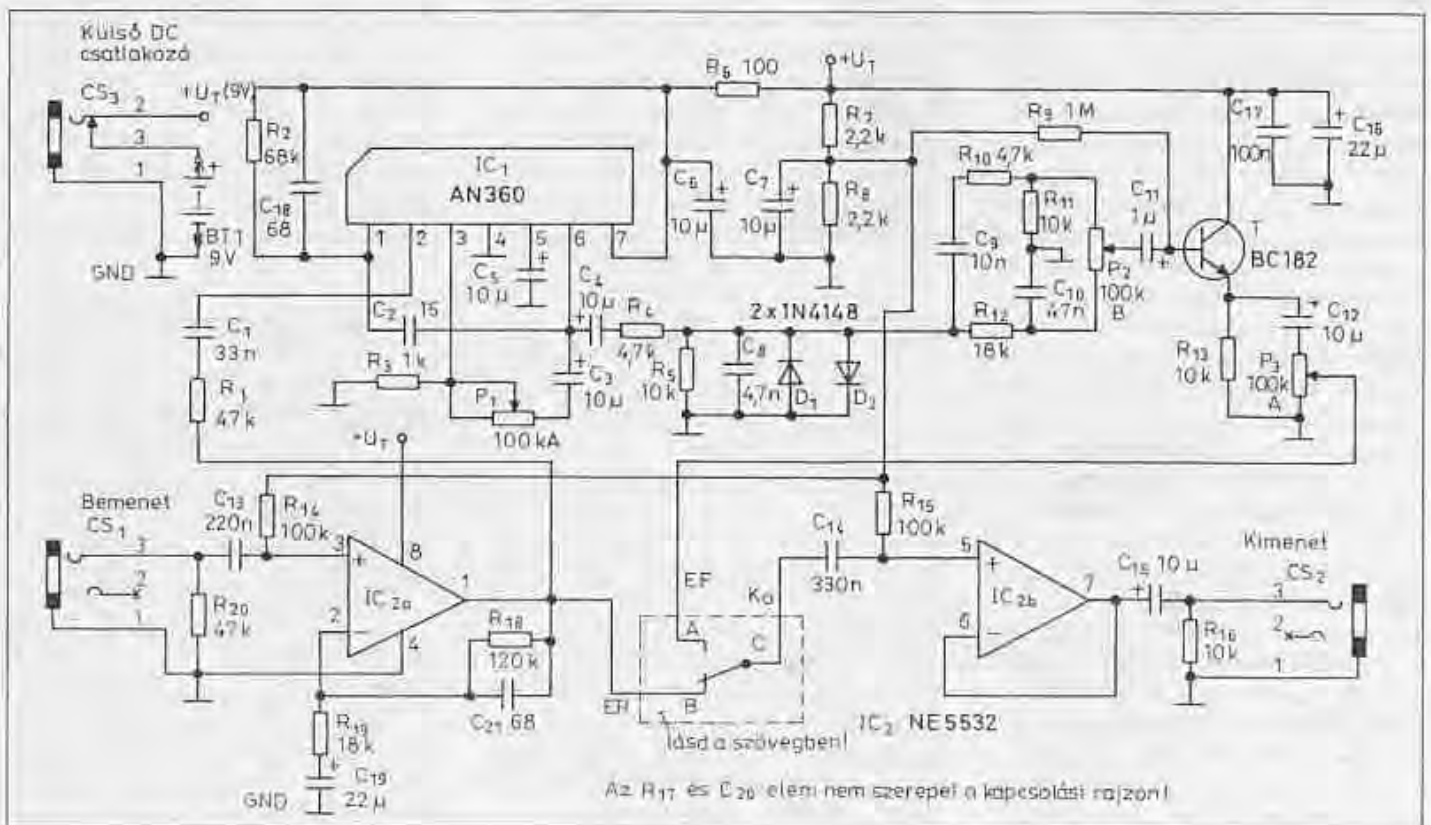
A jel torzítását a két antiparalel kapcsolt D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> dióda végzi. A torzított jelet a P<sub>2</sub> és a hozzákapcsolódó RC-komplexumból álló egyszerű hangszínszabályozón át vezetjük a T emitterkövetőre. A tranzisztor és az IC<sub>2</sub> két műveleti erősítőjének közös munkapontját az R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> feszültségosztó állítja be. Az osztó értékeiből 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 effektnél, ki kell kísérletezni.

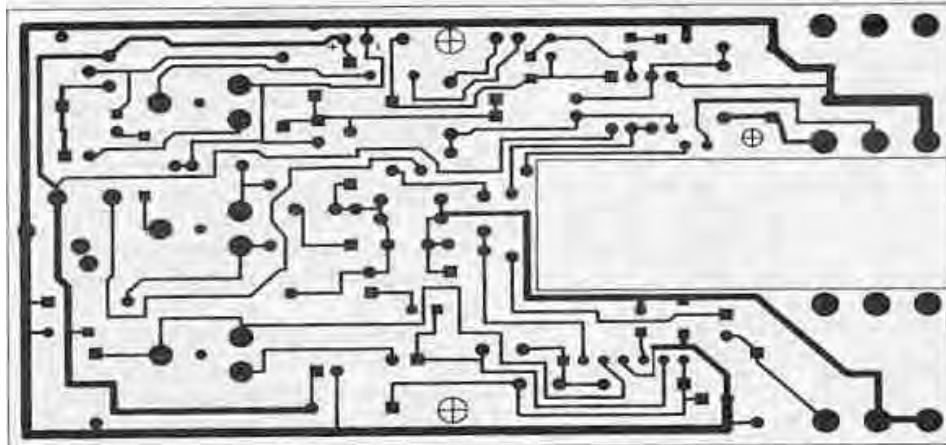
#### 4.2. Szerelés, élesztés

A torzító egyoldalas panelre készült nyomtatott áramköri terve a 13. ábrán látható. Ez alapján a nyák pl. Positív



12. ábra

Az R<sub>17</sub> és C<sub>20</sub> elemi nem szerepel a kapcsolási rajzban!



13. ábra

20-as technológiával házilag is elkészíthető. Ha valakinek erre nincs módja, az URBÁN ELEKTRONIKA Kft. szaküzletében a panelt vagy az áramkört építéséhez szükséges komplett egységesomagot is megvásárolhatja. Az egységesomagban 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, dobozásra alkalmas legyen! A forrasztáshoz pisztoly-pákát 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 polarításra ügyelve kössünk egy 9 V-os telepet a GND és a  $+U_T$  pontokra 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 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 huzaldárral össze kell kötni. Ha a  $CS_2$  jelű dugasztáp-aljzatot használjuk, akkor az átkötésre nincs szükség.

Kéziműszerrel ellenőrizzük az  $R_7$ ,  $R_8$  osztó feszültségét! Itt a tápfeszültség felét kell mérni. Ez az osztó állítja be az  $IC_{20}$  és  $IC_{21}$  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.

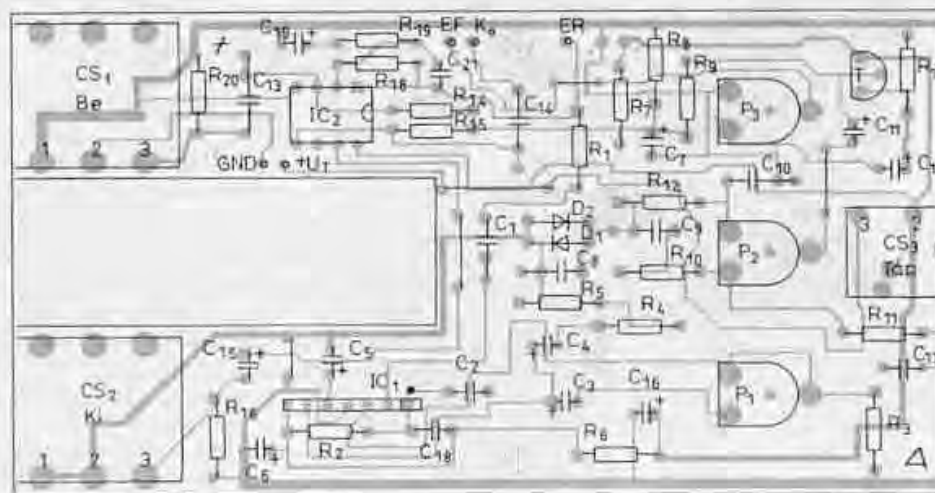
Ennél az áramkörnél is célszerűbb azonban, ha megépítjük az előzőleg ismertetett átkapcsoló áramkört és összehuzalozzuk a torzítóval. Az összekötendő pontokat azonosító jelzések a tápfeszültségével együtt mindkét panel föloldalán megtalálhatók.

## 5. QUAD-405 100 W-os professzionális HIFI-erősítő

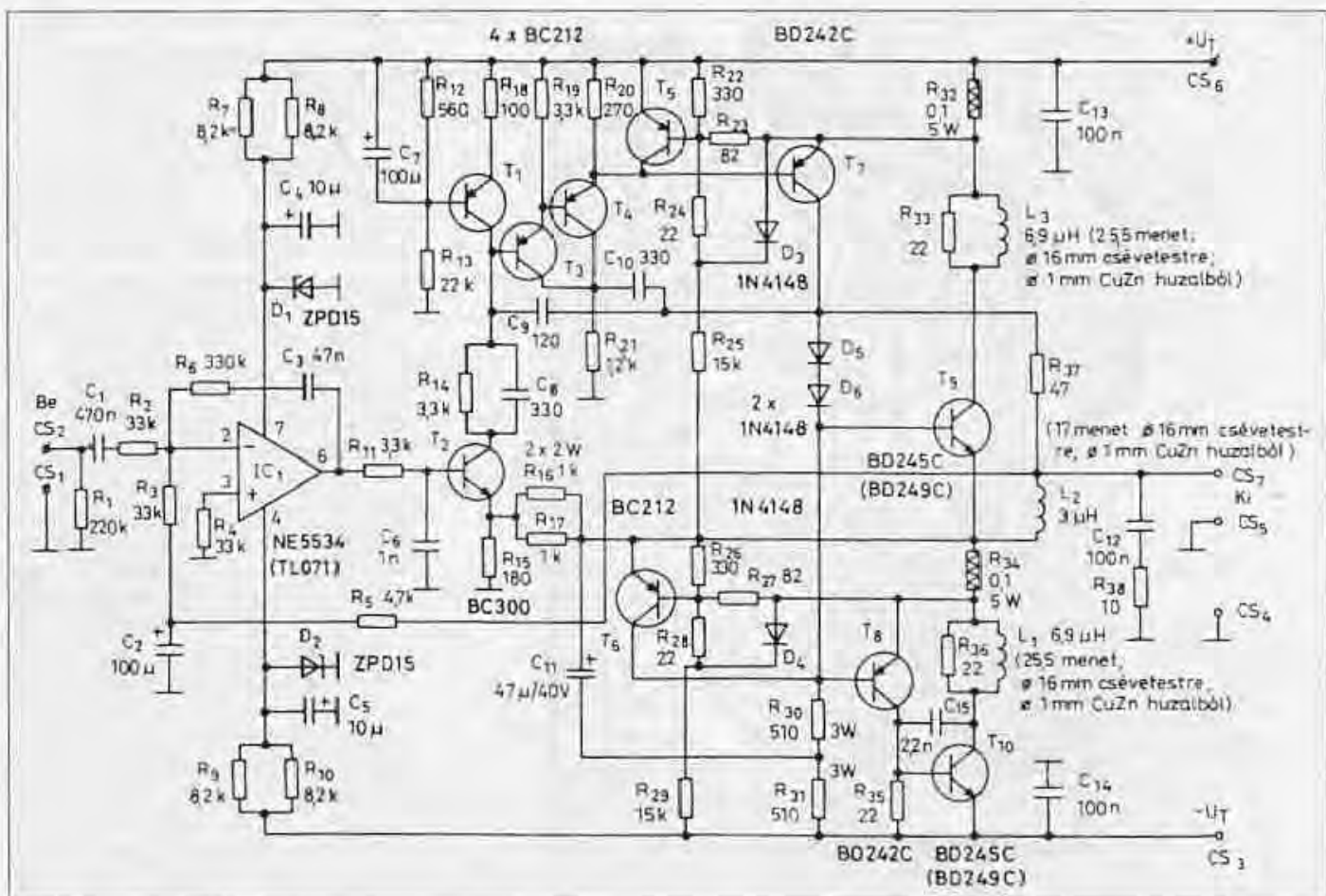
A Quad-405 az 1980-as évek csúcsmínőségű erősítőinek egyik legismertebb reprezentánsa. Még ma sem veszített semmit a népszerűségéből: szinte etalon az erősítők között. Ez indokolta, hogy az analóg erősítő-technológiában született újdonságokat felhasználásával újra foglalkozzunk vele. A kapcsolás tekintetében 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  $R_3/R_6$  viszony adja meg. A negatív visszacsatolás a  $C_3$  adott értéke mellett 1 Hz alatt gyakorlatilag hatástalan. Az erősítő kimenőpontjáról az  $R_3, R_5$  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 ofszethibájával.

Az A-osztályú erősítő feszültségerősítését és nagyfrekvenciás viselkedését elsősorban a híd elemei határozzák meg. A  $C_9$  kondenzátorral gyors integrátort alakítottak ki az A-osztályú erősítóből, de ez egyúttal a híd része is. A híd következő eleme az  $R_{37}$ . A „dumper” fokozat kimenőáramának figyelmét az  $L_2$  induktivitás, a híd 3. eleme végzi.

A híd 4. eleme az  $R_{16}$ ,  $R_{17}$  párhuzamos eredője, amely egyúttal  $R_{15}$  segítségével beállítja az A-osztályú erősítő feszültségerősítését, elősegítve ezzel az igen jó linearitású működést.

Ugyanezen az úton jut a negatív kompenzációt végrehajtó feszültség az A-osztályú erősítőbe, a dumper fokozat működése közben az  $L_2$ -n létrejövő járulékos feszültségesés következtében. Ez a hibajel végigfut az A-osztályú erősítőn és megjelenik a kimeneten is azonos amplitúdóval, de ellentétes

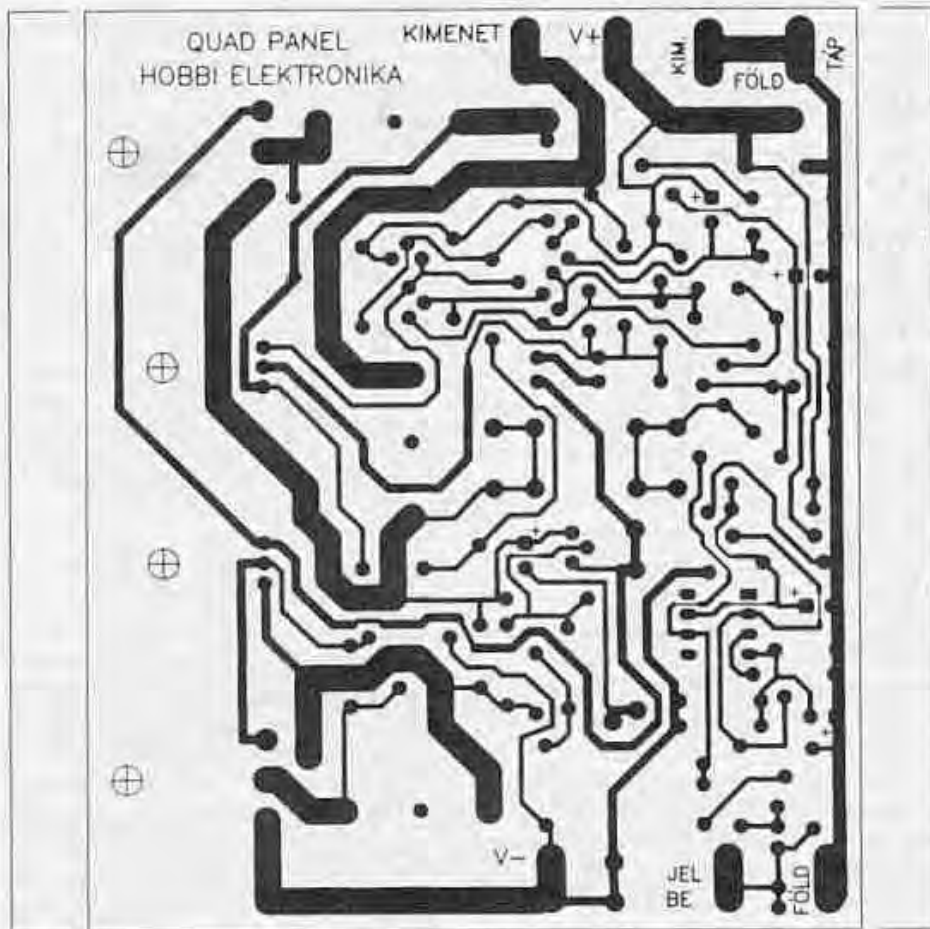
fázissal, mint az  $L_2$ -n keletkező hibajel. A kimeneten a két feszültségkomponens kivonódik egymásból. Így mind az  $R_{37}$ , mind az  $L_2$  irányából érkező jel (áram, feszültség) erősen torzított, de pontosan egyformán és ellentéző előjellel; egymásnak tükörképei. Miután a két hibajel kivonódása a hangszórón jön létre, a híd kismértékű kiegyenlítetlensége még kitűnő, torzítatlan kimenőjelet eredményez. A működést az A-osztályú erősítő hibája, a híd kiegyenlítetlensége 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  $R_{11}$ ,  $C_6$  integráló tag határozza meg. Ez maximálja 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 fázismeneteről a  $C_9$ -en kívül a  $C_4$ ,  $R_{14}$  komplexum, továbbá a  $C_{10}$  gondoskodik. A dumper fokozat bekapcsolása közben létrejövő többletfázistolás hatásait kompenzálják az  $L_3$ ,  $R_{31}$  és  $L_1$ ,  $R_{36}$  elemek.

## 5.2. Szerelés, élesztés

A QUAD-405 nyakterve 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 **UR-BÁN 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 hozzáértésre és szak-



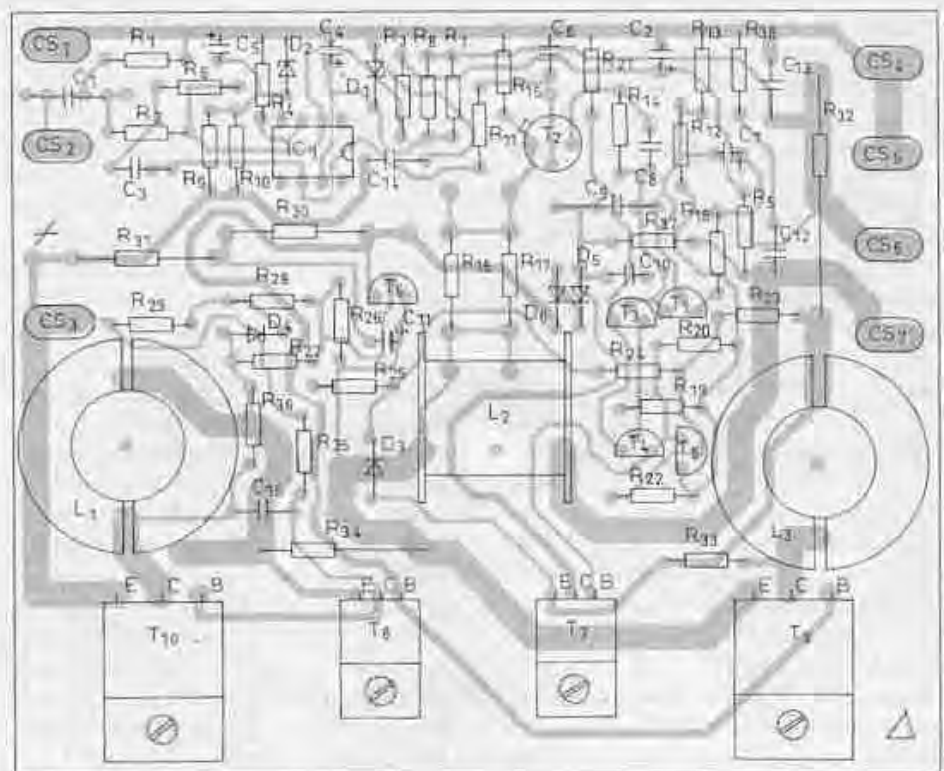
16. ábra

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 hűtőszárlója és a panel közé kerül. Ennek megfelelően a tranzisztorok lábait derékszögben le kell hajlítani és ezután kell a helyére betenni, de még nem kell beforrasztani. 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 átszűrje a szigetelő alátétet! A csomagban talál-

ható szigetelőgyűrűket és szigetelő alátéteket felhasználva csavarozzuk fel a panelt a tranzisztorokkal együtt a T-idomra. A tranzisztorok lábait csak ezután szabad beforrasztani!

A kapcsolási rajzon feltüntetett adatok alapján készítsük el a három tekercset! Ehhez minden kellék rendelkezésre áll az egységcsomagban. A megadott induktivitásértéket csak az egységcsomaghoz mellékelt csévetest-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 felcsévél huzal nem esúszik szét. A lehajlított lábak végét készítsük elő a forrasztáshoz! Pengével vagy éles késsel kaparjuk le a huzalról a zománcszigetelést olyan hosszan, ahogy a beültetés megkívánja. Ez fon-



17. ábra



# ELEKTRONIKUS MÉRŐMŰSZEREK ELEKTRONIKAI EGYSÉGCSOMAGOK

MŰSZERVÁSÁR!

SAKŰZLETE 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>



**MŰSZERVÁSÁR!**

Készletünkben meg 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

	szereelt	egységcsomag
EK 2000	PC szkop (DSO)	49 000 Ft
EK 2000	Táp a PC-szkophoz	4 500 Ft
ÉK '94	IBM IC teszt	17 500 Ft
ÉK '94	IBM EPROM égető printerportra	19 500 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
Új téma	EPROM író	7 500 Ft
ÉK '99	80C535 fejlesztőrendszer	22 500 Ft
EK '01	80C552 mikrokontroller kártya	10 900 Ft
HE 2000/9	8 csatormás mérésrészegység	9 900 Ft
RT '99/1	IBM printerport duplázó	6 500 Ft
RT '99/10	Optocatólit RS-232 adapter	3 000 Ft
EK '94	I/O kártya 48 vonal	9 500 Ft
Új téma	80 buszos 16 I/O	3 300 Ft
ÉK '01	80 buszos óra és eseményszámoló	3 500 Ft

### ZENE - HANGTECHNIKA

RT 2000/7	Viszhangperitő	7 900/10 900 Ft
RT 2000/10	DOLBY-surround HIFI-előerősítővel	8 500 Ft
HE 2000/4	ERTB3 előerősítő mono/sztereó	800/1 500 Ft
HE '97/1	HIFI-sztereó előerősítő TDA1524	3 500 Ft
HE 2000/3	RIAA korrekció IC-vel	1 500 Ft
EK '02	Fuzz box dinamikus torzító	2 900 Ft
EK '02	HDST-3 hard torzító	2 900 Ft
Új téma	Diszkó keverő csatornákért	3 500 Ft
ÉK '92	14 W mono/sztereó erősítő	990/1950 Ft
Új téma	18 W mono erősítő kocsiba	1 800 Ft
Új téma	2x12 W, 1x24 W profi erősítő kocsiba	2 900 Ft
EK '92	2 x 40 W sztereó erősítő	3 500 Ft
EK '02	QUAD 405 HIFI-erősítő	4 500 Ft

Az egységcsomagok árai az ÁFÁ-t tartalmazzák. Az árváltoztatás jogát fenntartjuk

EK '97	300 W VMOS HIFI-erősítő	17 600 Ft
ÉK '97	Vádelem 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	Fotófény 6 bites TTL kimenet	2 500 Ft
HE '99/10	Fotófény nx4 lámpás, 220V-ra	3 500 Ft
HE '94/11	Fénygenerátor, 3 csatormós	4 900 Ft
ÉK '92	Mono kivezérlésű LED-es	1 900 Ft
RT '01/3	Intelligens sztereó kivételmentés	7 500 Ft
HE '92/8	Knigt rider fotófény	2 500 Ft
Új téma	Diszkó strobooszkóp	3 500 Ft
Új téma	Teljesítményszabályzó 220 V/4 A	1 900 Ft

### HOBBI ELEKTRONIKA

EK '95	Dallamgenerátor Z80-nal	2 500 Ft
ÉK '95	Dallamgenerátor LM567-kal	990 Ft
EK '95	Hangutatózó: kocsis, rap, visszabegás	1 900 Ft
HE '94/1	Hólokiszabályzó	3 500 Ft
HE '95/11	Analog szóvegtároló	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

EK '96	Képpontgenerátor	2 900 Ft
ÉK '97	Függvénygenerátor	7 500 Ft
EK '97	Logikai analízátor oszcilloszkóphoz	9 500 Ft
RT '01/1	Frekvenciamérő, TTL bemenet, 25 MHz	5 500 Ft
Új téma	Induktív mérő adapter kezíműszerhez	4 500 Ft

Csomagküldő szolgálat. Rendelés: levélben, telefonon vagy faxon. Tel./fax: 322-8892 Levélcím: 1656 Bp., Pf. 50.

los mozzanat, mert a tekerések önhordók. A csévét és rajta a tekereset 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, készülünk 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 tápághoz! 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 puffervesztségét. Hogyha valaki csak egyszer 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 alkatrészkmálában, hogy a toroidon kívül van-e olyan alkatrész, amit az erősítő élesztésénél eredményesen alkalmazhatunk! 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 körül. 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 rendelkezik a közönséges *izzólámpa*. Ennek tudatában kössünk a pozitív és negatív tápághoz 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 melegenállása 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 tönkremenjen 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 káposokra. 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 tranzisztórhibáknak!

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 – koppanásgátlóval –, ami elsősorban a hangszórókat óvja a ki- és bekapcsolás során fellépő tranziensektől 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 hangszínen módosíthatunk. *Az üzletünkben erre a feladatra 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 újján 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 bájti 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 magásra 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 lábra 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: Négydel több lába van, mint az előző típusoknak. Az égetőfeszültség rákapcsolása,  $\overline{OE}$  magásra 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 előzőeké. 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

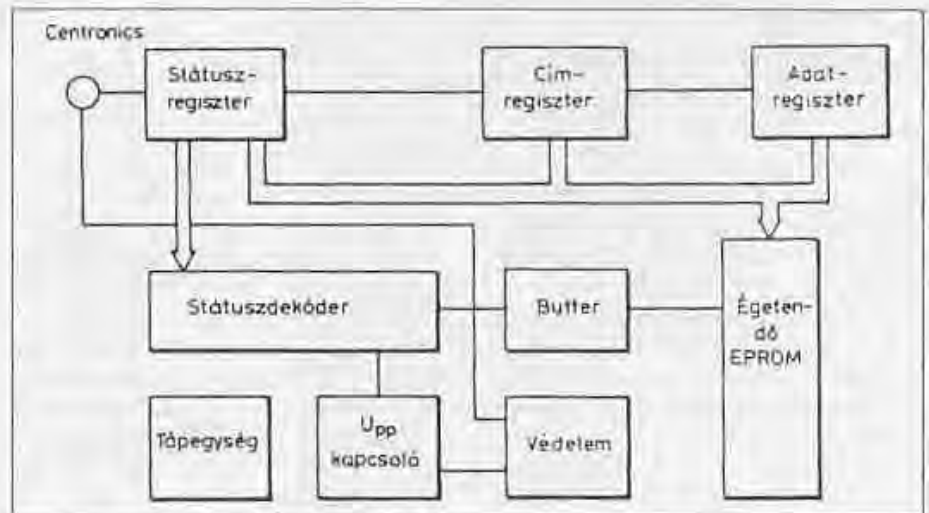
27256	27128	2764	2732	2716		2716	2732	2764	27128	27256		
$V_{pp}$	$V_{pp}$	$V_{pp}$			1			+5V	+5V	-5V		
A <sub>12</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>12</sub>			2			$\overline{PGM}$	$\overline{PGH}$	A <sub>14</sub>		
A <sub>7</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>7</sub>	3	1	24	+5V	+5V	NC	A <sub>13</sub>	A <sub>13</sub>
A <sub>6</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>6</sub>	4	2	23	A <sub>8</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>8</sub>
A <sub>5</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>5</sub>	5	3	22	A <sub>9</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>9</sub>
A <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	6	4	21	$V_{pp}$	A <sub>11</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>11</sub>
A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	7	5	20	$\overline{OE}$	$\overline{OE}/V_{pp}$	$\overline{OE}$	$\overline{OE}$	$\overline{OE}$
A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	8	6	19	A <sub>10</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>10</sub>
A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	9	7	18	$\overline{CE}$	$\overline{CE}$	$\overline{CE}$	$\overline{CE}$	$\overline{CE}$
A <sub>0</sub>	A <sub>0</sub>	A <sub>0</sub>	A <sub>0</sub>	A <sub>0</sub>	10	8	17	Q <sub>7</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>7</sub>
Q <sub>0</sub>	Q <sub>0</sub>	Q <sub>0</sub>	Q <sub>0</sub>	Q <sub>0</sub>	11	9	16	Q <sub>6</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>6</sub>
Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>	12	10	15	Q <sub>5</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>5</sub>
Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub>	13	11	14	Q <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub>
$\perp$	$\perp$	$\perp$	$\perp$	$\perp$	14	12	13	Q <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub>

18. ábra

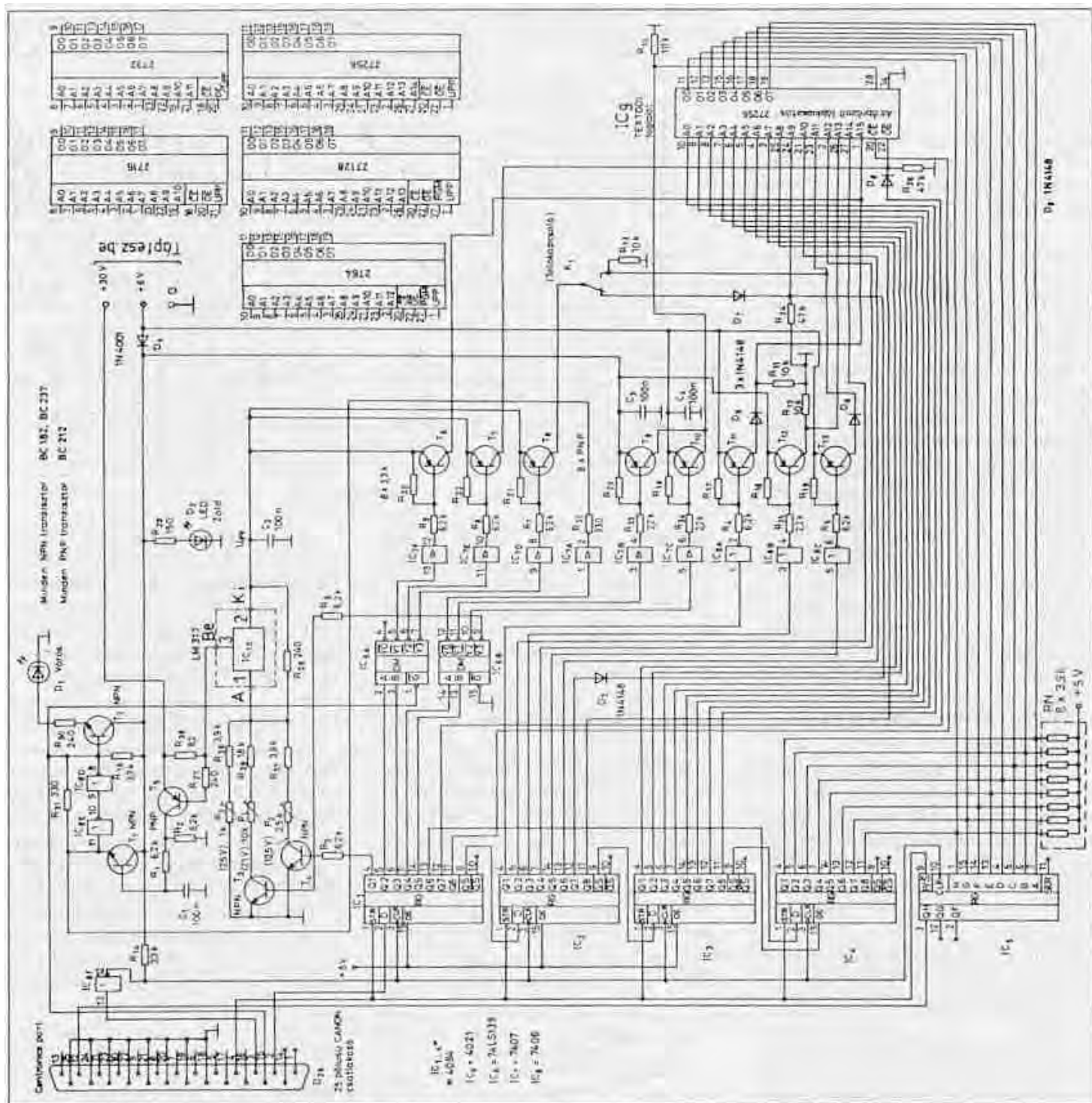
könnyebb érthetőség érdekében először vizsgáljuk meg a 19. ábrán látható tömbvázlatot! A hardver 24 vagy 28 lábú EPROM-okat kezel. Mivel minden lábra kell kapcsolni valamilyen jelet, ehhez 4 bájtnyi adat szükséges. Ez az adatmennyiség sorban feltölti az adat-, cím- és státuszregisztereket. Az adat- és 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 lábra a vezérlőjeleket. A 18. ábrán közölt táblázatból kikereshető, hogy a 4 bájti 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 felfutó élére fródik be a léptetőregiszterbe és sífelfodik. Az órajel a CENTRONICS csatlakozó 3-as pontjáról érkezik és az IC<sub>XP</sub> inverterrel puffereelve vezetjük a IC<sub>XP</sub>-ek CLK bemenetére. A léptetőregiszterek kimeneti állapota az STR jel H szintjénél fródik be a tárolóba. A program a CLK jellel szinkronizálva tölti fel a regiszterláncot. Az adatátvitel végén az EPROM-ba írandó



19. ábra



20. ábra

adathajt 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 cím 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 áramköri 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 sifelés alatt minden változás megjelenne, akkor az U<sub>pp</sub> és a tápfeszültség értéke véletlenszerűen változna, ami az EPROM tönkremeneteléhez vezethetne. 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> közösített vonalait felhúzóellenállás-sorral, az RN-nel kell ellátni.

Kioltvasáskor az IC<sub>4</sub> kimeneteit az OE aktiválásával nagyimpedanciás ál-

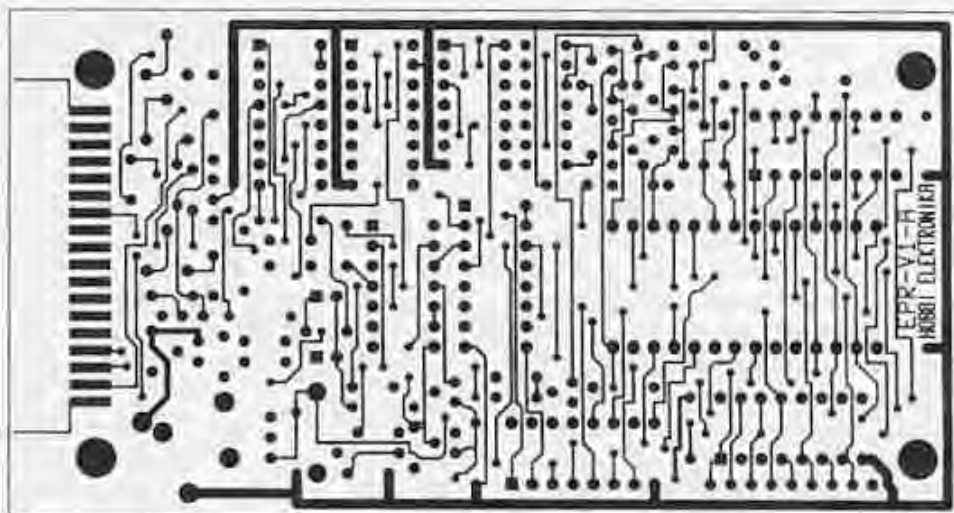
lapotba kell vezérelni. Ezt a feladatot az IC<sub>1</sub> Q6 kimenete látja el. A kiolvasott adat a nyomtatóport 12-es bemeneti pontján keresztül jut a számítógéphe.

Mintán 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>5</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>3E</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> Y0 kimenete L szintű, így azt vezérlésre nem használjuk.

Az IC<sub>6B</sub> az EPROM tápfeszültséget 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-kaposo-



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 vámi ettől a védelemtől nem szabad! Az Ön gondos, szakszerű munkájára továbbra is szükség van!

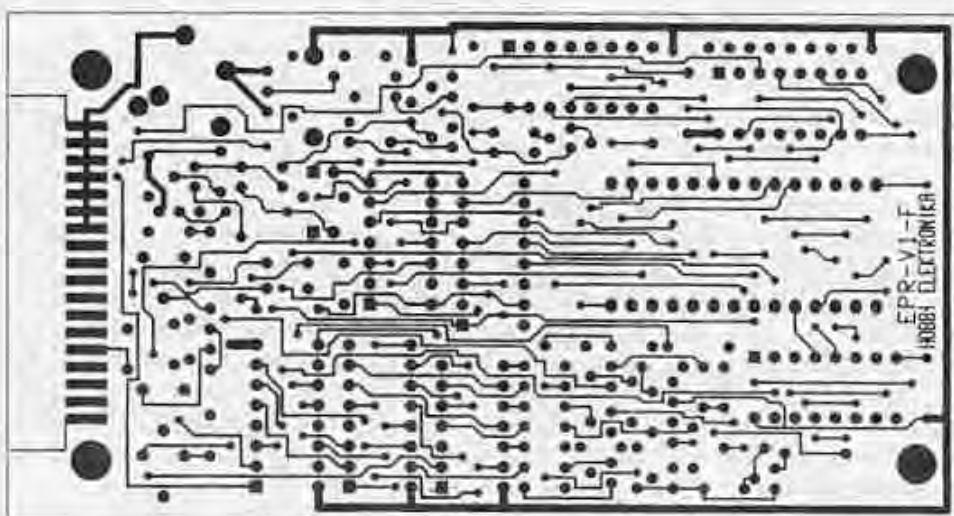
A stabilizátor IC kimenőfeszültségét a fix értékű R<sub>28</sub>-ból és a T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> tranzisztor vezérlésével átkapcsolható R<sub>16</sub>, R<sub>37</sub>, R<sub>39</sub>, P<sub>1...3</sub> elemekből felépített visszacsatoló hálózat határozza meg. Ha mindkét tranzisztor le van zárva, 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> Y3 kimenete, akkor a P<sub>1</sub>, R<sub>39</sub> párhuzamosan kapcsolódik a P<sub>3</sub>, R<sub>16</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> Q1 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 fényvel átvilágítva tüzetesen el-



22. ábra

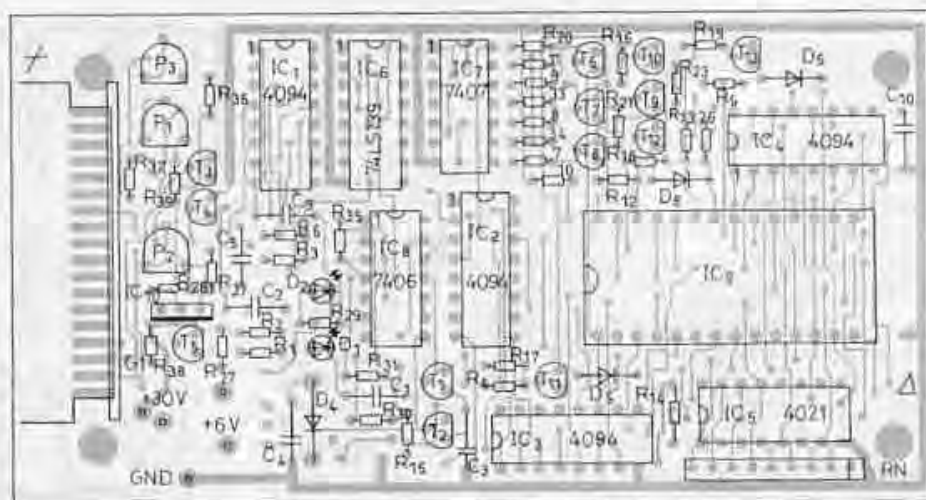
lenőrizzük, hogy nincs e rajta gyártási hibából származó zárlat vagy szakadás!

Következő műveletben helyezük a TEXTTOOL-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 TEXTTOOL lábait 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 TEXTTOOL-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 slicelni”. 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 nyakra beültethető, így az egész égető kisméretű, kompakt egységet alkot. A kész áramkört HE-1 jeli 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 mellékelte floppy-lemez 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 kézi műszer, amivel az adat- és címbuszt, valamint az égetőfeszültségeket ellenőrizhetjük. Ez utóbbiak értékét a hozzájuk tartozó trimmerekkal állítsuk be! Hiba esetén elsősorban technológiai hibákat keressünk!

Az egységcsomagban levő floppy-lemez 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 meglevő szoftverrel, hogy gyorsabb, pentiumos gépeknél a sebesség miatt adatvesztés történik. Ilyenkor a gépet le kell lassítani. Erre legtöbb alaplapon lehetőséget biztosít. A tapasztalat azt mutatja, hogy a legújabb alaplapi printerportokkal lép fel legtöbbször kommunikációs hiba, ami ellen igazából nem tudunk védekezni. A sokféle alaplapon 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 újrahasznosítsuk.

### 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-dugással kapcsolódik az égetőhöz, melynek alját 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 legbelső 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-dugaszt. 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 bővítő vagy printert lehúzzunk vagy felesatlakoztassunk a számítógépre kikapcsolás és károsodás nélkül. Nem kell a PC mögé behújni, ha valamit a printerporon cserélni akarunk. Ez az ötletes áramkör a printerportot megduplázva helyezi elénk 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 szakkboltokban a hangsugárzók kínálata. Ugyan már lassan csökkenőben van az effektiv készletek felderítéséből nyert, meglehetősen vegyes eredetű, korú, minőségű árutömeg, de hazai szakkégek újabb termékei is megjelentek és kaphatók a korábbi (pl. Videoton) hangsugárzók eredeti típusai is. Ugyanakkor sajnálatos, hogy a vásárlókörzéség véleménye – finoman szólva – eléggé megosztó, akár a régebbi, akár pedig az újabb hazai típusok vonatkozásában.

Hovatovább az európai hangsugárzóválaszték is lassanként beszívárog szaküzleteinkbe. Igaz, hogy a területen főképp autóhangosítási célokra számít, nem feltétlenül csúcsminőségű típusokat találunk és összességében mindez még meg sem közelíti a remélt vagy a tényleges kínálatot. Némi utánajárással, telefonálgatással azonban kideríthető, hogy helytel-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 kítet, 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. Mindamellett nagyon sok, túl sok szerencsés véletlennek kell ahhoz összejátszania ahhoz, hogy a „mű” ne legyen alapvetően, durván elhibázott és hangzásával valamennyire is meg legyünk elégedve. Mi több, az egész konstrukció egy nagy zsákbamacska is lehet: napokig dolgozunk anélkül, hogy szinte hármely előzetes elképzelésünk is lenne arról, mire számítsunk, milyen végeredményt kapunk, kaphatunk. Természetesen a munkát a lehető legalkalmasabb, legjobb konstrukció eredményében 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 lehetünk 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 • KIVEZETŐSZÁL • HANGSZÓRÓSZÉL (HAB, GUMI, TEXTIL, PAPIR) • HANGFALSZELLEM • HANGVÁLTÓK • CSATLAKOZÓK • ELŐLAPTARTÓ • SUB-LÁDÁHOZ VÁLTÓK • TEKERCSEK

**POSTÁN UTÁNVÉTEL IS SZÁLLITUNK!**

tek. Nem az volt a probléma, hogy egy drágább hangszórókészlettel jobban szólna 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, találmány 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 készülnék tekereselni vagy tekereseltetni, vagy akár valamely egyszerű elektronikus áramkört építünk meg, természetesen veszünk, 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 hangszórókészlet beszerzési ára és egy alkalmatlan doboz elkészítése, elkészíttetése és így a tévedés mértéke költségekben könnyen akár ennek a százszorosa is lehet!

Alábbi írásunk közlésével azt a célt tűztük ki, hogy olvasóink a hangsugárzók építését ne kényszerüljenek öltözködni végéig, hanem az ismertett különböző segédletek útján, valamely előzetes tervezőmunka segítségével elkerülhessék a legalapvetőbb tévedéseket. A hangsugárzók 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, egyszerismind automatikusan

kiváló minőségű is lesz. Mindössze abban reménykedhetünk, hogy a konstrukció *nem lesz alapvetően hibás*.

A gyakorlati tervezés során szinte minden esetben a legfontosabb és legnehezebb feladat a mélysugárzó kialakítása, ugyanis a manapság tömegesen használt mélysugárzók kizárólag valamely sugárzásjavító kiegészítéssel (hangfal, doboz, tölesér) dolgoznak kielégtően. A közép- és/vagy magashangú egység általában olyan frekvenciatarományban üzemel, ahol maga a hangszóró a fizika törvényei, a használtos hullámhossz-tartomány folytán egyáltalán nem (vagy ritkán) igényel sugárzásjavító eszközt, valamely fajta speciális hangdobozt (hangfalat, tölesért).

Evtizedek 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, adatbázisuk pedig elsősorban mélysugárzó céljára alkalmas típusok adatait tartalmazza, ezekből azonban esetenként akár 1–2 ezer félélt is!

A tervezés – végezzük azt akár papírceruza módszerrel, akár PC-re írt program útján – csak az első tájékoztató pontot képezheti számunkra. A legtöbb esetben kiindulásképpen néhány alapvető geometriai adatunk és néhány villamos paraméterünk van (átmérő, mélység, impedancia, terhelhetőség, frekvenciataromány) 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 mélysugárzók maximális villamos terhelhetősége, kivézetelhetősége (löket) a frekvencia függvényében, amely adatok a legfon-

tosabbak közé tartoznának, ha rendelkezésre állnának. A probléma pedig valós, az érdeklődés igen nagy, így nem teljesen véletlen, hogy néhány lelkes külföldi hangász barátunk egy-egy sikeres hangszórómérése részletes eredményeit időlegesen közkinccsá 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. Ugyanakkor ne becsüljük 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 adatházis birtokában is, a korrekciós számítások elvégzése és valamennyi jótanács megfogadása után sem lehetünk százszázalékosan biztosak valamiféle garantált kiváló végeredményben. Ellenkező esetben viszont, a „hasraütéses”, 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 mellékelt ironikus megjegyzésben olyasfélélt olvashatunk, hogy akár ezer évet is eltölthetünk – úgyszólván feleslegesen – számítási, tervezési eljárásokkal, megépítéssel, az ideális hangszugárzót kutatva, meri egyszer csak jön valaki egy újabb, egyszerű ötlettel, amittől 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 útba 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 hangszóró-paraméterek egyrészt lehetőséget nyújtanak ahhoz, hogy még a vásárlás előtt valamelyes előzetes elképzelésünk legyen az adott eszközzel elérhető hozzávetőleges eredményre 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 behangolthatatlan, 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 változatosan ránk várul. 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. frekvenciakaraktisztikákról, fázis- és impedanciamenetekről stb. Egyes programokban még a legnagyobb villamos kivezérelhetőség adatait is megtaláljuk, amely adatok akár meghökkentők és kiábrándítóak is lehetnek számunkra, kisfrekvencián ugyanis a nagyteljesítményű típusok kifejezetten gyengélkednek, esetenként csupán a névleges teljesítményük töredékével terhelhetők. 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 teljességgel alkalmatlan, kivitelezhetetlen, így elképzeléseinket a vizsgálatok tükrében felül kell bíráljunk és pl. más hangszórótípust, egyszerűbb vagy döntően más felépítésű, méretű dobozt kell választanunk.

Vegyük azt is figyelembe, hogy a programokat a hangtechnika szerelmesei, elfoglalt 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 szabadalmaztani, felhasználásuk révén pedig megeddrga 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 frekvenciamenetről, 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!) hasonlítanak 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 löbbé-kevéssé 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 közelítéseket is használnak. Ezen számszerűsíthető paramétereket azonban – gyakorlati megfontolásokat figyelembe véve – az elvi képletbe történő behelyettesítés során valamely székebb 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-

venciamenet-hullámosság mértékét, más helyen a hangszóró vagy a kész rendszer jószágát, 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 változtatva, 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.

Ugyanezektől az is látható, hogy az igénytelenebb vagy cleve zajosabb környezetben a nagyobb megkívánt hangerő érdekében – kisebb dobozméret 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 elképzeléseinkhez, 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 nyílttéri rezonanciafrekvenciája (free air resonance of the speaker)
$F_a$ [Hz]	a hangszóró nyílttéri 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 levegőtérfogat (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 jóság tényezője (mechanical Q-value)
$Q_{es}$	a hangszóró villamos jóság tényezője (electrical Q-value)
$Q_{ts}$	a hangszóró teljes jóság tényezője be nem épített állapotban, a nyílttéri 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 jóság tényezője, zárus meghajtóimpedanciát feltételezve
$C_{ms}$ [m/N]	a membránszél mechanikai hajlékonysága (the mechanical compliance of the suspension)
$C_{as}$ [m <sup>3</sup> /N]	a membránszél akusztikai hajlékonysága (the acoustical compliance of the suspension)
$A_s$ [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 teljesítménnyel, 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 inductivitása (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 tömegével együtt (moving mass including 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 utolsósorban – 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 paramétereket az angolszász jelölésekkel aduk meg. Ezen paraméterek egységes elterjedtségére jellemző, hogy a kissé öntörvényű 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:  $^2$  illetve  $^3$ . 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 értékmegadásoknál négyzet-, köbhüvelyk és négyzet-, köbláb adatok (pl. cu in, cu fi) is szerepelhetnek, az értékeket szükség esetén számoljuk át! 1 inch = 2,54 cm, 1 foot = 12 inch = 0,3048 m. Az idegen jelölésekkel találkozáskor 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 segédeszközaink legfeljebb a négy alapművelet elvégzésére alkalmas zsebkalkulátor használatára korlátozódnak, számításainkat a tervezés folyamata, az ideális megoldás keresése során minden bizonnyal igen sokszor meg kell ismételnünk.

Az számításokkal ellenőrizhetően tervezhető dobozfelvételek 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 bassreflex doboz tervezése viszonylag jól kézben tartható, addig a nagy hosszmeretek miatt a TL-doboz vagy valamennyi tölcsértípus 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 kompaund doboz és a tölcsérfélék lehetséges tervezési szempontjait és számítási módozatait, lehetőségeit ismertetjük.

## Zárt doboz

Angol nyelvű elnevezései: Closed Box, Sealed Box.

A szabadon álló hangszóró membránja elől és hátsó oldala által keltett hangrezgések – hullámhosszfüggően, elsősorban a mélyebb hangok tartományában – sugárzásjavító segédeszköz nélkül a hangszóró peremé mentén rövidrezáródnak, így az eszköz önmagában kisméretűsítésre alkalmatlan. Amennyiben a hangszóró elől és hátsó sugárzási terejét egy fallal szétválasztjuk, az akusztikus rövidzár nem jön létre, a hangszóró mélyhangok sugárzására is alkalmas lesz. Ennek a gyakorlatban is használt 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 fázismenetet, valamint az impulzus-átvitelt. Alkalmas 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, közetgyapot) beépítésével.

A gyakorlatban egy találmány kiválasztott hangszórót egy találmány kiválasztott méretű zárt dobozba építve, bizonytalan, nagyon változatos eredményt kaphatunk. Gyakori ugyanis, hogy a hangszórógyárak egy-egy alaptípus kidolgozásánál végtermékként nem csupán egyet, hanem egy kisebb sorozat hangszórót kínálnak. Amellett, hogy általában eltérés van a felkínált hangszórók lengéscsévájának impedanciája között (pl. 4, 6, 8, 12, 16  $\Omega$ ), különbség lehet az alkalmazott mágnes erősségében, a membránperem és a lengőfelüggesztés 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-felüggesztését kifejezetten lágyra tervezte, a hangszóró meghibásodás veszélye nélkül *kizárólag kiegészítő akusztikai felüggesztéssel 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 előírt *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 hangszóróhoz képest, annál keményebb ez az akusztiai rugóerő és ellenkezőleg, az igen nagy dobozok légtömege nagyon esékély rugóerőt képvisel. Nem a doboz tényleges liter-térfogata a mértékadó számunkra, hanem annak a hangszóróhoz viszonyított nagysága. Ugyanaz a doboz (1. ábra) lehet a) relatíve kicsi, b) relatíve nagy.

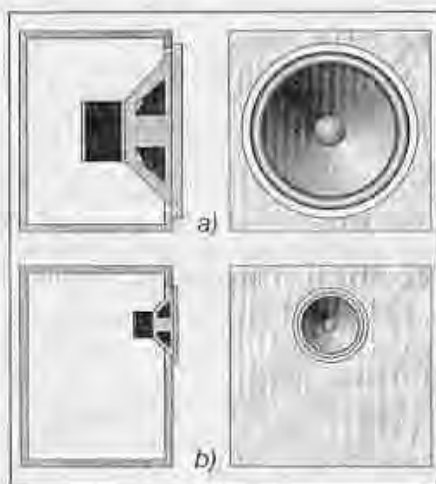
A katalógusban megadott, betervezett rugóerő-hiány pótlásáról nekünk kell gondoskodnunk. Az adott hangszóróval akkor érhetjük el a legjobb eredményt, ha éppen akkora rugóerőt pótolunk, mint amekkorának a hiányával a tervezők számoltak. Mivel egy meghatározott rugóerőt egy meghatározott méretű, légtömegű, zárt doboz képvisel, ezt az ajánlott – optimális nagyságú – dobozméretet a katalógusok közlik is.

Ha ilyen, lágy felfüggesztésű, lég-rugózású hangszórót sikerül beszerezniünk, tervezési lehetőségeink erősen korlátozottak, 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 hangszóróban rejlő jó képességeket (pl. kisfrekvenciás átvittelt) kiaknázni.

A lágyfelfüggesztésű, lég-rugózású 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 hangszóróhoz 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 köre 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, hátrán állíthatuk, hogy légfelfüggesztésű típussal 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 jósági 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 munkátó ki-mélhetjük meg magunkat azáltal, hogy nem választunk alkalmatlan hangszórót vagy dobozt a kívánt feladat számára. Noha az EBP csupán egy viszony-szám, de a hangszórókat két nagy csoportba sorolja, így azt a legcélszerűbb hangsugárzó konstrukciót jelzi számunkra, amelyre a gyártó az adott hangszórót eredetileg tervezte, szánta.

Altalánosságban elmondható, hogy amennyiben az EBP számértéke 55 vagy annál kisebb (= alacsony rezonancia-pontú, jelentős villamos Q-val, esékély sajátcsillapítással, gyenge mágnessel rendelkező típusok), az adott hangszórót a legeredményesebben vagy másodfokú, méretezett zárt dobozban, vagy pedig negyedfokú „sáv-szűrős”, csatolt üreges (kompaund), hangolt dobozban alkalmazhatjuk, amelynek lényeges részét képezi egy zárt üreg.

Amennyiben a számérték 56 vagy annál nagyobb (magasabb rezonancia-pontú, erősen csillapított, erős mágnesű típusok), a hangszórót negyedfokú hangolt (bassreflex) dobozban vagy hatodfokú (csatolt üreges, kompaund) hangolt dobozban történő alkalmazásra fejlesztették ki. Noha az említett szabály figyelembe vétele nem feltétlen kötelező, de megóvhat minket attól, hogy alkalmatlan típusú/felépítésű és szinte behangolhatatlan dobozba felesleges időt fecséreljünk el, számottevő, elfogadható eredmény nélkül. Katalógusok böngészése során felfedezhetjük, hogy egy-egy hangszóró alaptípus akár 3-4 különféle EBP értékű változatával is szerepelhet és nem mindegy, milyen célra és melyiket vásároljuk meg! Legfeltűnőbb, jellemző adat lehet számunkra a beépített mágneskör térerősségének különbözősége.

Amennyiben hangszórókat egy zárt dobozban helyezünk el, a doboz és a hangszóró jellemzőinek kölcsönhatásából eredően kapunk számunkra vagy elfogadható vagy nem kielégítő hangzást. Amennyiben a rendszer jósági tényezőjét, a  $Q_{tc}$  értékét változtatjuk, különféle hangzást kapunk eredményül.

● Ha a rendszer jósági tényezőjét  $Q_{tc} = 1$ -re választjuk, a szóba jöhető legkisebb méretű dobozt alkalmazhatjuk, azzal a hátránnyal, hogy a frekvenciamentben 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 jósági tényezőre pedig már nem érdemes zárt dobozt tervezni 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  $Q_{lc} = 0,707$  értéket választjuk, a hangsugárzó viselkedése hasonló lesz a másodfokú Butterworth-szűrőéhez, s így annak tulajdonságaival 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 lakoszóban még nagyon jól kezelhetők, így ez a típus tervezési munkánk gerincét képezheti.

- Ha a  $Q_{lc} = 0,577$  értéket választjuk, a hangszóró viselkedése hasonló lesz a Bessel-szűrőéhez, az előbbinél valamivel nagyobb frekvenciamenet-ingadozásokkal, viszont maximális laposságú csoportfutási-ido ingadozással, így igen jó tranziens-tulajdonságokkal. Viszont már hatalmas a növekmény a dobozméretben, mert a  $Q_{lc} = 1$  kiindulási alapesethez képest akár 70–80-szoros térfogatértékkel, több száz literes dobozokkal számolha-

tunk! Ekkora monstrumok építésére csak azok vállalkozzanak, akik elegendő helytel és/vagy toleráns környezeti feltételekkel rendelkeznek, különös tekintettel a családtagokra.

- Ha a  $Q_{lc} = 0,5$  értéket választjuk, az megfelel a kritikus csillapítás esetének, így a hangsugárzó átviteli választfüggvénye nem fog tartalmazni túllővést. 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  $Q_{lc} = 0,5 \dots 2$  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 dobozméretetek egy ilyen egyszerű esetben is milyen jelentős mértékben befolyásolják a hangsugárzó minőségét.

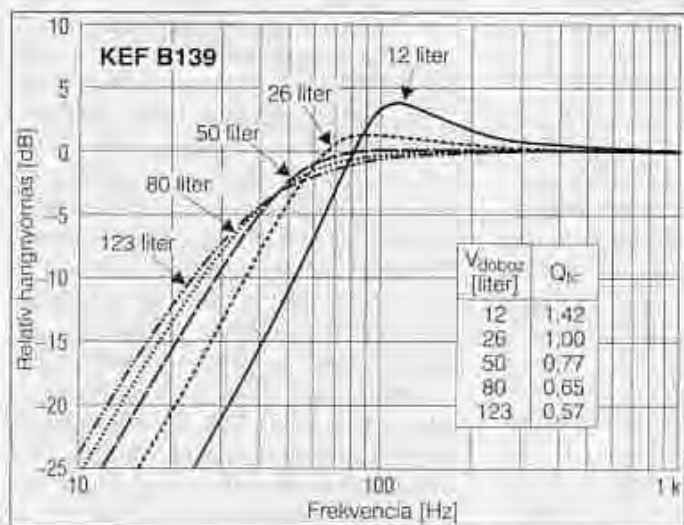
Amellett, hogy a túl kis méretű doboz alsó határfrekvenciája meglehetősen magasra adódik, továbbá frekvenciamenete jelentős kiemelést is tartalmaz, a túl nagy doboz sem tűnik egyértelműen kedvezőnek. Azt is mondhatjuk, hogy a túl nagy – és rendszerint kényelmetlen – doboz alkalmazását semmi nem indokolja, semmi nem támogatja. A korábban elmondottak értelmében a kb.  $Q_{lc} = 0,7$  jósági értéket eredményező, közepes méretű doboz

több szempontból is eléggé kedvező választásnak bizonyult.

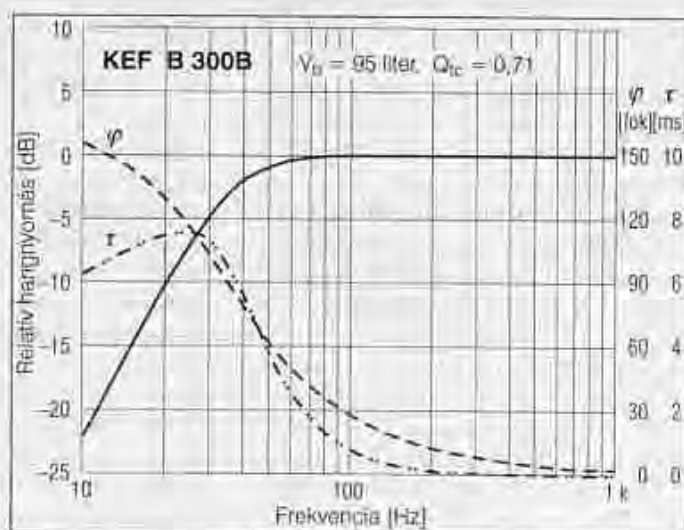
Vizsgálataink összhangban vannak azzal a mindennapos tapasztalattal, hogy egy kis hangszóró egy számára nagy dobozban teljesen más módon viselkedik, mint egy nagy hangszóró egy számára viszonylag kis dobozban. A különbség akkor rendkívül feltűnő, ha vagy a doboz mérete azonos és hangszórót cserélünk, vagy ugyanazt a hangszórót építjük át az egy kis dobozból egy nagyobbba. Természetesen a  $Q_{lc}$  jelentős megváltozása az, ami hatással van a hangminőségre. A dobozméret tervezésénél gondoljunk arra is, hogy a  $Q_{lc}$  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). Ugyanakkor egy már adott esetben, pl. a szakkereskedelemben manapság több méretben is kapható, 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 építéskor. 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  $Q_{cs}$ -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-basszus–mélysugárzó viszonylatban lép fel. Éppen ezért a legtöbb gyári szub-basszus dobozt ellátják fázishelyzet-szabályozóval, hogy ezáltal a rendszerek egymáshoz hangolhatók legyenek.

A zárt doboz kellemetlen tulajdonsága a dobozfalak adta határoló felületek között kialakuló, többszörös állóhullám-csomagok jelenléte. Ezek zavaró hatásának valamelyes csökkentése, minimalizálása az oldalalék meghatározott arányok között tartásával lehetséges. A gyakorlatban bevált a  $0,62 : 1,0 : 1,62$  vagy a  $0,8 : 1,0 : 1,25$  oldalalék-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 kisméretű átvitele és hatásfoka nem a legjobb.

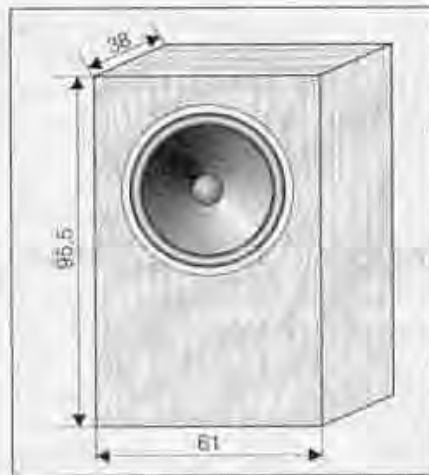
A zárt doboz mérete a hangszóró katalógus-jellemzőiből: a hangszóró nyílttéri rezonanciafrekvenciájából ( $F_s$ ), a felfüggesztés engedékenységeinek megfelelő légtérfogat értékéből ( $V_{as}$ ) és a be nem épített hangszóró teljes jósági tényezőjéből ( $Q_{ts}$ ) számítható. A korábban jelzett másodfokú 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,  $400$  W-os,  $100$  dB-es „nagyágyúját”. A katalógusban  $F_s = 33$  Hz,  $Q_{ts} = 0,36$ ,  $Q_{cs} = 0,38$ ,  $V_{as} = 516$  liter adatokat találtunk. Gyorsan ellenőriztük a hangszóró beépíthetőségét és eredményül  $EPB = 86,8$  számértéket kaptunk. Ez arra utal, hogy egy meglehetősen merev felépítésű, azaz bármilyen dobozba beépíthető típusúval 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 rétegzelt 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 értéket a hangszóró és az egyéb beépített elemek (pl. merevítések, hangváltó) saját térfogata, a behelyezett csillapítóanyag kettős, térfogatesökkentő és látszólagos térfogatnövekedést eredményező hatása. Mindezek befolyása azonban jórészt csak becsülhető; a gyakorlatban a számíthatóhoz képest 10–30%-kal nagyobb térfogatú dobozt alkalmazva, a működés eléggé jó összhangban lesz a tervezettel.

Az egyes PC-s méretezőprogramok által eredményként kapott dobozméretetek 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) hasonlós 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 hangerőt 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 kisméretű átvitele és hatásfoka jobb, mint a zárt dobozé. Attól függően, hogy milyenek a beépített hangszóró paraméterei, továbbá mekkora a doboz és milyen hangolócsővet 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 hatásait kell figyelembe vennünk. 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. Javaslattal természetesen majdnem minden, a témával foglalkozó irodalomban találkozunk, de ahány eljárást és szempontot vesszünk alapul, annyi féle dobozméretet kapunk eredményül.

A doboztérfogat kiszámításánál a hangszóró  $F_s$  [Hz],  $V_{as}$  [m<sup>3</sup>] és  $Q_b$  katalógusadataiból 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  $A_1$  felülete a tervezett  $F_b$  határfrekvenciából és a hangszórómembrán lökettérfogatából adható meg:  $A_1 = 0,8 F_b \cdot V_d$ , hossza pedig leginkább kísérleti úton állítható be. A sokféle megközelítés, számítás közül az alábbiakban ismertetünk egyet.

A doboz javasolt térfogata a következő összefüggésből számítható:

$$V_b = 20 \cdot V_{as} Q_b^{3,3} \quad [\text{m}^3]$$

A doboz rezonanciafrekvenciája:

$$F_b = \frac{0,42 \cdot F_s}{Q_b^{0,96}} \quad [\text{Hz}]$$

A hangsugárzó -3 dB-es alsó határfrekvenciája:

$$F_3 = \frac{0,28 F_s}{Q_b^{1,4}} \quad [\text{Hz}]$$

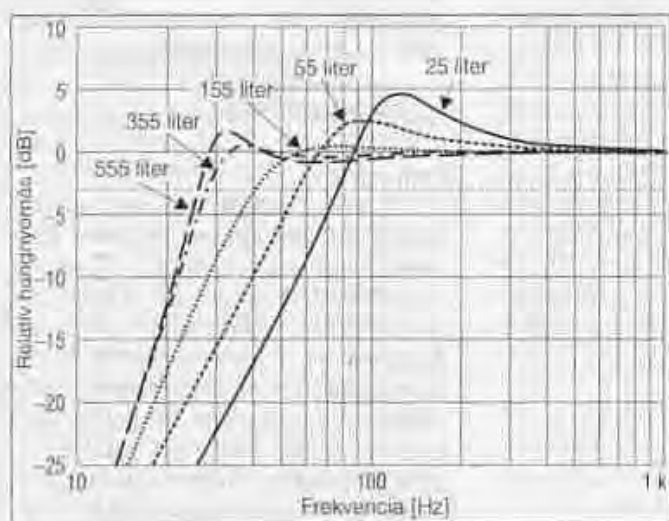
A javasolt térfogatúhoz képest bátran alkalmazhatunk valamivel kisebb vagy nagyobb térfogatú dobozt is, de tudomásul kell vennünk, hogy ez do-

bozmódus- és frekvenciamenet-változást eredményez. Amennyiben a doboz mérete kisebb a fentebb számítottnál, jelentős (túlzott) kisfrekvenciás kiemelést kapunk, amely általános mélyhang-növekményt, mindent elfedő brummogást eredményezhet, romló impulzusátvitel mellett (5. ábra).

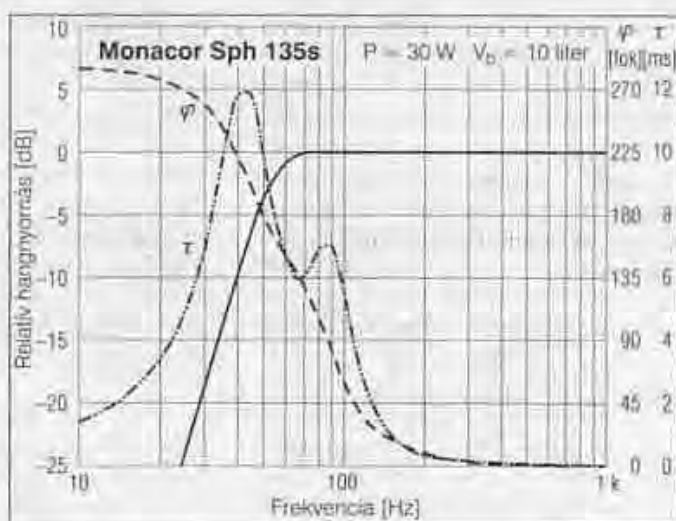
A számítottnál nagyobb doboz esetében a kisfrekvenciás sávhatár közelében az átviteli görbe egy nagyobb tartományban lesz mérsékeltén eső jelleget és ezen a szakaszon viszont egy relatív kiemelés, púp található, amint ez az 5. ábrán is jól megfigyelhető. Ez összességében az impulzusátvitelnek – az előbbi 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-karakteristikával (impulzusátvitellel) lehet probléma (6. ábra).

Az  $\alpha$  értékét alap esetben 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-karakteristikája is kívánivalót hagy maga után

megválasztani. Valamennyi esetben behangolható a doboz a megfelelő méretű hangolósóval, de frekvenciamenetének 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 frekvenciamenetét. 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 mérlegelése.

• 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 frekvenciamenetet, nem is említve a csoportfutási idő ingadozás minél kisebb értékét.

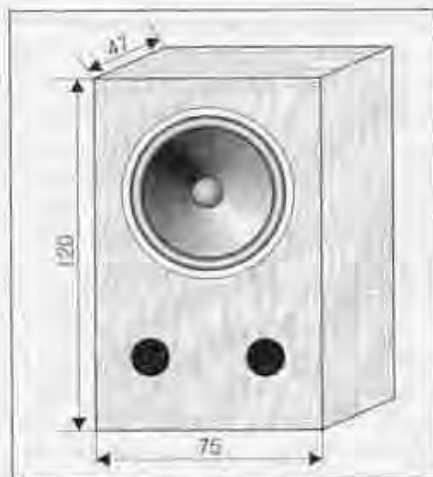
A kör keresztmetszetű hangolósó legkisebb átmérőjét ( $D_{min}$ , [m]) a hangszóró membránja által megmozgatott légtérfogatból ( $V_d$ , [m<sup>3</sup>]) és a doboz rezonanciafrekvenciájából ( $F_b$ , [Hz]) a következő összefüggés segítségével számíthatjuk:

$$D_{min} = \sqrt{F_b \cdot V_d} \quad [m].$$

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 hangolósóvet alkalmazunk, a fenti értékből adódó keresztmetszettel kell számolnunk. (Négyzet keresztmetszetnél egy oldal méretét a  $1,13 \cdot D_{min}$  értékkel számolhatjuk.)

A hangolósó közelítő hosszának számítása egy kiválasztott hangolósó átmérő ( $D_s$ , [m]) alapján a következő összefüggéssel lehetséges:



7. ábra. 400 wattos, 350 literes bassreflex doboz Electro-Voice hangszóróval

$$L_v = \frac{2362 D_s^2}{F_b^2 \cdot V_b} - 0,73 D_s \quad [m].$$

A gyakorlatban célszerű a behangolást a számítotthoz képest 10–20%-kal hosszabb csővel kezdeni és a tényleges hosszát utólag beállítani. Ügyeljünk arra, hogy egy túl nagy átmérőjűre választott hangolósó irracionálisan nagy hosszúságokkal rendelkezik, pl. nem férne bele a dobozba. Ebben az esetben használjunk kisebb átmérőjű, szükség esetén két vagy több, azonos hosszúságú hangolósóvet, egyidejűleg betartva a légsebesség-korlát (Mach-szám) miatt a minimális csőkeresztmetszet követelményét is.

A hangolósó 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. Hangolósóknak világszerte beváltak a vízvezeték-szerelések során alkalmazott műanyag csatornalefolyó pvc-csövek. Ezekhez kaphatók 90°-os csatlakozó idomok is, és amennyiben a reflexcső hosszúsága túl nagyra adódna, kanyarodjunk el a csővel ezen idomok segítségével!

*Példa.* A korábban kiválasztott Electro-Voice hangszórónál maradván, a  $V_d$  értéke alapján a  $V_b$  doboztérfogat 316 literre adódik, amennyiben  $\alpha = 1$  számértéket választjuk. Mivel egy erős mágnesű,  $Q_{ts} = 0,36$  jóságú típussal van dolgunk, bátran megkockáztathatjuk a fenténél kisebb doboz használatát

is. Pl. 350 literes dobozt választva az  $\alpha$  értéke 1,4 körüli, a frekvenciamenet még megnyugtatóan kiegyensúlyozott lesz, és a doboz alsó határfrekvenciája 37–38 Hz-re adódik, ami átlagos hangosítási feladatokra kielégítő érték. A lehetséges hangolósó választékból – a légsebességet (a Mach-számot) is figyelembe véve – 2 db Ø100 mm-es pvc-csővet 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 oldallap 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-nel meredekebb lesz a frekvenciagörbe lefutása; ez akár előnyös is lehet (rumpliszűrő).

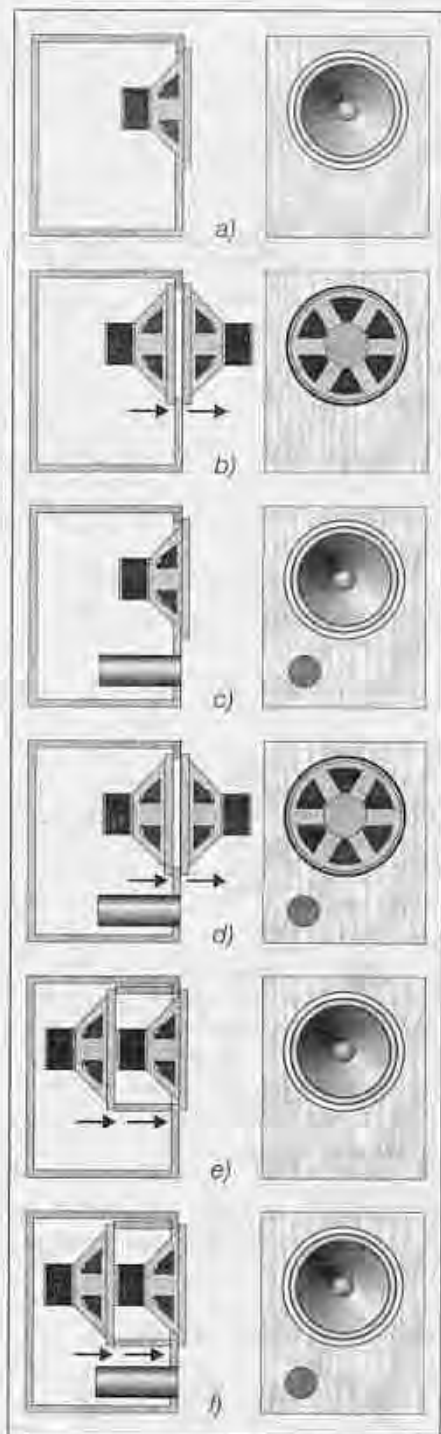
*Rossz*, hogy költségeink legalább a duplájára növekszenek és még az eredő hatások is a felére csökken, így ugyanakkora hangerőhöz kétszeres erősítőteltjesítmény szükséges.

*Csúf* az előlapról a hátoldalával kikapcsolható, sérülékeny hangszóró, főleg a csulád – műszaki dolgokat irtózáttal szemlélő – hölgytagjai szerint.

Más, tetszetősebb, de bonyolultabban 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 dohoz pedig az egyszerű zárt dobozzal analóg módon kezelendő, beleértve a térfogatszámítást is. Az utóbbi időben az egyszeres 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 korábbihoz képest 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 erősítőteltjesítmény 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 átalakítósáról és a többletteltjesítményről, 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 dobozt 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 leggyegeterűbben pl. egy másfél voltos ceruzaelemmel végezhetjük.) Még beépítés előtt célszerű a hangszórók azon kapcsát pl. pitos festékkel megjelölni (ha ilyen gyári jelölés még nem lenne), amelyre „+” feszültséget adva a kónusz kifelé mozdul el.

**TL-doboz**

Amennyiben a hangszóró előlő 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 üreghosszáinak 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  $F_1$  határfrekvenciából történik:

$$L \text{ [m]} = 343 \text{ [m/s]} / 4 F_1 \text{ [1/s]}$$

*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 hangszórós írásunkban találhatnak olvasóink.

### Sávszűrő/kompaund doboz

Angol elnevezése: Compound Box, Multi-chamber Box. Amennyiben akár egy zárt doboz, akár egy reflexdoboz egy vagy több példányát egy további – elrendezését illetően külsőnek, több

doboz esetében közösnek 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 szokásossal.

Ha a sávszűrős doboz alapját reflexdoboz(ok) képezi(k), az a behangolandó üregek számát és a behangolás

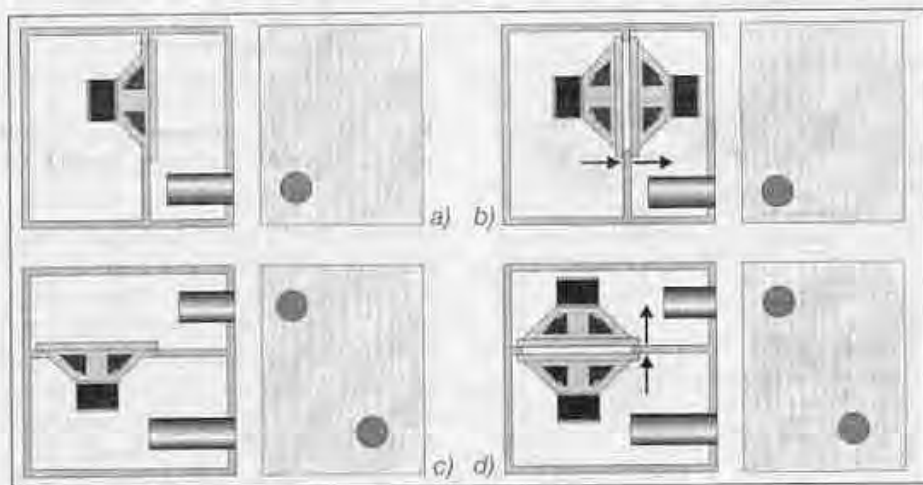
nehézségeit megsokszorozza. Tekintettel arra, hogy már a reflexdoboz önmagában is egy meglehetősen bonyolult működésmódú, nehezen kézben tartható eszköz, a két-három csatolt és hangolt üregből kialakított konstrukció beállítása, behangolása pedig kifejezetten kínos, annak ellenére, hogy a szükséges tájékozódó számítások gyors elvégzésére PC-s programok is lehetőséget adnak. Egy-egy ilyen sávszűrős doboz – erősen sávhataroltra sikeredett – szimulált frekvenciamenetének 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 térfogatban 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 egytérű dobozok esetében nem áll fenn. Ugyanekkor hátrányos lehet egyes alkalmazásoknál a doboz sávszűrős, felülről is sávhatarolt jellege, tehát ilyen mélynyomó láda esetén már a tervezés kezdetén háromutas kivitelben kell gondolkodnunk.

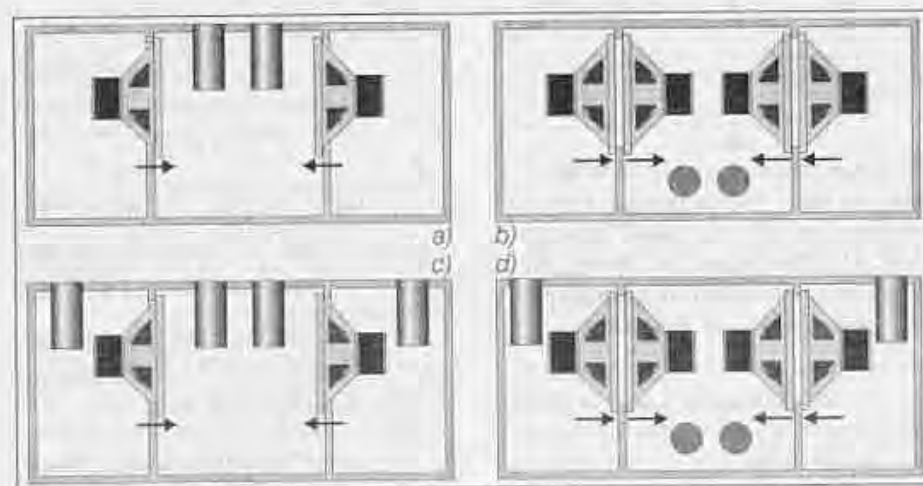
A kompaund hangdoboz tervezésével kapcsolatban még kevés jól értékelhető tapasztalat szűrődött le, így a kísérletezésnek itt bőséges tere nyílik. Az előzetes számításoknál az alapul vett (zárt vagy reflex-) dobozból kell kimúlni. A esatolt üreg pedig a közelítő számítások szempontjából felfogható akár reflexdobozként is, de ismeretes tölcsérhez hasonló kialakítása is.

### Tölcsérsugárzók

A sugárzásjavító eszközök között előkelő helyett foglalnak el a tölcsérek. A tölcsér egyenes vagy ívelt alakú alkotója szerint különféle tágulási típusok ismeretesek, amelyek közül a legjobban beváltak az exponenciális, illetve a traktíxfüggvénnyel leírható alkotójú tölcsérek. Az exponenciális tölcsér esetében a tölcsérkeresztmetszet 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 tölésésre jellemző, hogy

$$A_l = A_0 e^{kl}$$

ahol  $A_l$  a tölésér vizsgált pontján a keresztmetszet [ $m^2$ ],  $A_0$  a toroknyílás keresztmetszete [ $m^2$ ],  $l$  a két keresztmetszet közötti távolság [m] és  $k$  a távulási tényező, amely a tölésér alakjára (növekedésére) jellemző [ $1/m$ ], míg  $e = 2,718$ , a természetes logaritmus alapja. A tölésér határfrekvenciáját a  $k$  szám határozza meg:

$$F_b = \frac{k \cdot c}{4\pi} \text{ [Hz]},$$

ahol  $c$  a hangsebesség. A tölésér szájnyílásának átmérője a határfrekvenciából számítható:

$$D_{\max} = \frac{2c}{2\pi F_b} \text{ [m]},$$

míg a tölésér teljes hossza a szájnyílás és a toroknyílás átmérőjétől függ:

$$L_{\text{töleser}} = \frac{D_{\max}}{2} \ln \frac{D_{\max}}{D_0} \text{ [m]},$$

ahol  $D_0$  a toroknyílás,  $D_{\max}$  a szájnyílás átmérője [m].

A gyakorlatban a számítások során hatalmas méretek jönnek ki eredményül, így a kisfrekvenciás (mélyhangú) tölésér egyetlen, de alig áthidalható problémája a túl nagy méret.

*Példa:*  $D_{\min} = \varnothing 25$  cm-es hangszórókhöz egy  $F_b = 30$  Hz-es határfrekvenciájú tölésért kívánunk készíteni. Az előbbi egyenletekbe behelyettesítve az adatokat, a szájnyílás méretére  $D_{\max} = 3,65$  m, a tölésér hosszára pedig  $L = 4,86$  m jön ki eredményül.

A tölésér valamivel rövidebb lehet, ha nem exponenciális függvény szerint, hanem annál hirtelenebb módon távul. Régióta bevált a traktrix elnevezésű matematikai függvény szerint távuló tölésér. (Az alkalmazásával kapcsolatos angol szabadalmat még 1927-ben nyújtotta be P. G. A. Voight.)

Mindkét matematikai függvény hátránya, hogy sok számítási munka árán ültethető út az asztalosrajz készítésében felhasználható adatokká. Hátrányos még ezen kívül az is, hogy a hatalmas méretek folytán a tölésér legtöbbször csak összehajtogatva kivitelezhető, ami meglehetősen bonyolult és drágává teszi az asztalosmunkát. Ezzel szemben áll a tölésérsugárzó egyedülállóan kiváló kisfrekvenciás árvelope

és valamennyi egyéb hangszóró-típushoz viszonyított sokkal jobb hatásfoka.

A tölésér tervezésének elhanyagolható hányadát képviseli a matematikai függvények által előállítható adathalmaz. A munka tetemes részét a tölésér 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-

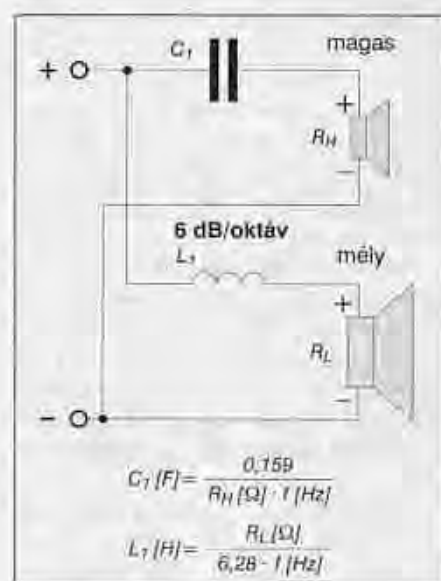
látozott tulajdonságokkal rendelkező közelítése. Az ideális szűrő az áteresztősávban a jelüt számára rövidzárként, a zárótartományban szakadásként viselkedik, amely azonban a gyakorlatban nem érhető el. A váltósűrők csoportja a frekvenciasáv több részre való felosztására szolgál, esetünkben a hangfrekvenciás 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 szelektációs képességekben, másrészt az áteresztőtartományban tapasztalható viselkedésben, pl. hullámosságban, csoportfutásüddő-ingadozásban, impulzusátvitelben különböznek egymástól, de különbség van a sávhatáron tamústított 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 türethetetlen mértékben is különbözhet egymástól.

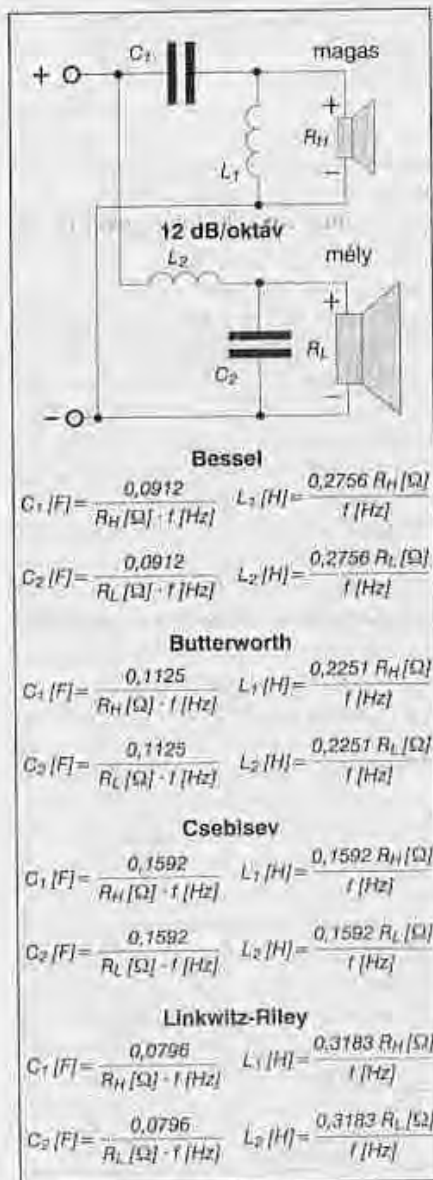
Az általunk használt szűrőket a fenti két jellemző szerint osztályozhatjuk. Elsőfokú az a szűrőáramkör, amely általában nagyon egyszerű felépítésű és a zárótartomány kifutásának oldalmeredeksége 6 dB/oktáv. A másodfokú szűrő oldalmeredeksége ennek a kétszerese, a harmadfokúé ennek a háromszorososa és így tovább. Az általunk eset-



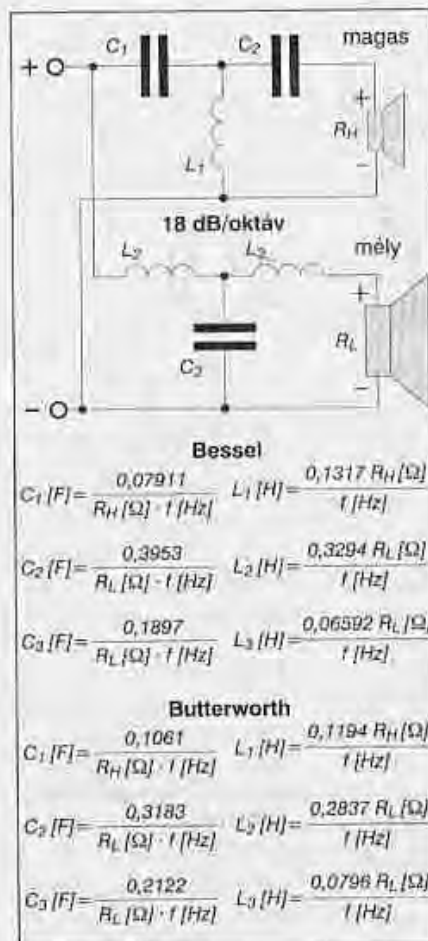
11. ábra. Kétutas, 6 dB/oktáv meredekségű váltósűrő

leg alkalmazott legnagyobb oldalmeredekségű, igen bonyolult szűrő legfeljebb hatodfokú, 36 dB/oktáv oldalmeredekséggel.

Az átteresztősávban tapasztalható – számunkra nagyon fontos – tulajdonságokat a szűrő másodlagos jellemzői, pl. az elemértékek egymáshoz való viszonyai stb. határozzák meg. Az elemértékek egymáshoz való viszonya jellemzően befolyásolja az átteresztő/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



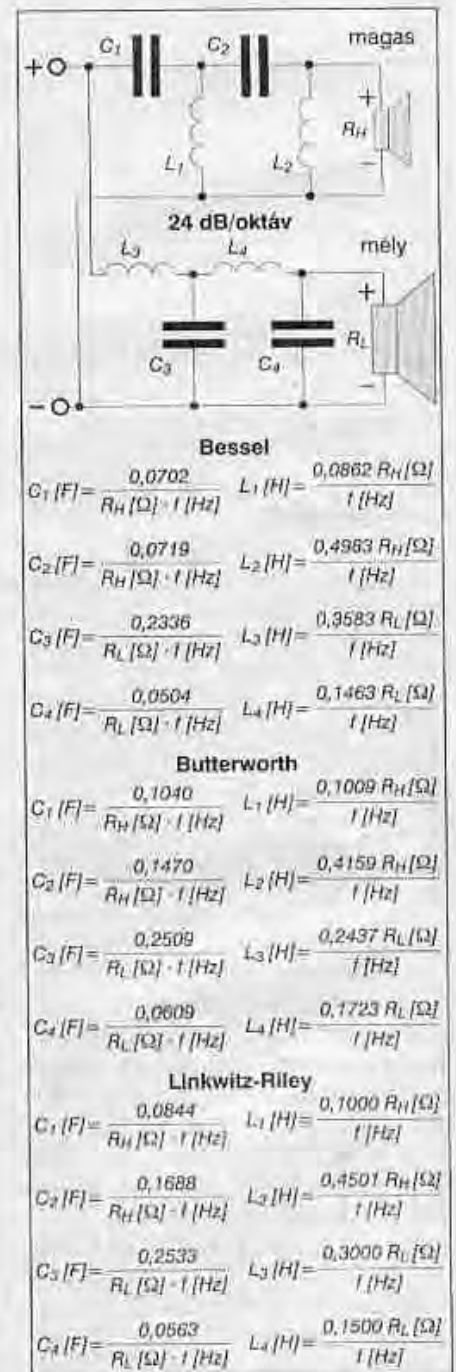
13. ábra. Kétutas, 18 dB/oktáv meredekségű váltószűrők

witz-Riley, de elvértve 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 esatlakoznak. Már a szűrő meghajtását ellátó teljesítményerősítő is okozhat véges és esetleges értékű kimeneti impedanciájával, nem egészen korrekt fázismenetével 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

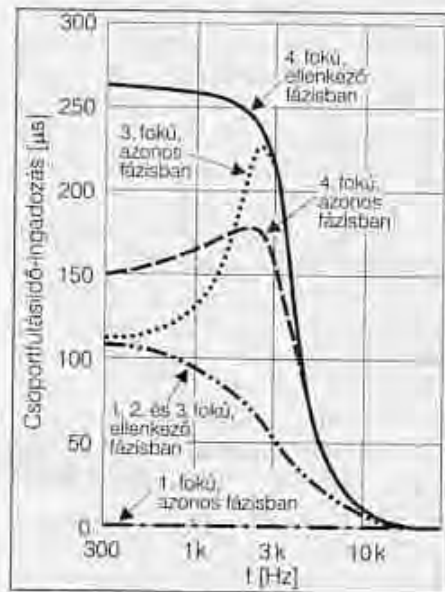
a frekvenciatengely mentén meglehetősen szeszélyes; de ez a kisebb baj. A nagyobb problémát az jelenti, hogy a hangszóró és alkalmazási környezete túlságosan szoros, a számításokban és a katalógusadatokban figyelembe nem vehető kölcsönhatásban van egymással. Így tehát a legfontosabb jellemzők némelyike nem tartozik a gyártó hatáskörébe és így értékeit 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 képeznünk, tehát jelentős bizonytalansági tényezővel kell számot vetnünk egy szűrő alkalmazása során.

Mindezeket 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 módhoz 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 alakhű *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 eltolts (lépcsős) síkban történő elhelyezése is messzemenően befolyásol.

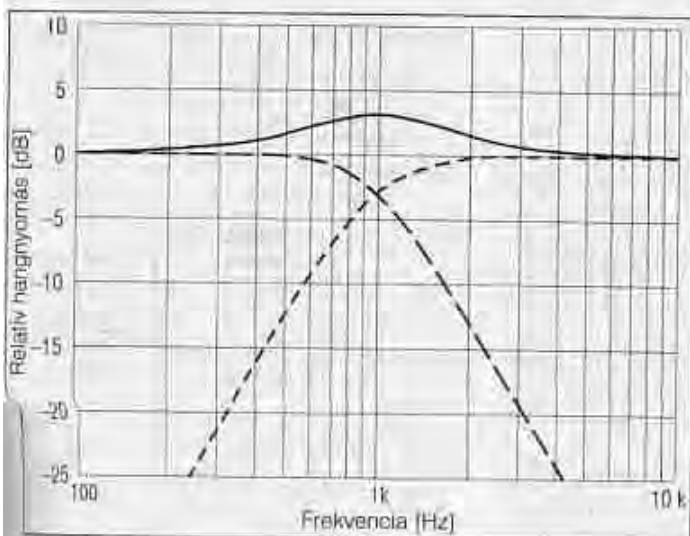
A különféle számítási és kísérleti metódusok, közelítések oda vezettek,

hogy szinte minden fajta szűrőtípusnak van híve és kellő mértékben alátámasztott indoklása (részigazsága), 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 jelentkezik. 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:

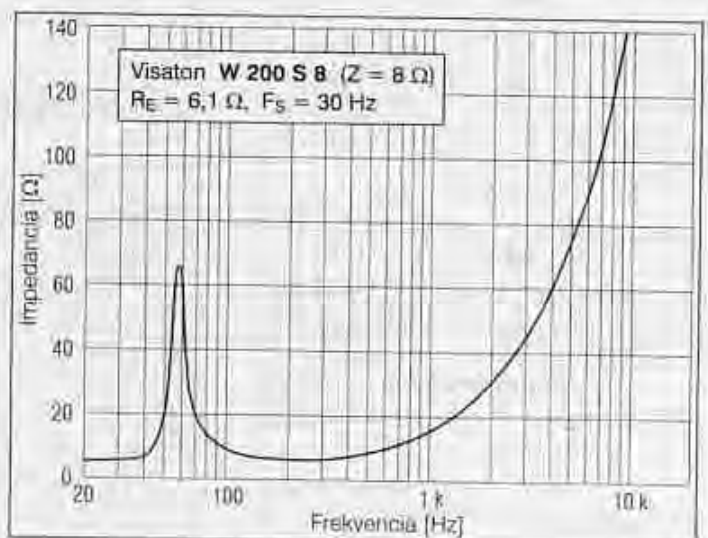
1. A *Butterworth-típusú szűrő* azért a lehető legjobb szűrőtípus, mert az átteresztősávban nem befolyásolja a hangszóró működését, ugyanis a frekvenciamenete maximális laposságú, szintesése pedig még a törésponti frekvencia közelében is csekély. (Igaz, hogy futásiidő-ingadozása, így túllővést és még további lengéseket is tartalmazó impulzusátvitelét kívánnivalólag maga után.)

2. A *Bessel (Thomson)-típusú szűrő* azért jobb az előzőhöz képest, mert csekély futásiidő-ingadozással, így kiváló, alakhű impulzusátvitellel rendelkezik. (Igaz, hogy ezért esérébe az átteresztősávban már túl korán jelentkező szinteséssel és ráadásul a Butterworth-szűrőhöz képest kisebb zárószelektivitással 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

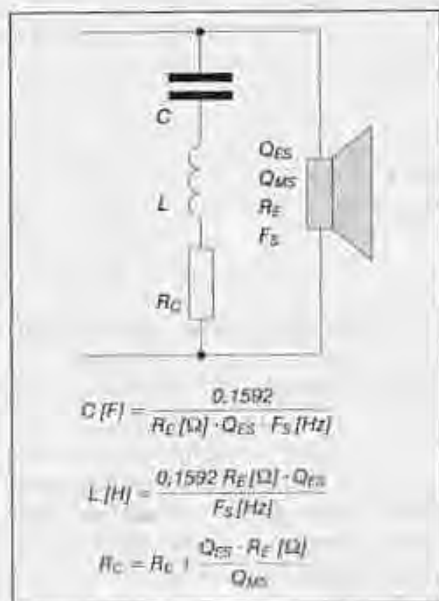


17. ábra. Egy Visaton gyártmányú, névlegesen 8 Ω-os hangszóró impedanciamenete a frekvencia függvényében

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 alkatелеmek 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 hajtás 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 mesterkedésekkel, pl. azáltal, hogy a számítások során az egyes L, C elemek értékét valamely korrekciós tényező-



18. ábra. Korrekciós szűrő a rezonanciafrekvencián tapasztalható impedancianövekedés kiküszöbölésére

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 használatokor 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 rezonancia pont, 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.

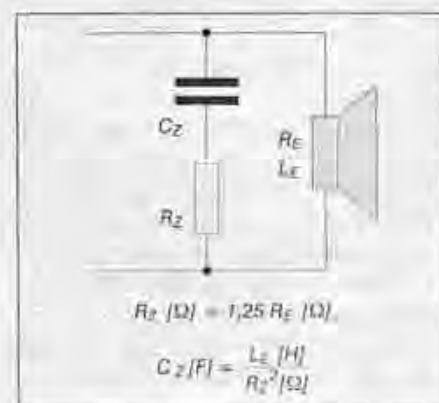
A gyakorlatban a két hatást külön-külön próbálhatjuk meg kiküszöbölni alkalmas korrekciós tagok beépítésével. A párhuzamos rezgőkör jelleg okozta impedanciaesetűs kompenzálható valamely, a hangszóróval párhuzamosan kötött, ugyanerre a frekvenciára hangolt és kb. hasonló jóságúra (veszteségűre) beállított soros rezgőkörrel, szivókörrrel (18. ábra).

Létezik ennek inverz (a gyakorlatban ritkábban használt) megoldása is, a hangszóróval sorbakötött, beállított jóságú párhuzamos hangolt kör.

A magasabb frekvenciák felé emelkedő jellegű impedanciamenet kompenzálására a hangszóróval párhuzamosan kötött, a kritikus frekvenciák felé söntöt képviselő, méretezett soros RC-tag (Zobel-tag) szolgál (19. ábra). A 2. táblázatban egy tipikus, 4 Ω-os névleges impedanciájú mély- és közép-sugárzó áramkörében 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



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 alkatrészeken végleges értékpontossága és minősége.

Azok a szűrőáramkörök, amelyek gyenge minőségű alkatrészeken (vesztéses, polaritásérzékeny elkő, túl vékony huzalhól tekereselt és vesztéses, 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 kicélezett 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, merekségű, 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 szűrő/dalról nézve névleges ellenállást mutat, miközben a hangszóró szempontjából létrehozza a kívánt leosztást. (Mivel ezek a megoldások leggyakrabban a magashangú hangszórók áramkörében 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 értékiükön kezeljük! Annak ellenére, hogy ezek a táblázatok és frekvenciakaraktisztikák nagyon meggyőzőnek tűnnek, nem szabad azt szem elől téveszteni, 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 frekvenciakaraktisztikájával, 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, egybeesés van.

A teendők; 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: hatalmasai lehet tévedni a használatos 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 fétiszálva. Gondoljunk arra is, hogy az elkészült hangszóróból nem frekvencia- és fáziskarakterisztikákat, dB-eket, torzítási százalékokat és impulzusátvitelt hallgatunk, hanem valamely zenét, és a két dolog között van ugyan némi rokonság, de hogy mily (lávoli) mértékben, arról évtizedek óta erősen megoszlok 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 elképzelhetőt felülmúlt. A megkeresett

cégeket semmi nem lelkesítette fel oly mértékben, hogy bármely tervezőprogramból akár egyet is a kínálatukon tartanak. Mivel erre olvasóink részéről mégiscsak jelentős igény jelentkezett, az interneten elérhető programokból mutatunk be egy változatát.

## DOS-szintű programok

### Speaker PRO 6.0

Visaton támogatású, kezdő DOS-szintű, lehullómenüs rendszerű, 1988–1997-es évjáratú, német fejlesztésű,



doboz- és hangváltótervező, illetve frekvenciamenet-szimulációs program, angol nyelvű menüvel és segítséggel (20. ábra és 21. ábra). Alkalmazása bármely olyan matuzsálemi AT gépen lehetséges, amely a következő (minimális) szintű adottságokkal rendelkezik: merevlémez 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 öregeske program képességeit lebecsülni! A tervezők a

korabeli lehetőségeket mind a színekben, mind az egér- és/vagy kulcskarakteres, kurzoros kezeléssel lehullómenükben, 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 akadálya van annak, hogy a program segítségével manapság is korrekt módon elvégezhessük egy hangszóró tervezését. Igaz, hogy a demóverzió adatbázisa csupán kilenc darab Visaton hangszóróra korlátozódik, de a teljes verziót a kívánt adatokkal feltöltve a számítások már igen sok hangszóró 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 alapoossággal. Lehetőség van zárt doboz bassreflex- (rezonáns-) doboz és a hozzá tartozó hangolósó, exponenciális tölesér, TL-doboz és sávszűrő jellegű (többüreges) hangszóró méretezésére.

A program számos meglepő opciót tartalmaz, pl. a hangszóró és a megtervezett hangszóró doboz tulajdonságai alapján, Fourier-transzformáció segítségével kiszámítja és ábrázolja a beépített hangszóró várható (szimulált) impulzusátvitelét zárt, bassreflex és sávszűrős (többüreges) típusú doboz esetében.

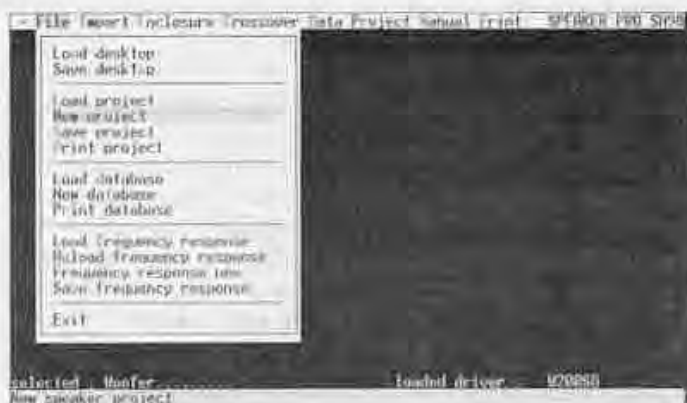
A program egyik nagy erőssége a passzív keresztváltók, teljesítményosztók és egyéb szűrők (Zobel-tag, lyukszűrő) számítása. Még felsorolni is nehéz a lehetőségeket: hatféle, különleges kivitelű, –6 és –12 dB oldalmeredekségű alul- és felüláteresztő, valamint sávszűrő, továbbá húszféle hagyományos felépítésű, a program szerint „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 adatokon 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 adatait, 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.

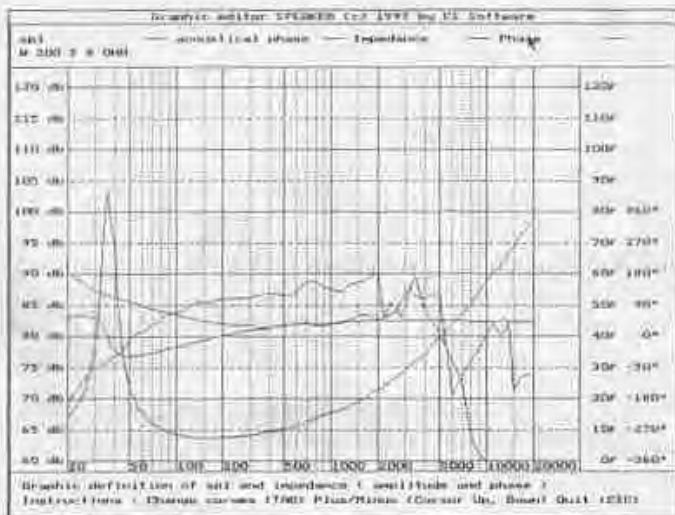


20. ábra. A Speaker Pro 6.0 fejlett lehullómenü-rendszerben dolgozik



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 nevén kívül más hasznos információt nem tartalmaz. Bármely billentyűleütésre azonban az adott program tovább lép a megfelelő munkaképernyőre. A négy modul a következő:

- BOXMODEL (zárt doboz, bass-reflex doboz és passzív sugárzás reflex-doboz tervezésére)

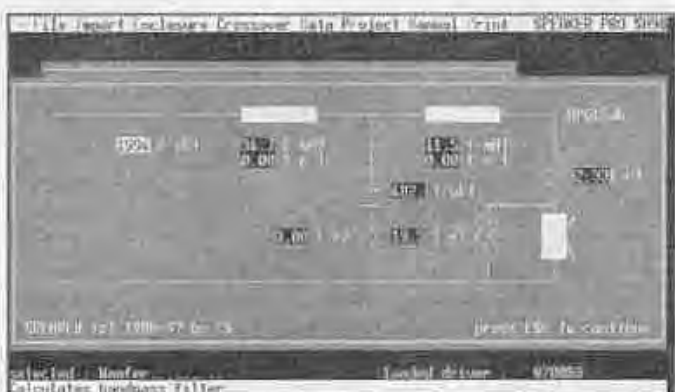
- TLBOXMOD (transmission-line típusú dobozok tervezésére)

- BPBOXMODEL (többüreges, sávszűrő típusú dobozok tervezésére)

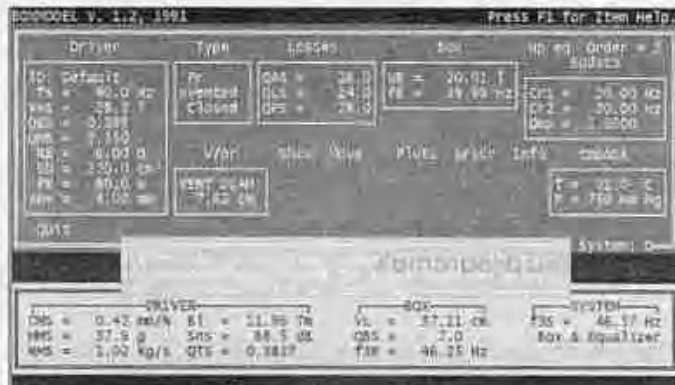
- PASSIVE CROSSOVERS (passzív keresztváltók tervezésére)

Noha a program kezelése a billentyűzet túlzott használata folytán kissé nehézkes, minden fontos adat bevitelre és kezelhető segítségével (24. ábra). A munkaképernyőkön az egyes opciók fölött átléptetve a kurzort, van mód az adatbevitelre, javításra, átírásra, a rögzített opciók közötti választásra és F1-re elemi szintű segítségünk is van.

A Plots feliratu opció aktiválásakor a karakteres munkaképernyő helyett a grafikus diagramképernyőre vált a



23. ábra. A különféle szűrők interaktív tervezése a Speaker Pro 6.0 segítségével

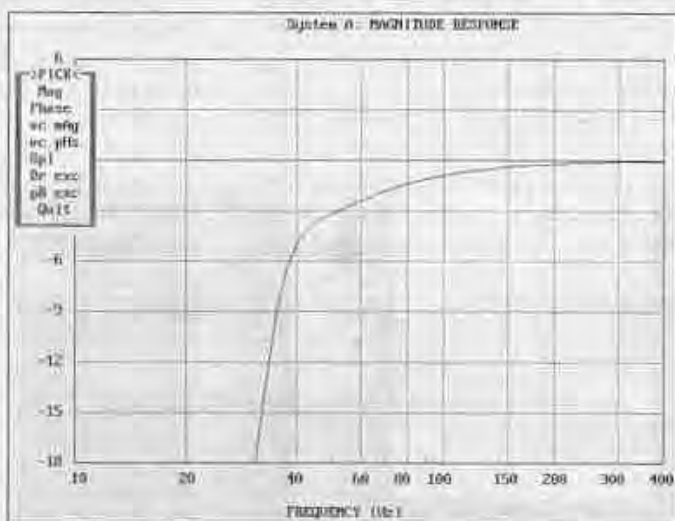


24. ábra. A BOXMODEL részprogram munkaképernyője; a TLBOXMOD és a BPBOXMODEL is hasonló

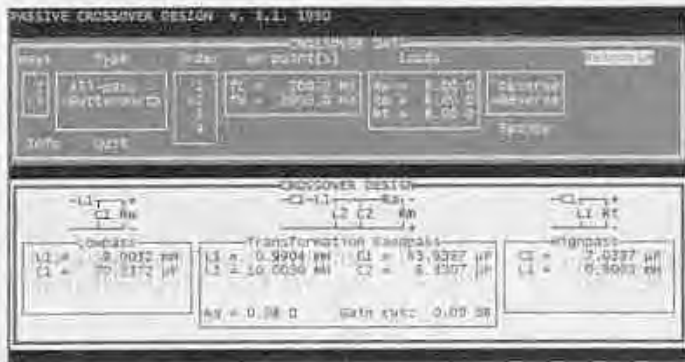
program, ahol egy néhányopcós kis segédmenü alapján a tervezés során felvett és kiszámított adatokból egész csokorra való szimulációs diagramot kaphatunk a frekvencia- és fázismenetről, a lengőkitérésről stb. meglepően jó rajzminőséggel (25. ábra).

A doboz tervezése nem terjed ki az asztalosrajz szintjéig, csupán a térfogatokról, hangolósővelekről 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 pályakarajz 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 bakafántos, de valójában egyáltalán nem is rossz program képességeit! Bizony meglepődhetünk egy-egy szimulált átviteli görbe, fázismenet nem várt anomálián 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 paraméterei és egyéb adatai találhatóak meg.

A teljesablakos, szövszatyár bejelentkező képernyő bármely billentyűleütés hatására a munkaképernyőre vált (27. ábra), ami a kissé avított 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 kézreállónak.

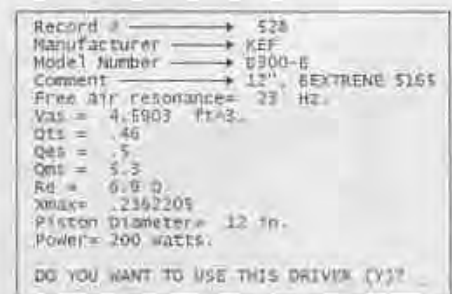
Némileg kellemetlen, hogy amennyiben a program a saját adatbázisát, annak helyét önmagától nem találja és jegyzi meg, azt indítás után a *Change Boxdata Path* opció felhasználásával nekünk kell azt beírunk, de a hiba az indító kötegfájl átszerkesztésével javítható.

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, Renskus-Hienz, Rockford, Scan-Speak, Seas, Studio, TAD, Tannoy, TOA, Vandersteen, Versu-Tronics, Vifa és Yamaha), de lehetőségünk van újabb típusok adatainak bevételére is.

Olvásóink arról számoltak be, hogy nagyon sok, évekkel ezelőtt gyártott hangszórófeleség 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 kerék 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 érzékenységgű nagyágyúját 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 hangolóső jellemzőit mi is megadhatjuk, változtathatjuk. A választott adatok szerinti várható frekvenciamenetet, maximális ve-

27. ábra. A regisztrálással Perfect Box menüképernyője; csak a regisztráció után működik minden menüpont



29. ábra. Az adatbázisból: a KEF cég híres, B300-B típusú bextrém-membrános hangszórójának adatlapja

Freq. in Hz.	Relative Response In (db)	Maximum Power Input in WATTS	Maximum Infinite SPL in (db)
20	-8.85	65.67	96.29
25	-9.23	67.75	100.12
30	-4.35	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	109.18
75	-.67	200	109.26
80	-.59	200	109.35
85	-.52	200	109.42

Press RETURN to continue

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. Mindamelllett 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 fölére esik, 20 Hz körül pedig már csak 170 W! Nem nehéz tehát ezt a hangszórót sem – esupán a katalógus szerinti névleges teljesítménnyel meghajtva! – tönkretenni!

Szerintünk a program legfőbb érdeme a jelentős, bár kissé koros adatbázis.

### SD-LMP

A Loudspeaker Modeling Program 1989-es fejlesztésű, igazi mezőtlábas, 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 szabadíthat meg minket, és abban is biztosak lehetünk, hogy a keresztváltó számításonkál 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 futatható akár floppyról is!*

Az installálás nagyon egyszerű: az *sdlmp215.zip* nevű fájlt egy tetszőleges könyvtárba kieszomagolva, összesen hét fájlt kapunk, amelyből az indítható *sd-imp.exe* fájl tartalmazza a program legfontosabb részét. Indítása után egy nagyon korai kinézetű, DOS típusú, teljesképernyős menüablakot kapunk (31. ábra), ahol az egyes betűparancsokat elindítva állnak a rendelkezé-

sünkre a különböző opciók. A betűparancsok közül a számunkra a legfontosabb a *Crossover program* jelzésű. Beütve a billentyűzetben 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 keresztelési 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 módosíthatása, a frekvencia- és a fázisment egyidejű ellenőrzése mellett. A teljesképernyős diagramok felbontása nyilván függ a képernyő típusától, de pl. VGA monitoron teljességgel kielégítő minőségűek, ugyanekkor roppant tanulságosak is. Kezdek számára – az alapok, az elméleti ismeretek megszerzése után – szinte nem is lehet hasznosabb kiegészítő metodust javasolni a szűrőkkel való ismerkedésre, mint az SD-LMP-t. Így ennek a hófehér szakállú programnak még ma is van létjogosultsága.

A program legfőbb erénye az a halatlan egyszerűség, amelyet azért valójában csak néhány perc begyakorlás, a billentyűzetben való zongorázgatás után fogunk felfedezni. Az, a program által kért néhány adat ugyanis, amitől az első pillanatban meglepődünk, szá-



31. ábra. Az LMP főmenü-ablaka



32. ábra. Számos szűrőtípust tervezhetünk az LMP-vel

# Az STK463 „klónozása”

Gilszki József technikus

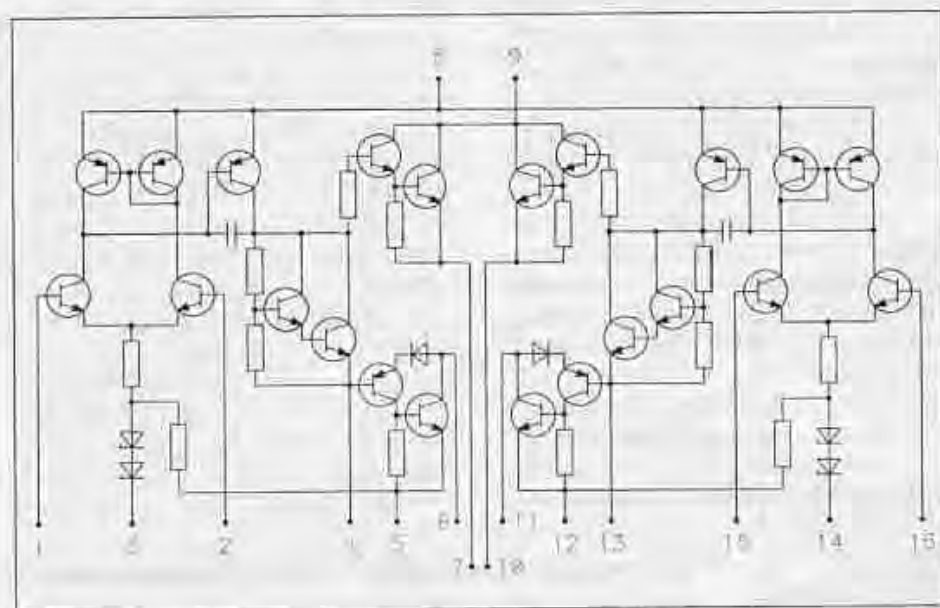
Rutinfeladatnak ígérkezett az ONKYO A-15 típusú erősítő tönkrement végfokozatának javítása. A kereskedőknél érdeklődve mégis egyre inkább reménytelennek látszott a dolog. A régi típusú integrált áramkör beszerzését csak drágán és bizonytalan határidővel tudták volna vállalni. Mérlegelve egy esetleges 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 Ω. A táblá-

Típus	STK457	STK459	STK460	STK461	STK463	STK465
Legnagyobb tápfesz.	±26 V	±31 V	±32 V	±33 V	±38 V	±41 V
Ajánlott tápfeszültség	±18 V	±21 V	±23 V	±23 V	±26 V	±28 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.)

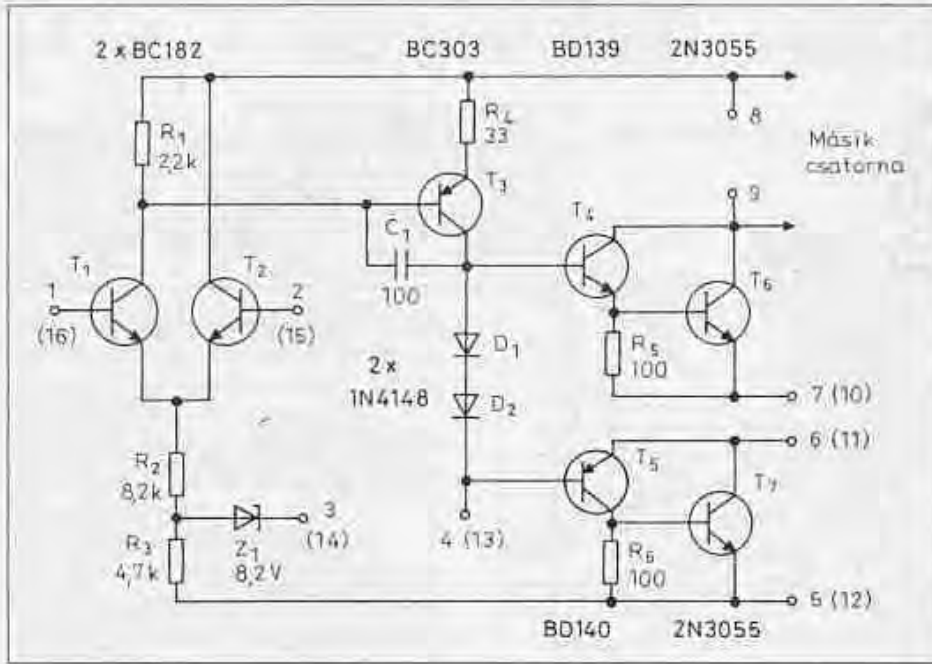
A precízen felépített, eredeti kapcsolást célszerű lett volna pontosan utánépíteni. Sajnos, a gyári eredeti dokumentációban az alkatrészek értékei nem voltak feltüntetve és (természetesen) a tranzisztorok alapvető paraméterei is ismeretlenek. Ráadásul a félvezetők igen jó hőkapcsolatban (és hőkompenzációban!) 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 áramkörön, 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 Ω-os ellenállások a fóliás oldalra kerültek, a forrasztási pontjait 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 esavaroztam, a hűtőbordára. A bekötést rövid vezetékdarabkákkal oldottam meg.

Ez a kapcsolás a bevezetőben említett erősítő javítására született, jól mű-

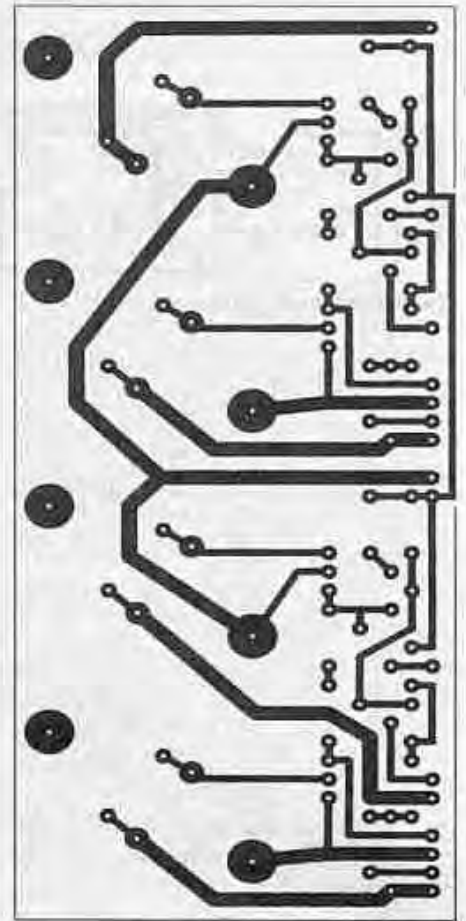


2. ábra

ködik vele. Relatíve nagy méretű nyomtatott áramkörre elért az adott készülék belsejében. Természetesen megépíthető más készülékhez is, ha az

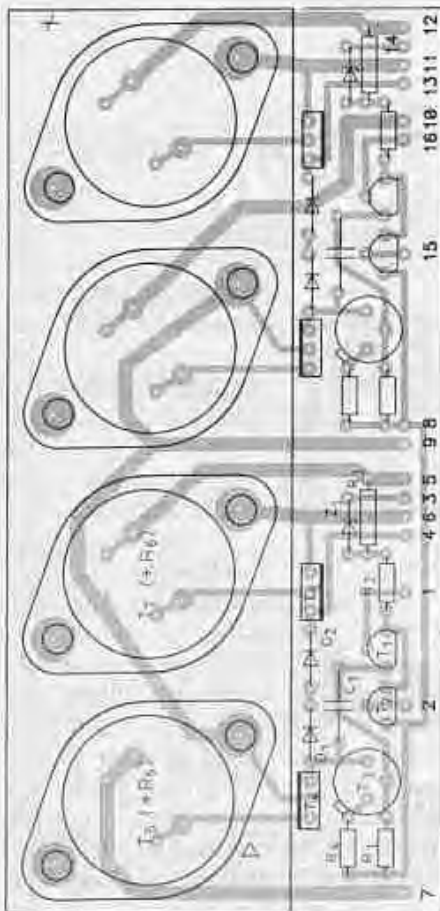
említett integrált áramkörök valamelyikének kiváltása a feladat.

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 keresztvezési torzítás. A nyomtatási terv a 6. ábrán, a beültetés a 7. ábrán látható. A 100 nF-os kondenzáto-

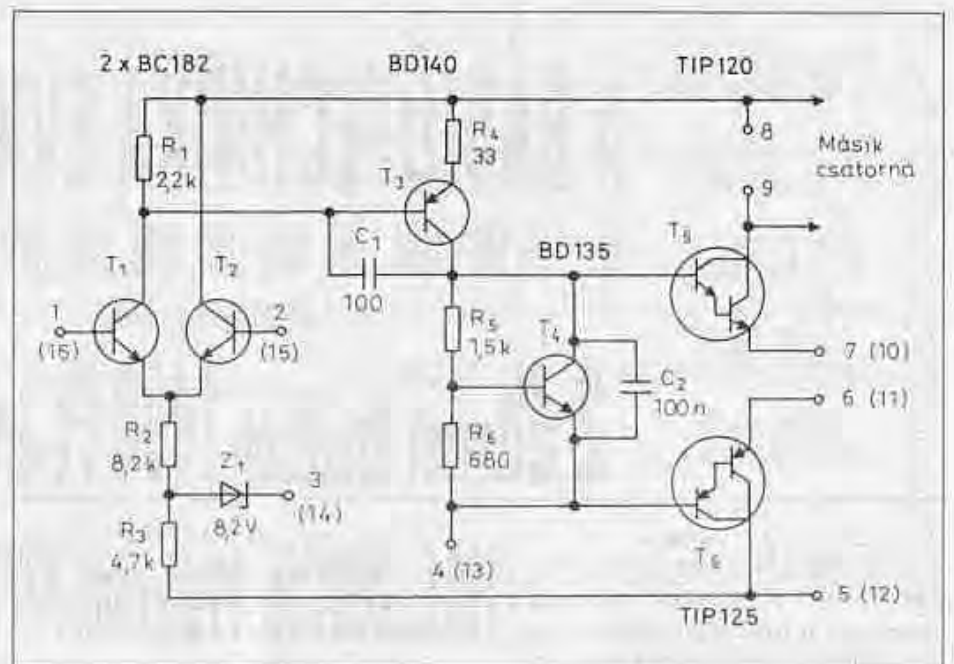


3. ábra

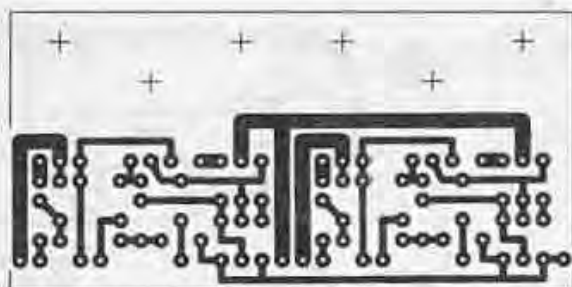
rokat a fóliás oldalra forrasztottam, a tranzisztor kivezetéséhez. A csatlakozási pontok számozásának értelmezése természetesen változatlan.



4. ábra



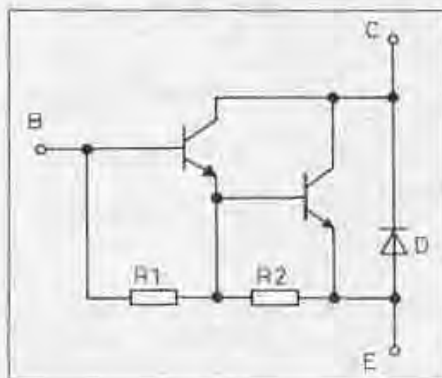
5. ábra



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.

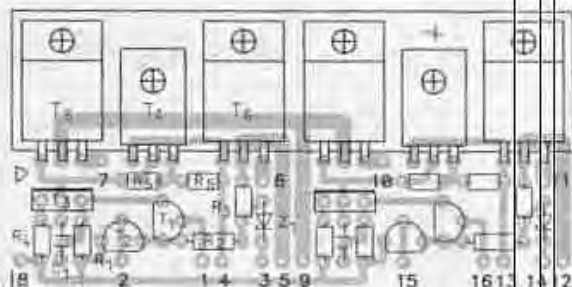
Az első, egyszerűbb változatnál (2. ábra) különösebb beállításra nincs szükség, csak ha a végfokozat kimenetének egyenfeszültsége meghaladja a néhányszor tíz millivoltot. Ez előfordulhat, főleg, ha egy másik készülékben az STK4xx IC tápfeszültsége eltérő (a mostani végfoknál ez  $\pm 34$  V). Ekkor a 2,2 k $\Omega$ -os ellenállások értékének módosításával minimalizálhatjuk a kimeneti DC-potenciált.



8. ábra

A második áramkörnél (5. ábra) annyival 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 tízed ohm nagyságú ellenálláson mérjük a feszültségesést. Ez a kimeneti fokozat tranzisztorpárosának a közös emitterellenállása. A trimmer(ek) óvatossággal 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 szabványos legközelebbi kisebb értékű eleméhez kereshetünk.

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. Fábrián Tibor

## 10 éve történt

– Október 4-én Washingtonban elhunyt dr. BAY Zoltán, magyarszármazású 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 rézfóliaeszkökből 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 pernyi 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, kép- és hangvívó-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 AB 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 ötvenegységes kártyák.

– HDTV adásokat láthatott az érdeklődő szakmai közönség az albertville-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 nikkelfémhidrid (NiMH) akkumulátor. Névleges feszültsége 1,2 V, fajlagos energiatartalma 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 Szechenyi-hegyen volt. A vételi ellenőrző méréseket Sopronban, Pécsen, Budapesten, Emődön és Szentérsényen végezték. November elsején megkezdtek egy műholdas tv-műsor kísérleti sugárzását napi 3 órában.

**REFLEX** Minden ami a sikerhez kell

**REFLEX**

**ECLEREO** **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.mtav.hu  
www.reflexsound.hu

- Hangszórók
- hangdobozok
- erősítők
- keverőpultok
- mikrofonok
- hangszeralapok
- zenekari felszerelések gyártása, javítása
- hangrendszerek tervezése kivitelezése

– 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. csatormán 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 Systemmel az ő irányításával fejlesztették ki azt a tv-rendszert, amely 1940 augusztusában – elsőként a világon – New Yorkban színes műsort sugárzott. Feltalálta a mikrobarázdás hosszánjátzó (LP) hanglemezt; elkészítette a mai videorendszerek előfutárát, a televíziós kép „konzerválását” lehetővé tevő készülékét (Electronic Video Recording). Kidolgozta az orvosi, oktatási, ipari célú zárláncú 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 októbere óta üzemel.)

– Megjelent az amerikai üzletekben az Apple-II mikroszámítógép, az

Apple-I építőkészlet (kit) házba épített változata.

– A genfi WARC '77 világerőkezleten kijelölték a tagországok által tévé- és rádióműsorok sugárzására egyaránt igénybevehető műholdesatornákat.

– 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 „magnésség 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 rétegtranszistorok 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 afelnöke (sz. 1872). Tevékenysége alatt vezette be a Tungstam a rádiócsőgyártást, tökéletesítették a fémszálás izzólámpákat, megindult a kriptonöltésű izzók üzemgyártása, Ajkán kriptongyártat létesítettek. 1922-ben – elsőként Magyarországon – ipari kutatólaboratóriumot hozott létre, ennek vezetője Pfeifer Ignác, majd Bay Zoltán volt.

– A Tungstammal 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 előadásorozatán G. W. A. DUMMER felveti az integrált áramkörök készítésének gondolatát: „...egy blokk szigetelő, egyenirányító, erősítő vagy passzív áramköri elemként működő félvezetőanyagok több rétegeből állhat. Az egyes villamos funkcióknak egységes áramkörre kapcsolása azáltal valósítható meg, hogy a különböző rétegeket eltérő tulajdonságú félvezetőzónákból építik fel.” Megjegyezzük, hogy Shockley már 1948-ban javasolta félvezető-rétegstruktúrák 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 nélküli távátvitel 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 távbalátó-készüléken”, valamint a Whippanyban lévő „falitáblán” is lehetett látni. Ezek voltak az első nyilvános távbalátó-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 üdvözleteket továbbítani az akkori vezeték nélküli távírón.

– A washingtoni nemzetközi rádióértékesítő részvevő államok megalakították a Nemzetközi Rádióhírfrekvenciák Tanácsadó Bizottságát (CCIR).

– Winter Ernő (1897–1971) és Czúkor Károly (1890–1945) új eljárást dolgozott ki az oxidkatód előállítására. A Tungstam az év végén hozta ki első „bárium-izzószálalás lámpáját”, a báriumkatódos MR406 triódát. Fűtőszála még platinából volt, a volfrám magfémű G406 csak később készült el.

– Májusban Csepelen üzembe helyeztek egy 3 kW-os rádióadót. A Telefunkon 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 műsorszórási rádiózás első vidéki közvetítésére augusztus 15-én került sor: az országos Dalosszövetség 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.)

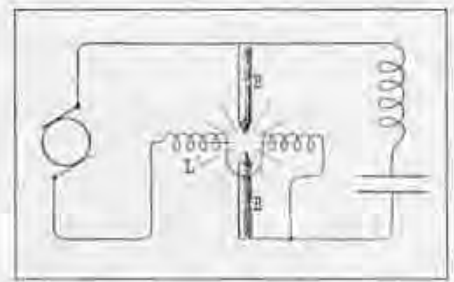
## 100 éve történt

– 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 tranzistor 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; nevét 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 ZELENYKA László magyar rádiómérnök, a „ZL Rádiólaboratórium” alapítója és vezetője, a BME adjunktusa. A Laboratóriumban készült el pl. a lakishegyi 120 kW-os adó térerősség-méréseihez használt hordozható mérővevő, amely



**1. ábra. Poulsen ívfény-generátorának kapcsolása. Az elrendezést dinamó táplálja, a B-B ívvel párhuzamosan kapcsolt kondenzátor és tekercs alkotja a rezgőkört. Az L' tekercs mágneses hatásával az ívet eltéríti, gyakori megszakadásra kényszeríti**

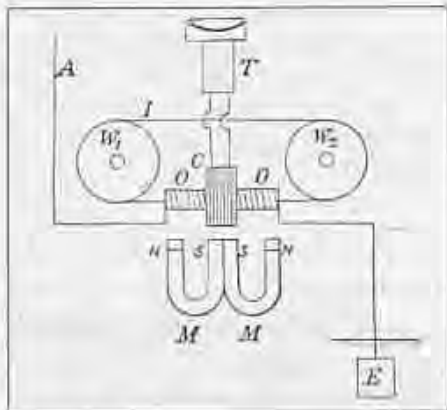
a 200...2000 méteres hullámtartományban 0,2 mV/m érzékenységgel bírt. (Zelenka volt lakóhelyén a közelmúltban helyeztek el emléktáblát.)

– Oliver HEAVISIDE (1850–1925) angol fizikus és Arthur Edward KENNELLY (1861–1939) amerikai mérnök – egymástól függetlenül – felfedezte, hogy a Föld körül „elektromágneses tükrök”, 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 Elektrizitäts-Gesellschaft megkezdte az első használható fém izzótestű oszmiumszálalás 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.

– Péter Cooper HEWITT (1861–1921) amerikai elektrotechnikus megépíti az első, üvegedényes, néhányszor tíz cm-ig használható higánngőzegegyenirányítót. 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<sub>1</sub> és W<sub>2</sub>) lassan mozgatják az állandómágnesek (M) előtt, az üvegcsőre készített kis menetszámú antennatekerces (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, Geissler-csőves, 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 vashuzal mágnességét a nagyfrekvenciás tér megszünteti. E. Rutherford, 1986.)

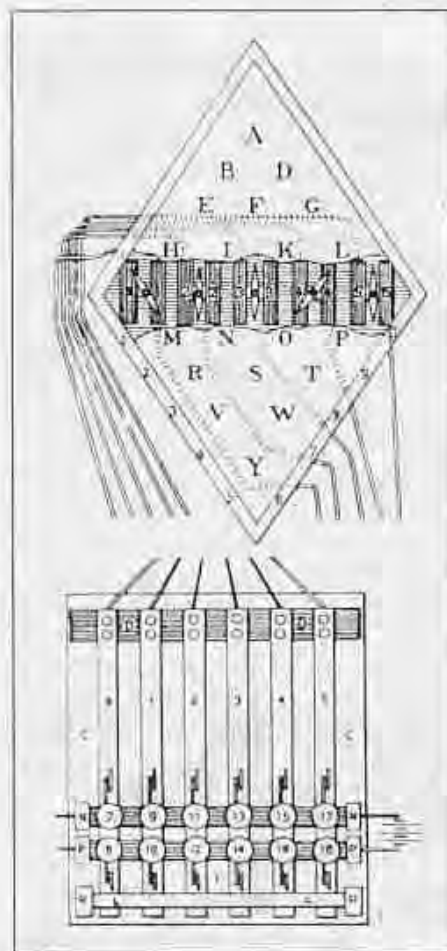
## 200 éve történt

– Ebben az évben született Sir Charles WHEATSTONE angol fizikus. Alapvető munkái a következők. Az elektromosság terjedési sebességének meghatározása vezetőben, forgótükrös módszerrel; a sebességre

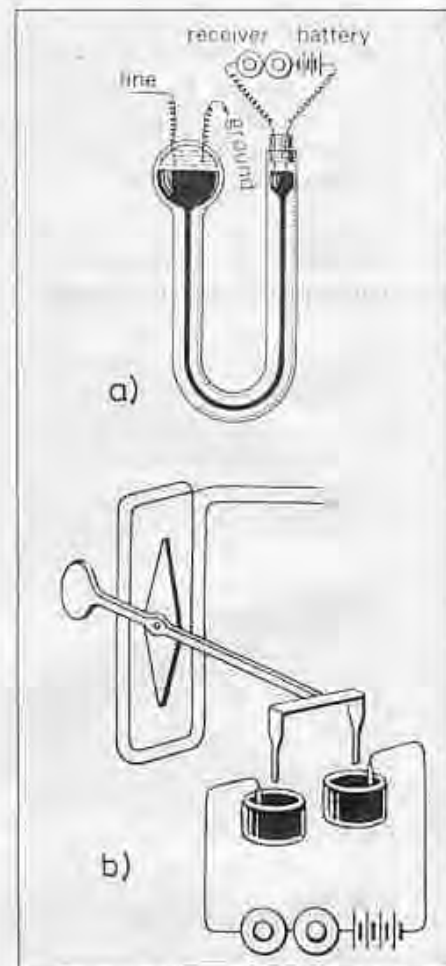
100583 km/s értéket kapott! Elektromágneses tús-távírók (3. ábra), jelfogók (4. ábra). Tükrös sztereoszkóp, hídkapcsolás ellenállások mérésére, lyukszalagos gyorsítvány.

– William Hyde WOLLASTON (1766–1828) angol orvos, természettudós kísérleteket végzett a villamos áram kémiai hatására vonatkozóan. Még ebben az évben a Nap színe feketé 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, ródiúmmal vagy ezüsttel vont be, a múlt század fordulóján használt elektrolitikus és termikus detektorok (holométerek) alkotóeleme volt.

– Szentpétervárott V. V. PETROV (1761–1834) orosz fizikus több ezer réz- és cinktárcsából álló, kb. 1700 V-os Volta-oszlópa segítségével két szén-



**3. ábra.** Wheatstone – Cook öt mágnesű 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 olvaszthatók 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

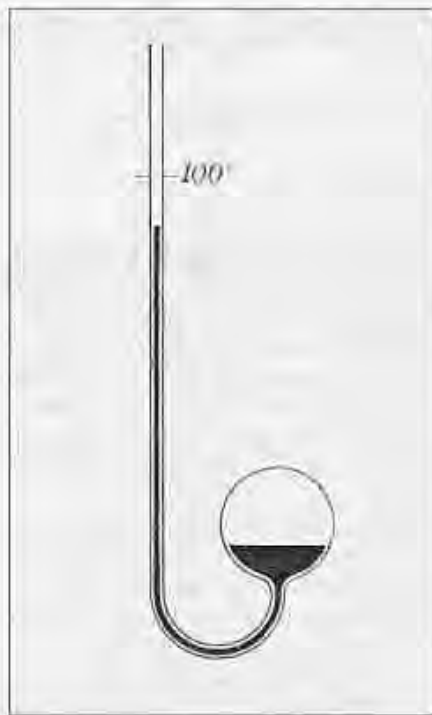
– Született Thomas BAYES angol matematikus, aki megalkotta a feltételes valószínűségekre vonatkozó elméletet, amely 1763-ban, posztumusz könyvében látott napvilágot. Második könyve: a valószínűségszámításon alapuló matematikai statisztika alapjai.

– Guillaume AMONTONS (1663–1705) francia fizikus – Galilei termoszópját (primitív hőmérőt) 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 mutatójának ingadozása és az időjárás változása között kapcsolat van.

### 400 éve történt

– Született Athanasius KIRCHER német természettudós, aki 1646-ban leírta a láterna magica-t, a mai filmvetítő őseit, valamint a „hordozható” camera



5. ábra. Amontons léghőmérője. 100 fokkal az általa javasolt alappontot, a víz forráspontját jelöltük

obscurit, azaz a lenése nélküli primitív fényképezőgép.

– 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 légüres tér hatását. Ő készítette el az első elektromozó „gépet” (6. ábra), a kengőmből lenfonállal a töltéseket is sikerült elvezetnie.

– Megjelent Prágában Tycho de BRAHE (1546–1601) dán csillagász posztumusz műve, az „Astronomiae instaurate progymnasmatia”. Ebben megfogalmazza: a Föld mozdulatlannál 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 drótnálküli telegráfia. Dick Manó kiadása, Budapest, 1921.
2. ábra E. Aschkinass (szerk.): Elektrische Weifen-Telegraphie (Vier Vorträge gehalten von J. A. Fleming). Verlag von B. G. Teubner.
3. és 4. ábra M. Daumas (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 1% 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 harmónikus 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 hátrányaiaként említhető, hogy az erősítő hatásfoka viszonylag alacsony, erősítése kicsi, a rácokra 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 1. olvasó választ, hogy melyikkel készíti el az erősítőt. Hangminőség szempontjából nincs különbség. Térfigyelmet 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

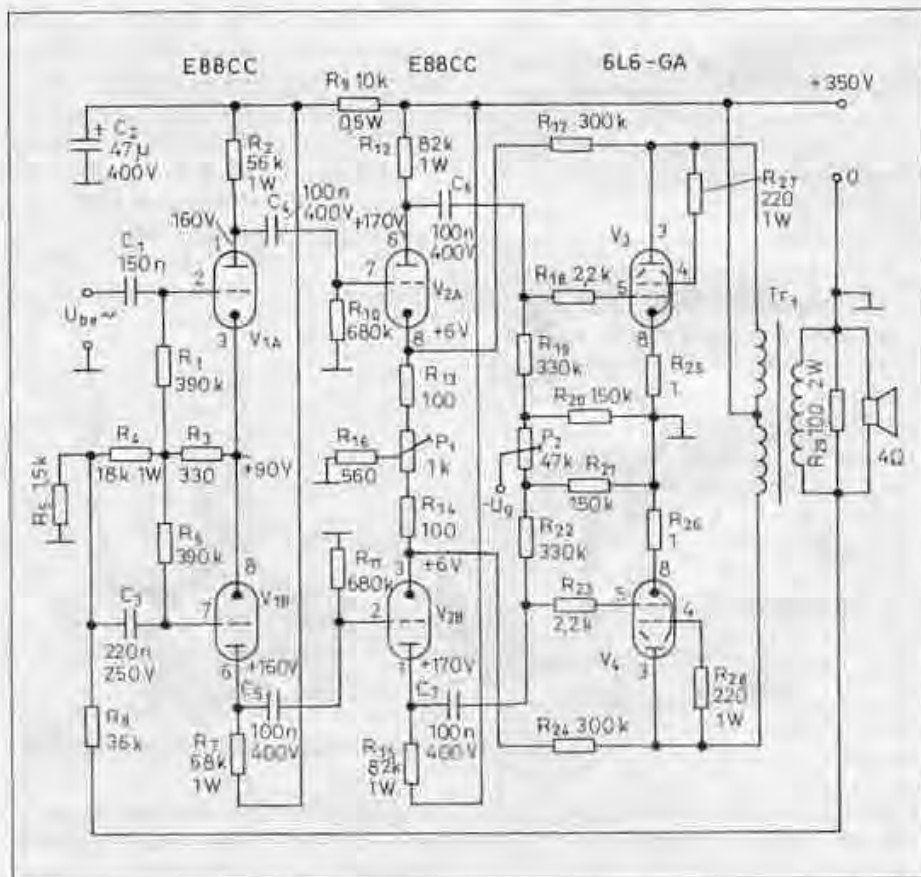
kötött 6L6 sugártetróda. A mintapéldányt a 6H3C orosz megfelelőjével is bernerem. (Utóbbiak párba válogatva kaphatók a szerkesztőség HAM-bazárjában. További adatokért pedig érdemes folyóiratunk 2001/7. számában a 330. oldalra lapozni.) A mérési eredmények mind a két csőnél azonosak voltak.

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.

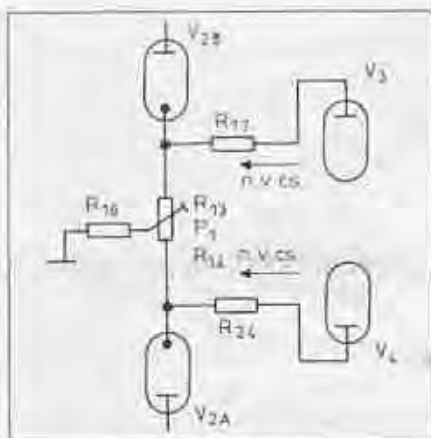
A végerősítő elvi kapcsolási rajza az 1. ábrán látható. Csatornánként két kettőstriódát és két sugártetródat tartalmaz az erősítő. A hangfrekvenciás jel a  $C_1$  kondenzátoron át a  $V_{1A}$  trióda rácására jut. A  $V_{1A}$  és a  $V_{1B}$  trióda földelt rácús, fázisfordító kapcsolásban üzemel. Az áramkört szemügyre véve fel-

ismerhetjük a differenciálkapcsolást. A felerősített, egymáshoz képest 180°-kal, fázisban eltolto hangfrekvenciás jel kiesatolása az anódokról történik. A triódák előfeszültségét a közös  $R_3$  katódellenállás állítja be. A  $V_{1A}$  trióda a katódján keresztül vezérli a földelt rácús  $V_{1B}$  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 rácús üzemmód. A földelt rácús beállításban üzemelő  $V_{1B}$  trióda erősítése kisebb. A nagyobb anód-munkaellenállás ( $R_7$ ) nagyobb erősítésteredményt hoz, így közel azonos amplitúdójú jelet kapunk a fázisfordító csövek anódjairól.

Az egyforma amplitúdójú, ellenfázisú jelek a  $C_7$ , illetve a  $C_5$  kondenzátoron keresztül a  $V_{2A}$  és a  $V_{2B}$  rácusaira jutnak. A  $V_3$  elektroncső triódái földelt

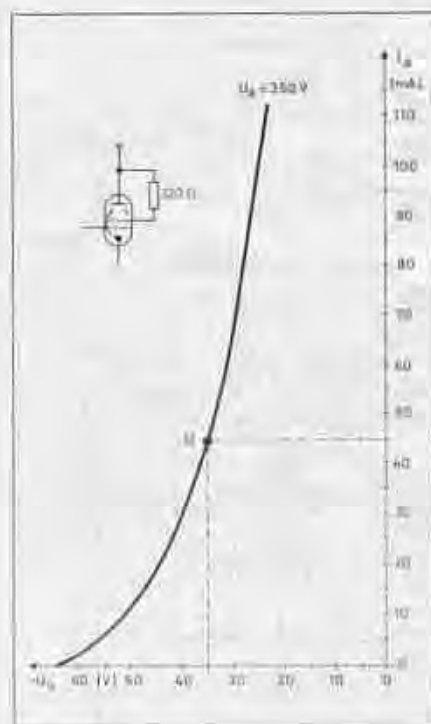


1. ábra. A végerősítő kapcsolási rajza



2. ábra. Visszacsatolás 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 rácsfeszültség-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 a  $V_4$  sugártetrdára. A soros  $R_{18}$  és  $R_{23}$  ellenállás az esetleges nagyfrekvenciás gerjedést megakadályozza.

A végerősítőcsövek a fix előfeszültséggel üzemelnek, AB-osztályú beállításban. A 6L6 sugártetrdóda rácsfeszültség-anódáram karakterisztikája a 3. ábrán látható. A nyugalmi (vezérlés nélküli) anódáramot 45 mA-ra állítottuk be. A 6L6 sugártetrdót 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 (nyolcesapos) foglalat.

A  $V_3$  és a  $V_4$  sugártetrdó trióda-ként üzemel. Az  $R_{27}$  és az  $R_{28}$  ellenállás a vadrezgések létrejöttét akadályozza meg. A végcsövek munkaponti adatai a következők:  $U_A = 350$  V,  $I_{A,nyug} = 45$  mA,  $R_{int} = 5,2$  k $\Omega$ . Triódás végerősítőknél az optimális illesztőellenállás megválasztása kompromisszumot igényel. Illesztethetünk a legnagyobb kimenőteljesítményre, vagy a legkisebb jelalaktorzításra. Ezt az összefüggést szemlélteti általános 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 görbékéről 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 a  $V_4$  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.

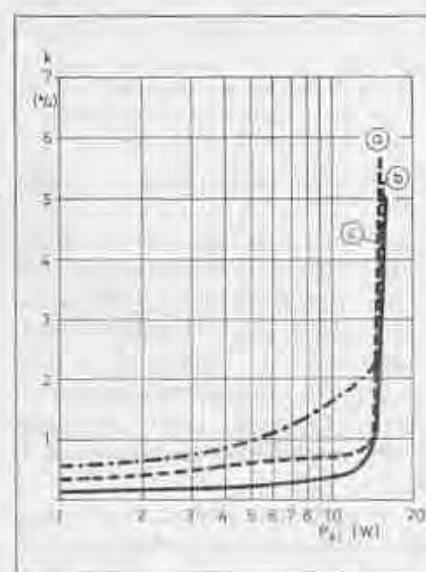
Néhány gondolat a kimenőteljesítményről. Az 1960-as években az AR612 típusú, méltán közkedvelt Pacsirta rádió 3 W kimenőteljesítménye



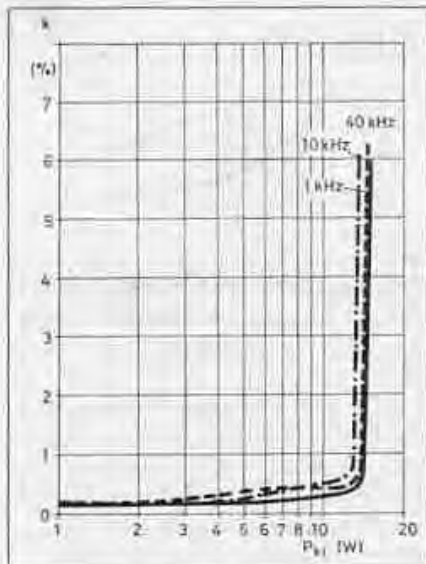
4. ábra. Trióda kimenőteljesítménye és torzítása az illesztés függvényében

( $k = 10\%$ !) komoly hangerőnek számított. Az áramkörök fejlődésével elkezdődött a „wattörület”. A valamirevaló erősítő, autórádió a hirdetések szerint 20...60 W kimenőteljesítménnyel kezdődik. Az senkit nem zavar, hogy a felvett teljesítmény a legtöbb esetben kisebb, mint a leadott hangteljesítmény. A hordozható kategóriában található az igazi gyöngyszemek. Márkát nem említék, „ez nem a reklám helye”. A berendezés hálózatról, vagy sorba kapcsolt góliátelelemekről működik. A leadott hangteljesítmény csatornánként 60 W! Ezeket a bővítkat 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)



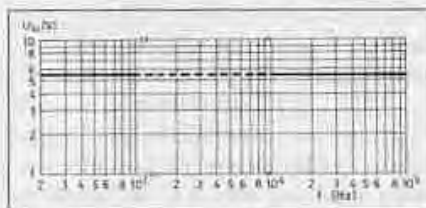
6. ábra. Jelalaktorzítás különböző frekvenciákon a teljesítmény függvényében

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

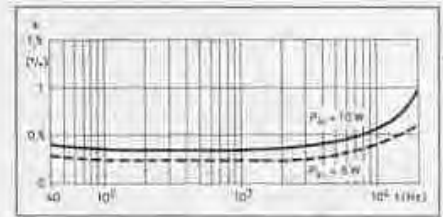
- a) negatív visszacsatolások nélkül,
- b) csak a kimenőtranszformátorról,
- c) a kimenőtranszformátorról és a két végerősítőcső anódjáról visszacsatolva.

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-

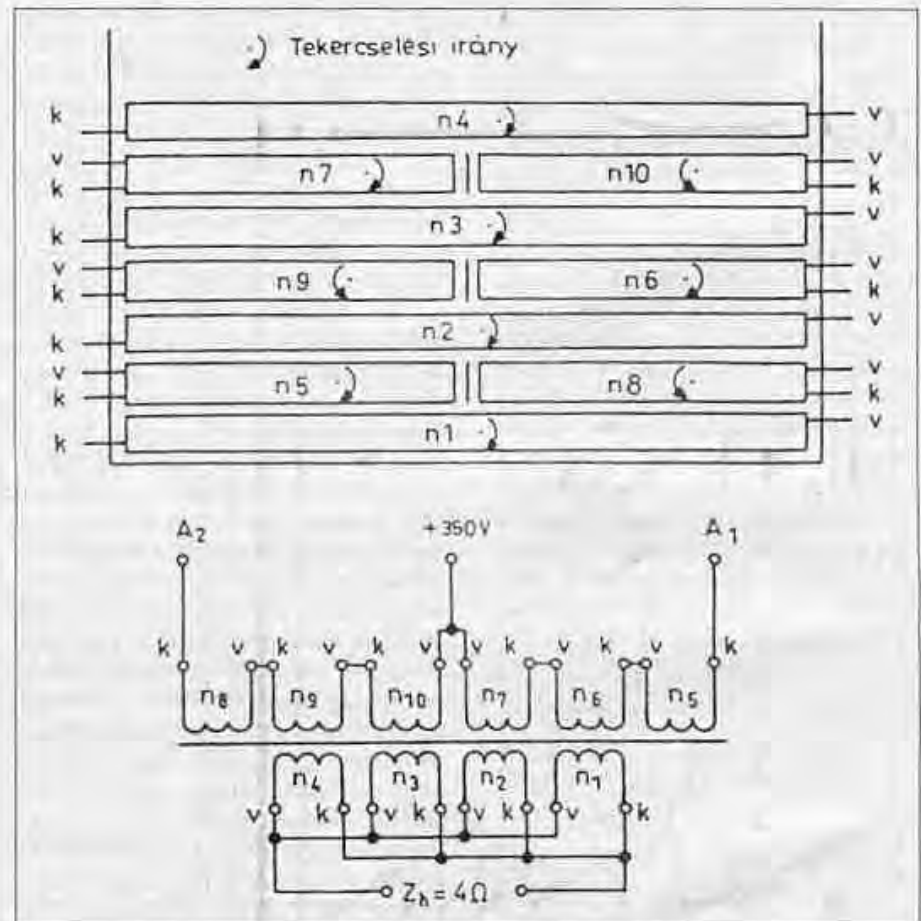


7. ábra. Frekvenciamenet 8 W kimenőteljesítménynél

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!



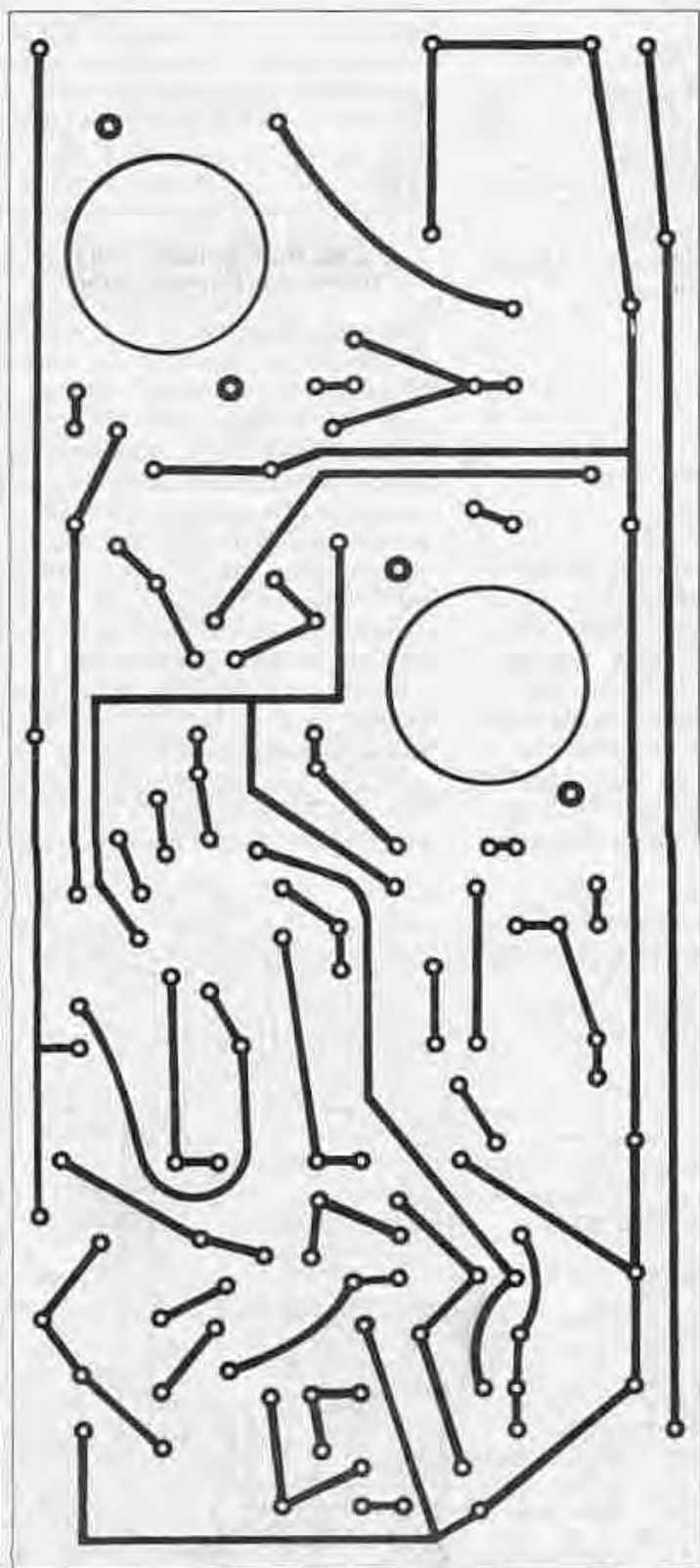
8. ábra. Harmonikus torzítás a frekvencia függvényében



9. ábra. A  $Tr_1$  transzformátor tekercselési rendje

1. táblázat

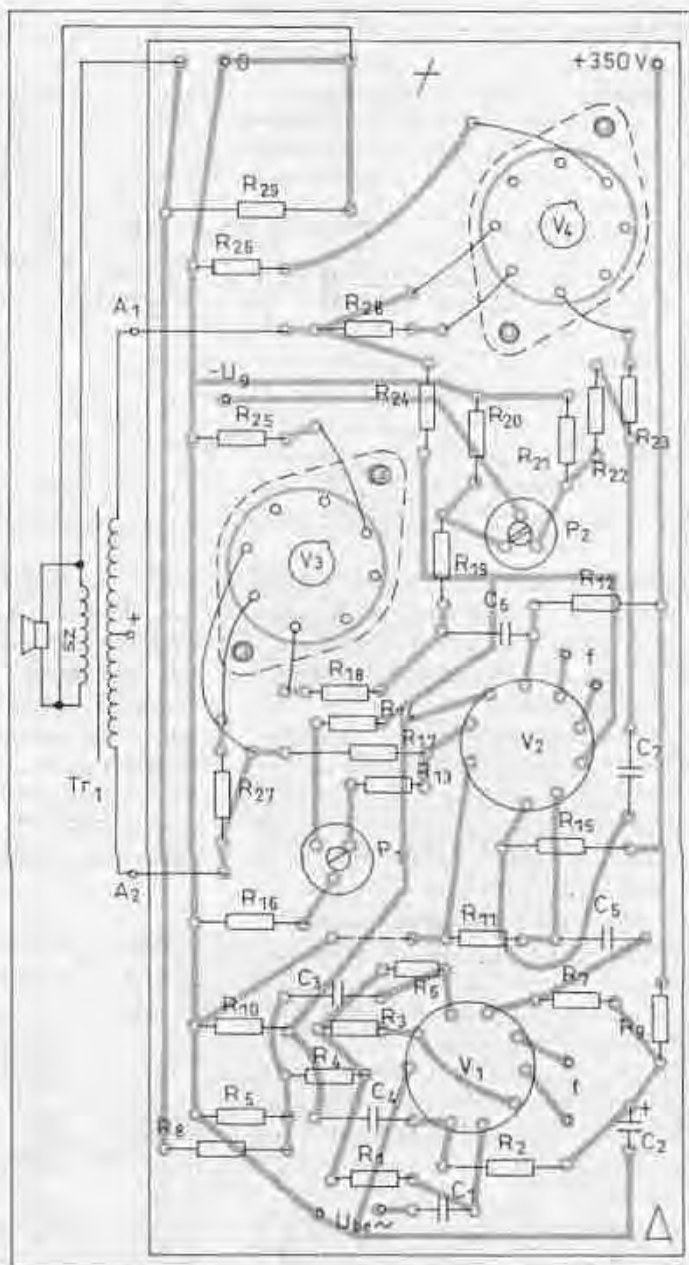
Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n5	340	Ø0,28 mm Mz	Sorokénti 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. A primer és szekunder tekercsek között két sor 0,15 mm-es prespán szigetelés szükséges.
	n6	340		
	n7	340		
	n8	340		
	n9	340		
	n10	340		
Szekunder	n1	62	Ø0,7 mm Mz	
	n2	62		
	n3	62		
	n4	62		



10. ábra. A végerősítő fóliarajza

Megvizsgáltam a végerősítő torzítását különböző frekvenciákon a kimenőteljesítmény függvényében. A mérési eredmények a 6. ábrán szerepelnek. A 2%-os torzítást  $P = 14$  W-nál éri el a végerősítő. Az erősítő frekvenciamenete 8 W kimenőteljesítménynél a

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-



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 részre van osztva. A szekunder tekercs négy részből áll, ezek párhuzamosan kapcsolódnak. A névleges terhelőimpedancia 4  $\Omega$ . A kimenőtranszformátor hiperszil anyagú, tekercselt szalagnagra készült, típusa

2. táblázat

Tekerecs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n5	400	Ø0,28 mm Mz	Soranként 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, huzalátmérő, szigetelőanyagok adatai, valamint a tekercselési adatok az 1. táblázatban találhatók.

Visszatérő probléma a transzformátorok vasanyagának megvásárlása. A kimenő- és a hálózati transzformátort elkészítettük a hagyományos szilícium ötvözött EI magra is. Az EI 106/45 magra elkészített kimenőtranszformátor adatai a 2. táblázatban találhatók. Az elkészített kimenőtranszformátort célszerű ellenőrizni beépítés előtt. A szekunder tekercsre kapcsolunk 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 végesővek oktál foglalata számára a nyomtatott lapon Ø26 mm-es kivágást készítettünk. Ebbe csavarozzuk a csőfoglalatot bilincs segítségével. A foglalat és a nyák pontjait vékony szigetelt huzallal kötjük össze. A fűtőfeszültséget szigetelt, összesodort huzallal a fóliaoldalon vezetjük.

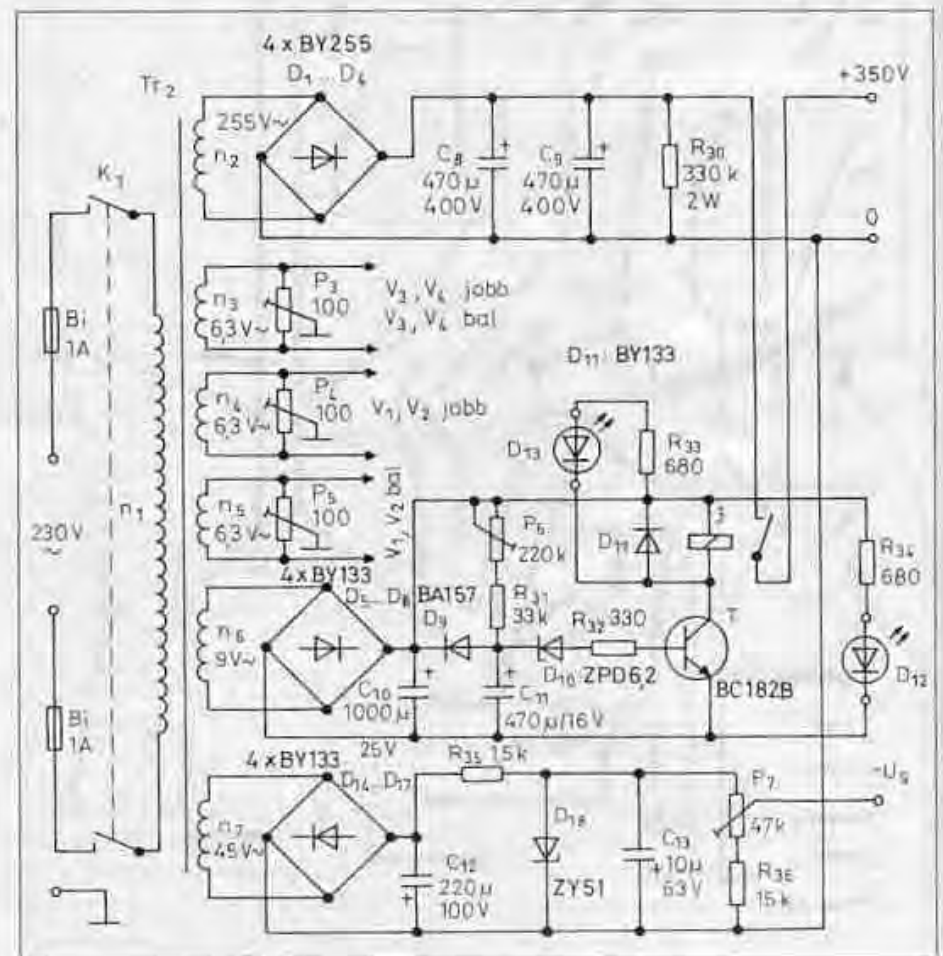
A tápegység elvi kapcsolási rajza a 12. ábrán, nyák- és alkatrész-beültetési rajza a 13. ábrán ill. a 14. ábrán látható. A Tr<sub>2</sub> hálózati transzformátor sztereó rendszerhez készült. Egycsatornás (monó) erősítőnél lényegesen kisebb vasmagméretre épül a Tr<sub>2</sub> transzfor-

mátor. A hiperszil anyagú, szalagmagos SM102b a 3. táblázatban, míg az EI 130/35 magos transzformátor adatai a 4. táblázatban 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 kivezérélnél is csak néhány voltnyi esökken 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 párhuzamosan R<sub>30</sub> ellenállás kikapcsolás után lassan felemészteti a bennük lévő töltést; ez életvédelmi szempontból szükséges. Az anódfeszültség jól terhelhető (300 mA!). Ez halálós áramütést okozhat! Beméréskor tartasuk be az ide vonatkozó szabályokat!

Az n<sub>6</sub> tekercs feszültségét a D<sub>5</sub>-D<sub>8</sub> diódák egyenirányítják. A szűrést 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 feszültsége eléri



12. ábra. A tápegység kapcsolási rajza



### 3. táblázat

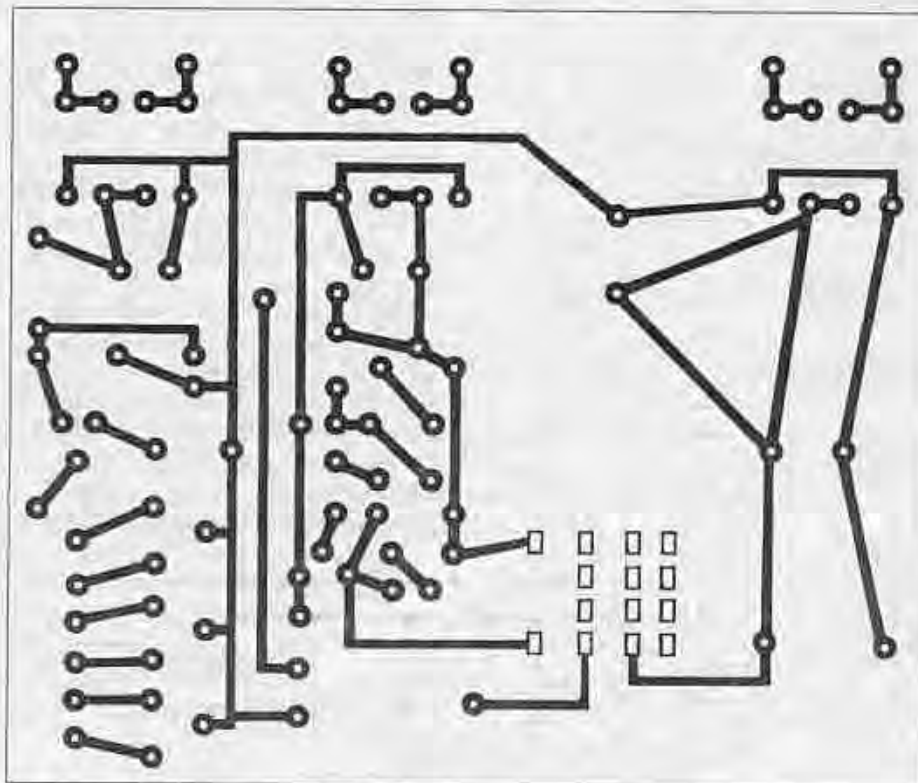
Tekercs	Jele	Menetszám	Huzal	Megjegyzés
Primer	n1	600	Ø0,65 mm Mz	Soranként 0,05 mm-es transzformátorpapír szigetelés. Az n1 és n2, valamint az n3 tekercs között három réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés. A többi tekercs között két réteg 0,15 mm-es prespán szigetelés.
Székunder	n2	695	Ø0,4 mm Mz	
	n3	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.
Székunder	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 világitani kezd, az erősítő anódfeszültségét kap. A késleltetési időt a  $P_6$  po-



13. ábra. A tápegység nyák-rajza

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 Ω-os potenciométer található, a csúszkák a testre csatlakoznak. Ezekkel lehet a bűgásmínimumot beállítani. A J jelfogó OMRON MY4, vagy a hazai gyártású RE-CO. Természetesen más 12 V-os jelfogó is megfelel, amelynek szegmenséi 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 rácselőfeszültség nagyságát a  $P_7$  potenciométerrel állítjuk be.

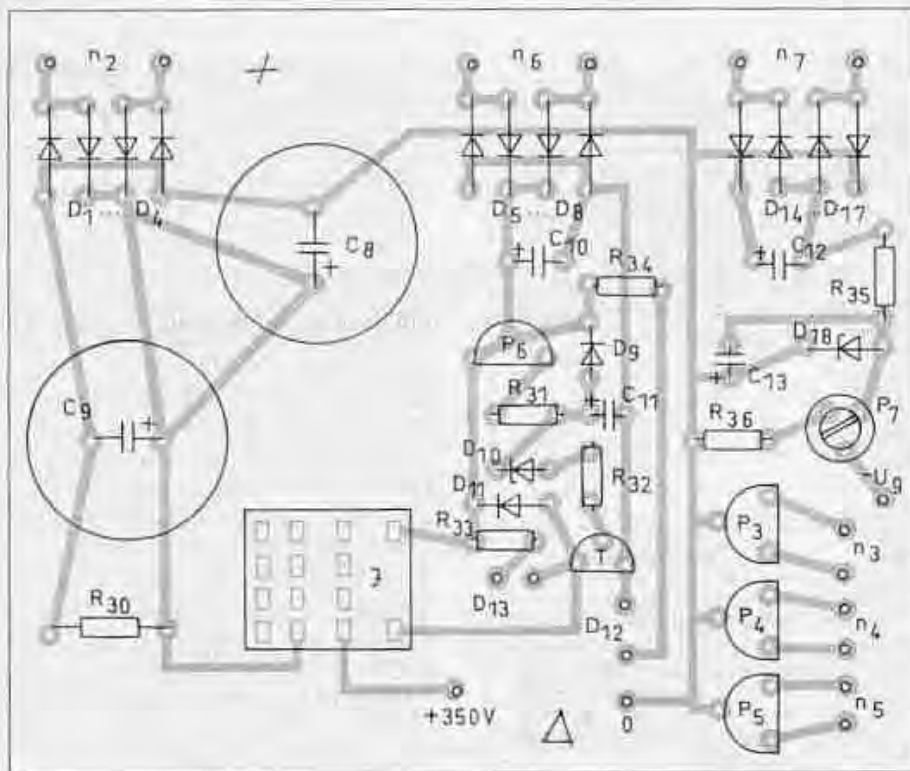
A bemérést a tápegységgel kezdjük. Zárjuk a  $K_1$  kapcsolót. A  $D_{12}$  dióda fénye jelzi, hogy a tápegység üzemel. A  $P_6$  potenciométerrel beállítjuk a kb. 30 másodperc késleltetési időt. Amikor a jelfogó meghúz, megjelenik az anódfeszültség, s a  $D_{13}$  is világít. A terhelésen anódfeszültség 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. (Sztereó rendszernél először az egyik csatornát éllesszük fel, majd a helyére kapcsoljuk a következőt.) A kimenőtranszformátor hangszórókimenetét (székunder tekercs) zárjuk le 4 Ω-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, begyújt a  $D_{13}$  LED, megjelenik az anódfeszültség. Amennyiben a kimenőtranszformátorból szpoló 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 harmonikusztörő-



14. ábra. A tápegység alkatrészbeültetési rajza

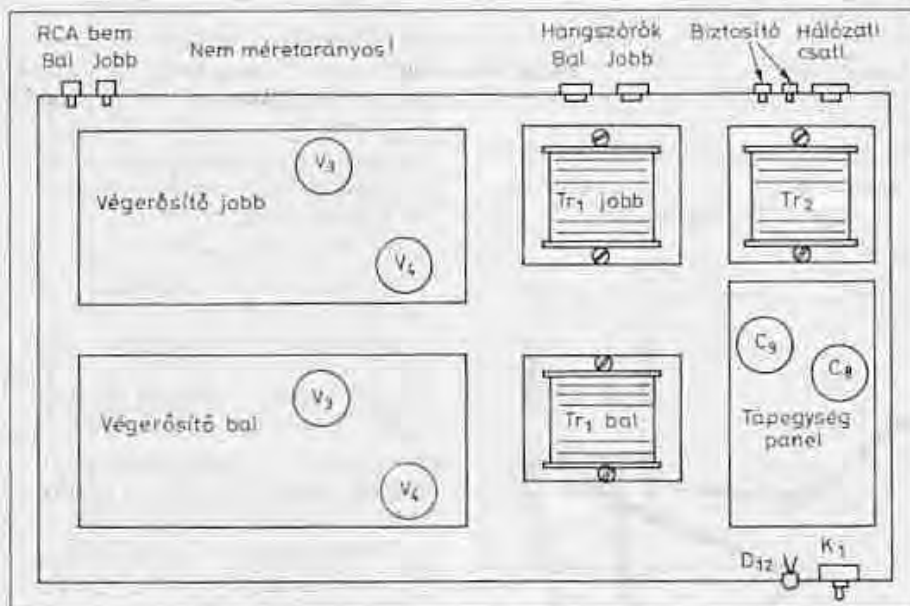
tás-mérő szükséges. A hanggenerátor lehetőleg analóg felépítésű legyen (át-hidalt T, Wien-híd stb.). A hullámforma-generátorok szinuszelei ilyen méréshöz nem használhatók. Ezek ún. törtvonalas közelítéssel adják a szinusz hullámformát (kváziszinusz). Az erősítő kimenetén mérve nehéz eldönteni, hogy a generátor jele torz, vagy ezt a végerősítő produkálja...

A hanggenerátort állítsuk az alábbi pozícióba:  $f = 1 \text{ kHz}$ ,  $U_{ki} = 110 \text{ mV}$ . Ezt a jelet a végerősítő bemenetére kapcsoljuk. A  $Tr_1$  szekunder tekercsére kapcsolt  $4 \Omega$ -os műterhelés sarkain mérünk. Ide kapcsoljuk a torzításmérőt is. A műterhelés sarkain  $2 \text{ V}$  amplitúdójú torzítatlan jelet kell látnunk. A szinuszgörbének folyamatosnak kell lennie, betörést nem tartalmazhat. Kapcsoljuk a hanggenerátort  $f = 10 \text{ kHz}$ -es állásba, a kimenőamplitúdó változatlanul  $110 \text{ mV}$ , ekkor is kifogástalan jelet kell látnunk. Ha lehetséges, mérjünk harmonikusdistortiót mind a két frekvencián. A mért eredménynek egyeznie kell a 6. ábrán látható görbékkel.

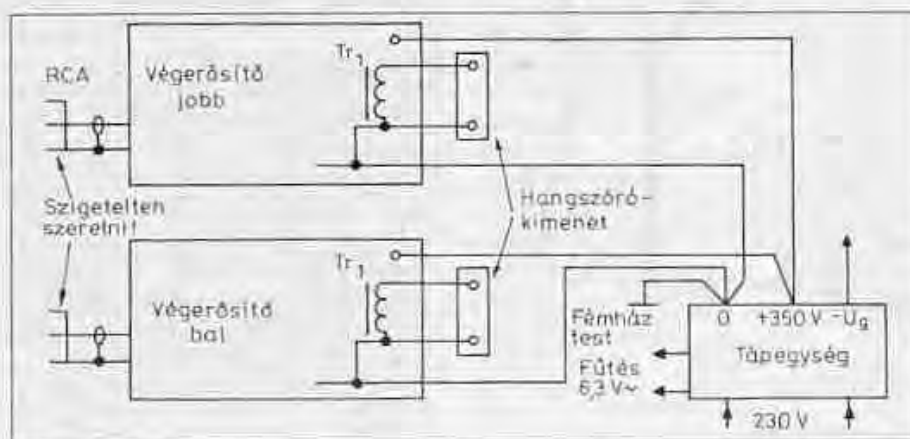
Nagyobb torzításnál keressük meg a minimumot a  $P_1$  potenciométerre. A torzítás minimumra állítását más módszerrel is elvégezhetjük. Felváltva mérünk hangfrekvenciás váltakozó feszültséget a  $V_3$  illetve a  $V_2$  végeszűnőjén. A  $P_1$  potenciométerrel azonos amplitúdót állítunk be. A generátor kimenőfeszültségét  $380 \text{ mV}$ -ra állítjuk, mérünk  $40 \text{ Hz}$ ,  $1 \text{ kHz}$  és  $10 \text{ kHz}$  frekvencián. Összehasonlítjuk az adatokat a 6. ábrán lévő görbék megfelelő pontjaival. Jó a végerősítő, ha nincs lényeges eltérés.

Az egyes panelek elhelyezéséhez nyújt segítséget a 15. ábra. Az összekábelezés kritikus része a testelőpontok kialakítása. A helytelenül szerelt erősítő bűg, esetleg gerjed. A lényeg a testelésnél, hogy ne alakuljanak ki hurok (földhurok). A panelek javasolt összehuzalozása a 16. ábrán látható.

A végerősítőcsövek a felvett teljesítményük túlnyomó részét hővé alakítják át. A triódás ellenütemű erősítő hatásfoka az irodalom szerint  $25\text{...}35\%$ . A teljesítmény több része (Folytatása a 215. oldalon)



15. ábra. A panelek elhelyezése



16. ábra. A kész erősítő javasolt összehuzalozása

# 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 ellenesatolással 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 együttcsatolt vagy ellensatolt szélessávú erősítő, amelyben a két csatolás egyike szelektív. A szelektív együttcsatolású oszcillátor Wien-hidas. A szelektív ellensatolású rezgéskeltő az áthidalt T, vagy kettős T szűrős oszcillátor.

A hanggenerátor tömbvázlata az 1. ábrán látható. Az egyes áramkörü egységeket ennek sorrendjében tárjuk.

## 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 viszszaeszköszön. 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 rezgéskeltővel rendelkezik. Hangolása a hídágban levő RC-elemek értékeinek változtatásával történik. A generátor fő adatai:

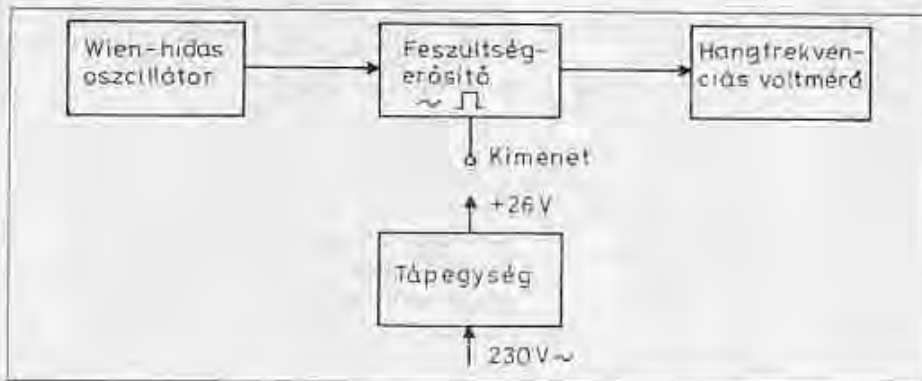
Műszaki adatok	
Frekvenciasávok	20 Hz ... 200 Hz, 200 Hz ... 2 kHz, 2 kHz ... 20 kHz, 20 kHz ... 200 kHz
Kimeneti feszültség	6 V
Kimeneti feszültség szabályozása	folyamatosan szabályozható a $P_5$ potenciométerrel, ill. négy lépcsőben 20 dB-es csillapítással a $K_5$ kapcsolóval tovább osztható
Harmonikus torzítás	< 0,3%
Hullámforma $K_4$ kapcsolóval szabályozható 1. állás 2. állás	négyszög szinusz

A  $T_1$ ,  $T_2$  és a  $T_3$  tranzisztor egy DC-csatolt szélessávú erősítőt képez.

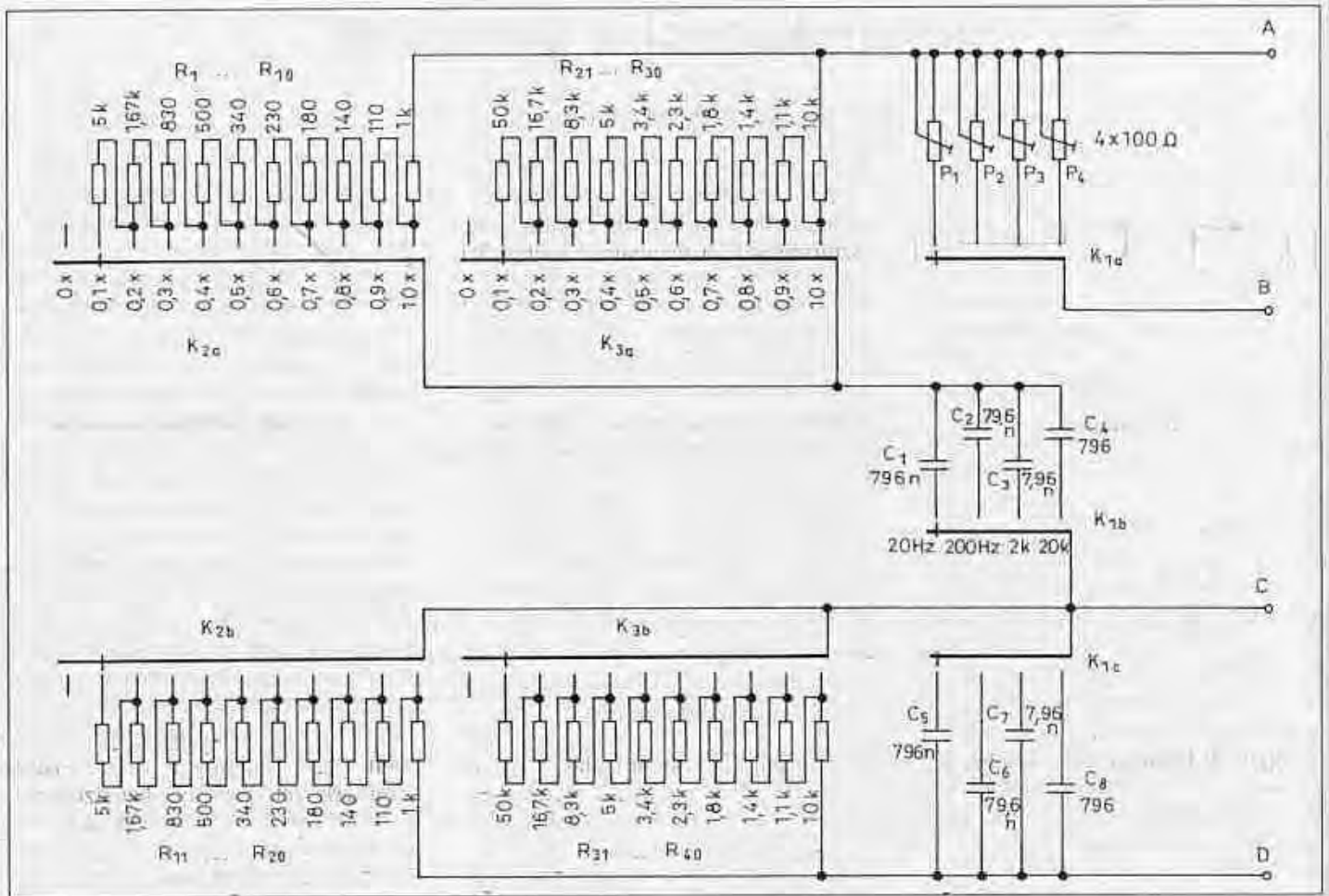
A galyunikus csatolás előnye, hogy elmaradnak a báziskörü RC-csatolóelemek, amelyek fázistorzítást okoznak.

A, B, C és D pontokhoz csatlakozik a  $K_1$ ,  $K_2$  és  $K_3$  kapcsolókkal felépített frekvenciabeállító egység. A sávvaltasnál a hídágban lévő kondenzátorok értékét változtatjuk. A folyamatos hangoláshoz az eredeti kapcsolás  $2 \times 10$  k $\Omega$ -os potenciométert használ. Tudni kell, hogy a Wien-hidas oszcillátorok kimeneti szintingadozása az RC-tagok együttfutásától függ. Sajnos potenciométerben nem találunk olyan példányt, amely 1%-on belül együttfut. A régebbi gyártású (elektroncsöves) hanggenerátoroknál speciális felépítésű, lineáris karakterisztikájú, dupla huzalpotméter alkalmaztak. Ma ilyen a kereskedelemben nem kapható. Másik lehetőség a forgókondenzátoros hangolás. A gyári műszerek  $2 \times 1000$  pF-os hangolóelemmel készültek. A rádiós célra gyártott  $2 \times 500$  pF végkapacitású forgókondenzátorral is megvalósítható az 1:10-es (dekadikus) átfogás. Sajnos a technika fejlődésével eltűntek a forgókondenzátorok. Maradt az ellenállás-változtatással történő frekvenciabeállítás.

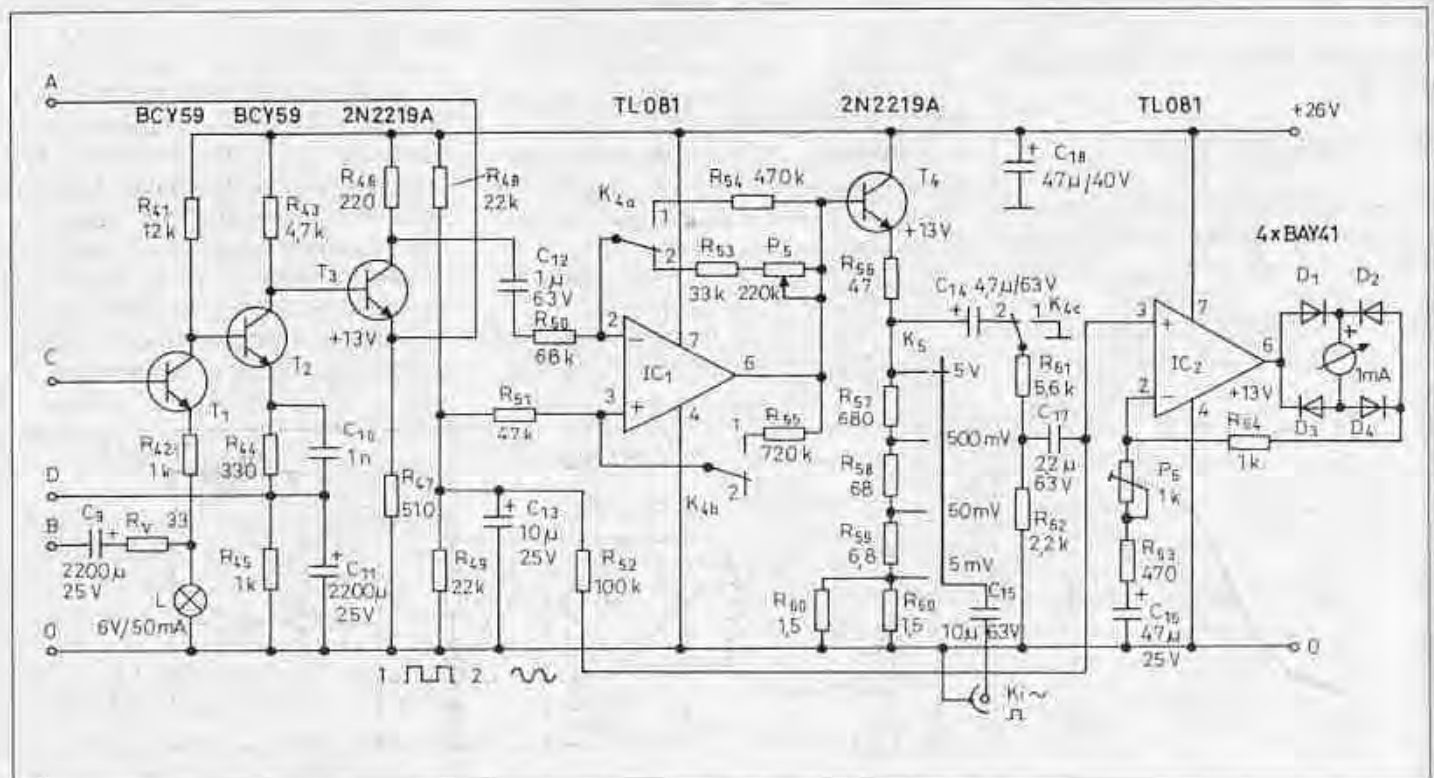
A sávhatárokat a  $K_1$  tárcsás kapcsolóval váltjuk. A kapcsoló négyállású és háromáramkörös. Az „a” áramkör a visszacsatoló láncban található. Sávonként egy-egy potenciométer kapcsolódik be. Ezeknek értékétől függ a kimenőamplitúdó nagysága. Korrekt beállításukkal elérhetjük, hogy sáv váltáskor nem változik a kimenőfeszültség. A „b” és a „c” áramkör szegmenseihez a Wien-híd kondenzátorai kapcsolódnak. A  $K_2$  kapcsoló 11 állású és kétáramkörös. Kétszer 10 darab sorba kapcsolt 1%-os ellenállást tartalmaz. A  $K_3$  kapcsoló hasonló felépítésű, kétáramkörös, 11 állású. Kétszer 10 darab 1%-os ellenállás van láncba (sorba) kötve a kapcsolón. A kapcsolókat a KONTAKTA készítette, típusuk KTI211-1. Megbízható, jól arretáló, kis átmeneti ellenállású. Érintkezői ipari ezüstből készültek. Mechanizmusa (arretálója) olyan felépítésű, hogy két görgő esetén 26 állású (ilyenkör minden szegmensre képes). Egy görgőnél feleződik a kapcsolások száma



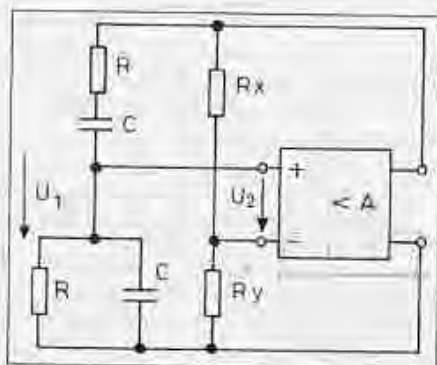
1. ábra. A hanggenerátor tömbvázlata



2. ábra. A frekvenciabeállító egység kapcsolási rajza



3. ábra. A hanggenerátor kapcsolási rajza



4. ábra. A Wien-hidas RC-generátor vázlatja

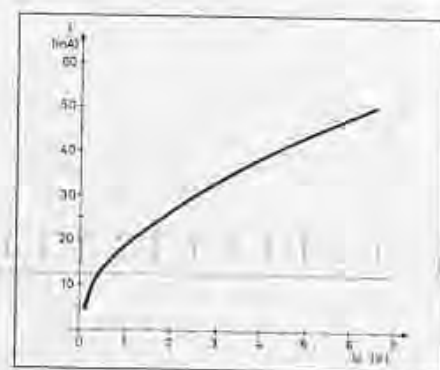
(tehát 13 állású a kapcsoló). Ez természetesen az egyáramkörös tárcsákra igaz.

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 ághoz lévő Wien-híd feszültségátvittele az  $f_0$  frekvencián maximális, itt jön létre a rezgés. A rezonanciafrekvenciától ( $f_0$ ) eltérő frekvenciákon az erősítés már nem elegendő,

merit 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 létrejöjjön. 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°-os fázistolást. A generátor erősítője az alábbi feltételeknek kell, hogy megfeleljen. Az erősítő bemenő impedanciájának nagyobbaknak 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. Tetelezzük 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 amp-



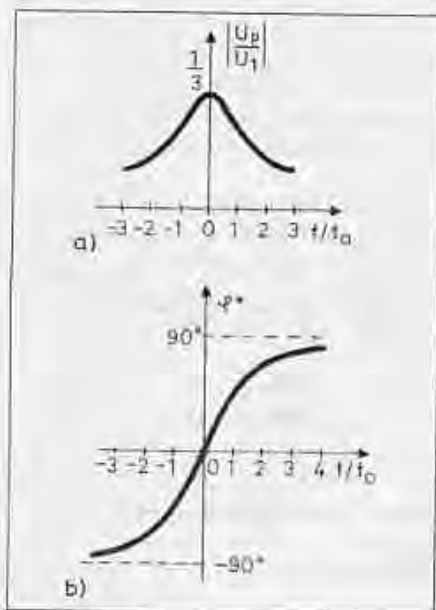
6. ábra. Az izzólámpa áram-feszültség karakterisztikája

lítudója csökken, a fent leírt fordítottja játszódik le. A hanggenerátorban felhasználott 6 V, 50 mA-es izzó áram-feszültség karakterisztikája a 6. ábrán látható.

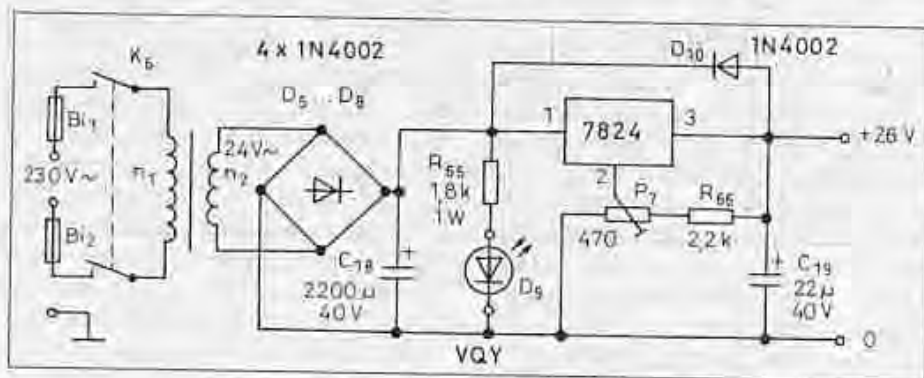
A frekvenciabeállító egység az A, B, C és D pontokon keresztül csatlakozik az áramkörhöz (3. ábra). A három tranzisztorral felépített DC-csatolt szélessávú erősítő első két tranzisztora földelt emitteres, míg a  $T_3$  tranzisztor emitterkövető kapcsolásban üzemel.

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 sáv szélességét, 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  $K_{10}$  kapcsoló csúszkájához van kötve. Sáv váltáskor változnak a soros potenciométerek, amelyekkel az oszcillátor kimenőamplitúdóját állíthatjuk be azonos értékre.



5. ábra. A frekvenciamenetek: a) erősítés, b) fázisforgatás



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. Megemelkedik valamilyen okból a  $T_1$  tranzisztor kollektorfeszültsége. A  $T_2$  tranzisztor bázispotenciálja is feljebb megy a DC-esatolás 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 terhelésváltoztatás. 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 kiesatolása. 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 esatoljuk 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 függetlenítsen 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 csatolással a  $T_4$  tranzisztor bázisára kerül. A  $T_4$  tranzisztor emitterkövető kapcsolásban 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 zárlata esetén korlátozza a létrejövő áramot.

Az  $IC_1$  erősítése 0,5 és 3,5 szeres 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, sávzélessége nagy, torzítása, valamint kimenőimpedanciája alacsony.

A hangfrekvenciás mérések során időnként szükségünk lehet négyszögjelre. A régebbi szakkönyvekben megtalálhatók ezek a mérések. Az erősítő kimenetén megjelenő négyszögjel 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 négyszögjel felfutása és lefutása (100%-ra) 2,5 ms. Oszilloszkóppal vizsgálva a jelalakot, körülbelül 60 kHz frekvenciáig a klasszikus négyszögjel látható. E feletti frekvenciáknál a fel- és a lefutás egyre jobban összemérhető az impulzuszélességgel. A 200 kHz-es négyszögjel már a trapézjelhez hasonló.

Négyszögjel (Schmitt-trigger) üzemmódban a kimenőamplitúdó más értelmezést nyer. Vegyünk egy példát. Szinusz üzemmódban a  $K_5$  kapcsoló felső állásában 5 V effektív feszültség vehető le. Négyszög hullámformánál ezen a ponton 14,1 V mérhető. Ez a feszültség egyezik az 5 V effektív kétszeres csúcsfeszültségével. Négyszög üzemmódban a  $K_5$  kapcsoló felső állásában 14 V, míg a legalsó pozícióban 14 mV feszültség vehető le. A többi

állás feszültségei értelemszerűen adódnak. Négyszög 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 áramkört megoldás ismert. Műszerünkben az ellenállásosztós megoldását alkalmaztuk. A feltápfeszültséget az  $R_{48}$  és az  $R_{49}$  ellenállásból felépített osztóval állítjuk elő. Az osztó hidegfűtését a  $C_{13}$  elektrolitkondenzátor végzi.

## Hangfrekvenciás voltmérő

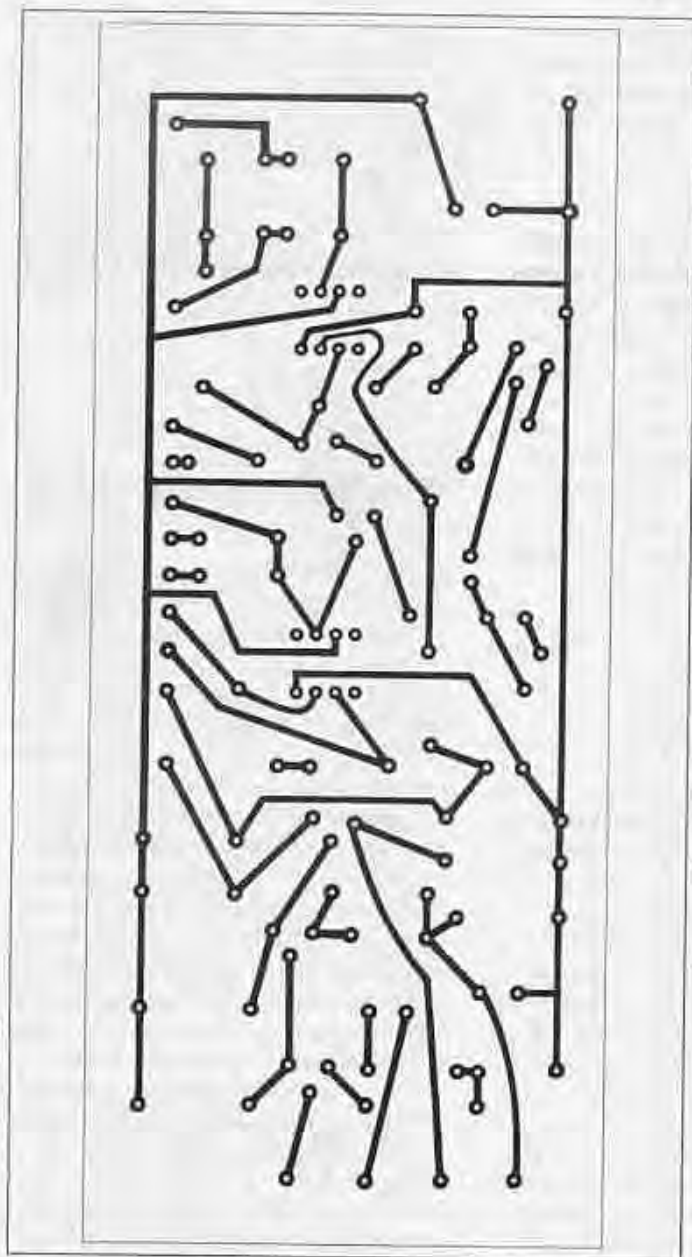
Feladata a hanggenerátor kimenőfeszültségének mérése. Erre a feladatra az egyszerű diódás voltmérő nem felel meg. A Deprez-műszert tápláló diódák nonlineáris karakterisztikája miatt a skála eleje nyomottá válik. A műszer-skálát egyedi úton kell felvenni. A műszerkör belsőellenállása kicsi, terheli a 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 esökken. Ez a feszültség a  $C_{17}$  kondenzátoron át a műveleti erősítő neminvertáló bemenetére kerül. A kimeneten megjelenő felerősített jel egyenirányítását a  $D_1$ – $D_4$  diódák felépíteti Graetz-híd végzi. A híd kimenetén található az 1 mA végkiterjesztés 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 jól lineáris. A műveleti erősítő munkapontját (feltápfeszültség) szintén az  $R_{48}$ – $R_{49}$  osztó állítja be. Megmértem a voltmérő frekvenciamenetét 20 Hz és 300 kHz közötti sávban, 5 V végkiterjesztésnél. A voltmérő mutatója stabilan állt az 5 V-os osztásnál, szintesebb 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

Az egyenirányítást a  $D_5$ – $D_8$  Graetz-híd végzi, a pulzáló egyenfeszültséget a  $C_{18}$  elektrolitkondenzátor simítja. A stabilizálást az  $IC_3$  integrált áramkör végzi, típusa 7824, de a kimeneti feszültség 26 V.

Ez úgy jön létre, hogy az  $R_{56}$  ellenállásból és a  $P_7$  potenciométerből álló osztó 2 V-tal felemeli a stabilizátor-IC testpotenciálját. A tápfeszültség jelenlétét, a műszer működését az előlapon elhelyezett  $D_9$  LED fénye jelzi. A dióda áramát az  $R_{65}$  ellenállás állítja be 17 mA-ra.

A hálózati transzformátort megvásárolhatjuk vagy elkészíthetjük. Az üzletekben kapható transzformátorok mi-

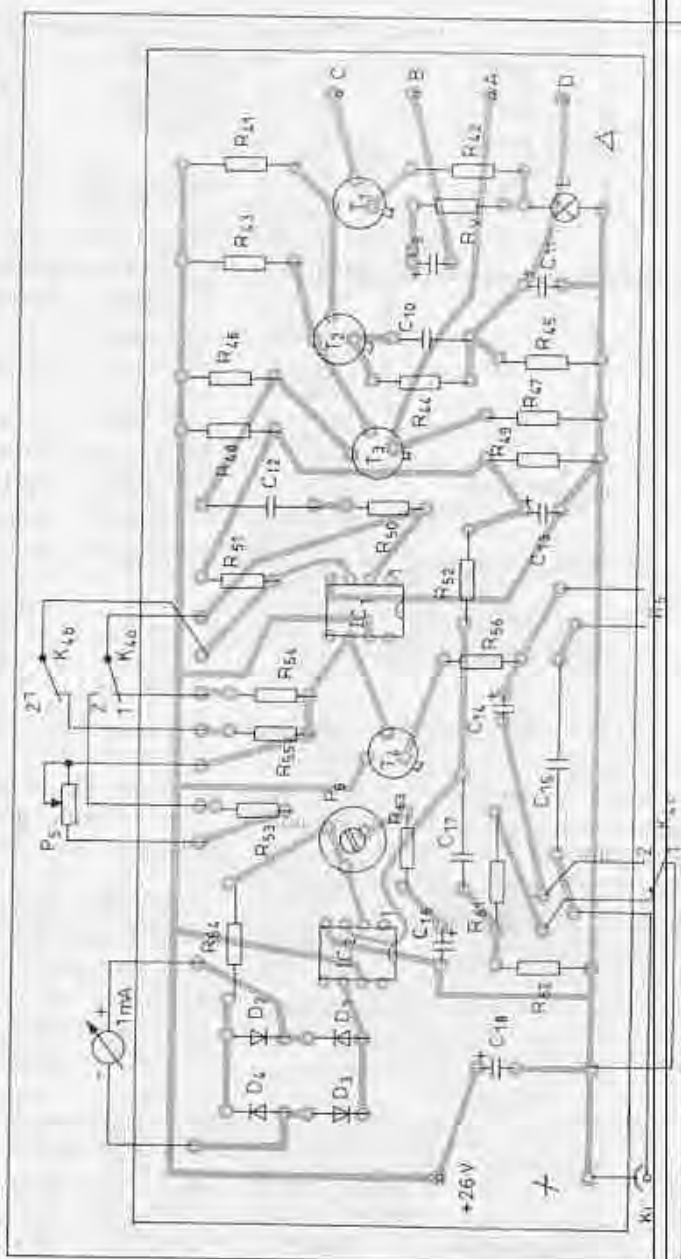
nősége változó. Szekunder feszültségük a névleges terhelés mellett áll be. Kisebb terhelésnél a kimeneti feszültség jelentősen emelkedik. Némelyik típusnak nagy a mágneses szórása; a vas-magból kilépő erővonalak a közelükben lévő vezetékekben, fóliákban zajfeszültséget indukálnak. Javaslom jó minőségű 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-

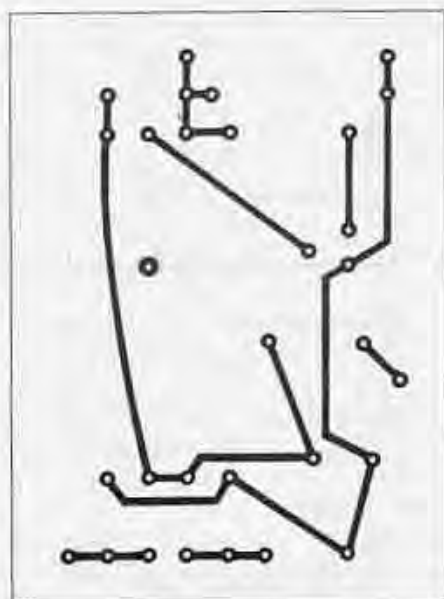
tottam be, a transzformátorok szórása minimális. A hálózati transzformátor adatai:

- EI 66/22; a primer 2300 menet  $\varnothing 0,2$  mm Mz huzalból, soronként 0,05 mm transzformátorpapír-szigetelés; a szekunder 260 menet  $\varnothing 0,35$  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  $\varnothing 0,18$  mm, soronként 0,05 mm transzformátorpapír-szigetelés, a szekunder 275 menet  $\varnothing 0,35$  mm, soronként 0,05 mm transzformátorpapír; a primer és a szekunder között 4 réteg 0,2 mm-es prespán.

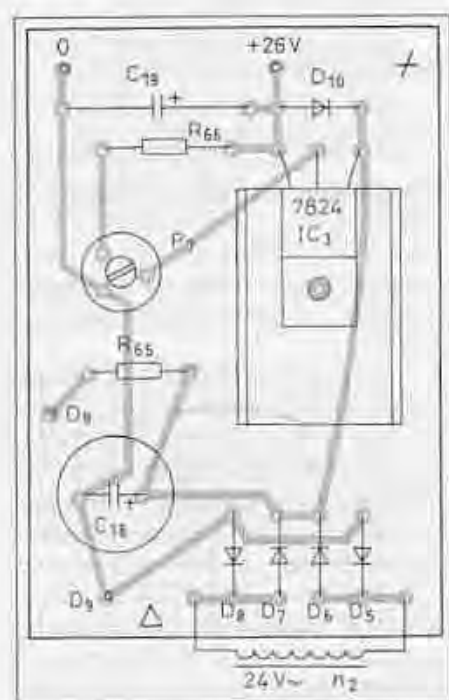


9. ábra. A generátor alkatrész-beültetési rajza



10. ábra. A tápegység fóliarajza

A hálózati transzformátor elkészítéséhez a tárgyi feltételeken kívül némi gyakorlat is szükséges. A vékony húzott né a saját anyagából hozzuk ki, mert könnyen elszakad. Célszerű vastagabb, többszálás kivezetőhúzott 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-

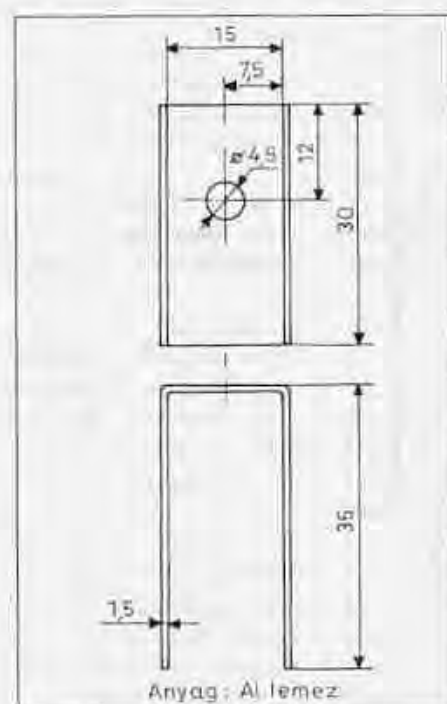


11. ábra. A tápegység alkatrész-beültetési rajza

lik, megakadályozza a széleken a sorok egymásba csúszását. (További ismeretek a 46. oldaltól kezdődően olvashatók.)

### Megépítés, bemérés

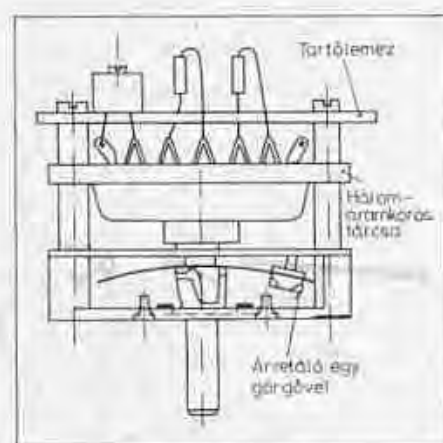
A munkát az alkatrészek beszerzésével kezdjük. Következő lépés a nyomtatott áramköri lapok elkészítése. A fóliarajzot szükség szerint módosítjuk, amennyiben nem sikerült a megadott méretű alkatrészt beszerezni. A generátor fóliarajza a 8. ábrán, míg az alkatrész-beültetési rajz a 9. ábrán látható. A 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 hűtőlemezeit pedig a 12. ábrán szemléltetjük.

A K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>, K<sub>4</sub> és K<sub>5</sub> 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<sub>1</sub> és K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> kapcsolók vonalrajza a 13. ábrán és a 14. ábrán tekinthető meg. A K<sub>1</sub> kapcsoló alkatrészeit nyomtatott áramköri lap hordozza. A nyák-lap távtartó segítségével a kapcsolótárcsa mögött foglal helyet. Az egyes pontokat szigetelt húzaldara-

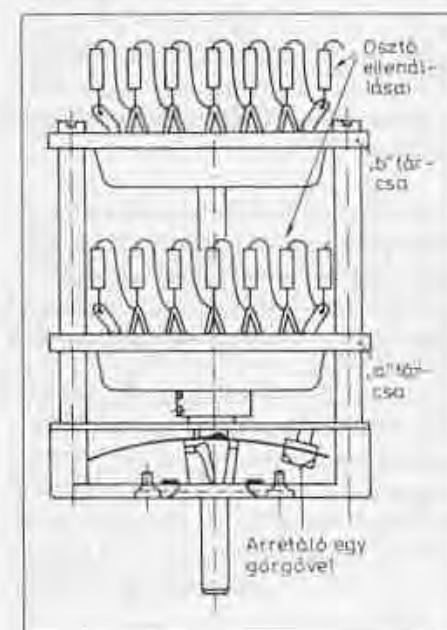


13. ábra. A megszerelt K<sub>1</sub> kapcsoló rajza

bokkal kötöttem össze. Az alkatrész-tartó-lap fóliarajzát a 15. ábrán találhatjuk meg, a 16. ábra a hozzá tartozó beültetési rajz. A Wien-híd osztóiban lévő ellenállások fémréteg struktúrájúak. 1% pontosságúak (R<sub>1</sub>-R<sub>10</sub>).

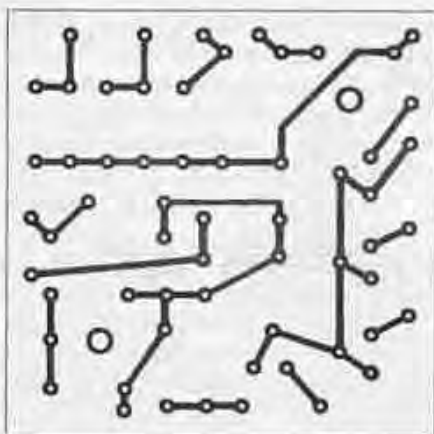
Az osztóban találunk olyan értékeket, amelyeket nem gyártanak. Ezeket kis szereléssel két ellenállás sorba kapcsolásával létrehozhatjuk. Így például: R<sub>2</sub> = 1,67 kΩ, ezt az 1,6 kΩ és a 68 Ω soros kapcsolásából rakjuk össze, az R<sub>3</sub> (830 Ω) = 820 Ω + 10 Ω, az R<sub>4</sub> (500 Ω) = 390 Ω + 110 Ω... A lényeg, hogy az osztó ellenállásai 1%-on belül egyezzenek a kapcsolási rajzon megadott értékekkel.

A C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub> kondenzátorok poliészter, ill. más műanyag dielektrikumú típusok legyenek. Kerámia kondenzátor erre a



14. ábra. A megszerelt K<sub>2</sub> és K<sub>3</sub> kapcsoló

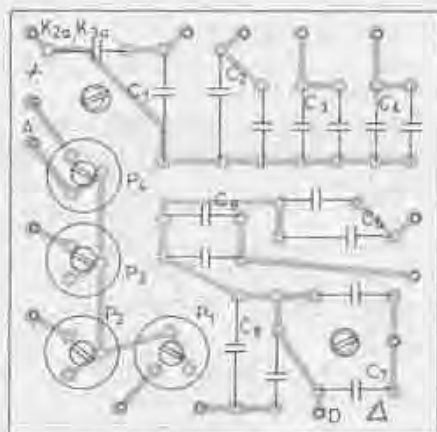




15. ábra. A  $K_1$  alkatrésztartó fólia-rajza

célra nem felel meg. Az előírt értéket több darabból rakjuk össze, majd kapacitásmérő hiddal ellenőrizzük pontosságát. A  $C_{10}$  kondenzátor kerámia dielektrikumú tárcsa-, vagy csőkondenzátor. A kimeneti osztó 1%-os, 0,6 W-os vagy ennél nagyobb teljesítményű ellenállásokból épül fel. A  $P_5$  potenciométer a műszer előlapján található, karakterisztikája lineáris.

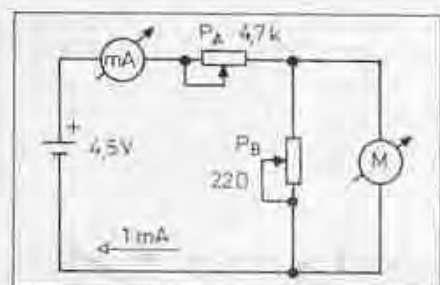
A hangfrekvenciás voltmérő Deprez-műszerének végkiterése 1 mA. A műszerre olyan skálát kell készíteni, amelynél a végkiterés 6. Ezen jól beállítható az 5 vagy 6 V-os maximális kimenőjel. Előfordul, hogy a beépítésre kerülő műszer ennél jóval érzékenyebb. A műszerrel párhuzamosan kapcsolt sőtellenállás a felesleges áramot átveszi. A sőtellenállás értékét csak akkor tudjuk kiszámolni, ha ismerjük az alaplámpa ellenállását. Az is megoldás, ha összeállítjuk a 17. ábrán vázolt mérési sémát. A  $P_A$  potenciométerrel a telepágnban 1 mA-es áramot állítunk be. Ezután a  $P_B$  poten-



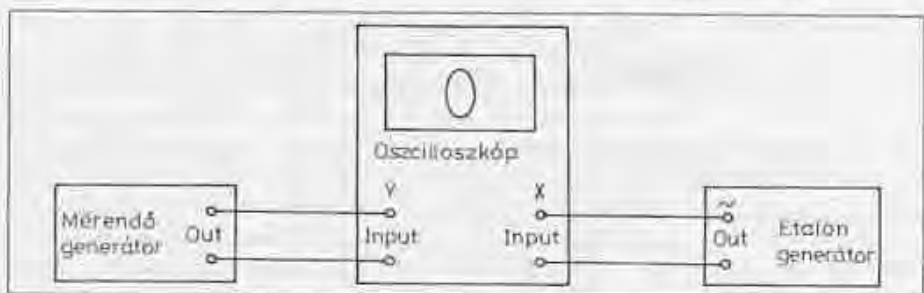
16. ábra. Az alkatrésztartó beültetési rajza

ciométerrel végkiterésbe hozzuk az M alaplámpát. Lemérjük a  $P_B$  potenciométer ellenállását. Egy ezzel egyező értékű ellenállást párhuzamosan kötünk az alaplámpával.

Az élesztést a tápegységgel kezdjük. Feszültséget kapcsolunk a transzformátor primer ( $n_1$ ) tekerésére. A D<sub>0</sub> LED világít. Egyenfeszültséget mérünk a  $C_{10}$  elektrolitkondenzátor sarkain. A  $P_7$  potenciométerrel 26 V-ot állítunk be. Ellenőrizzük a terhelhetősé-



17. ábra. A Deprez-műszer sőtjének beállítása

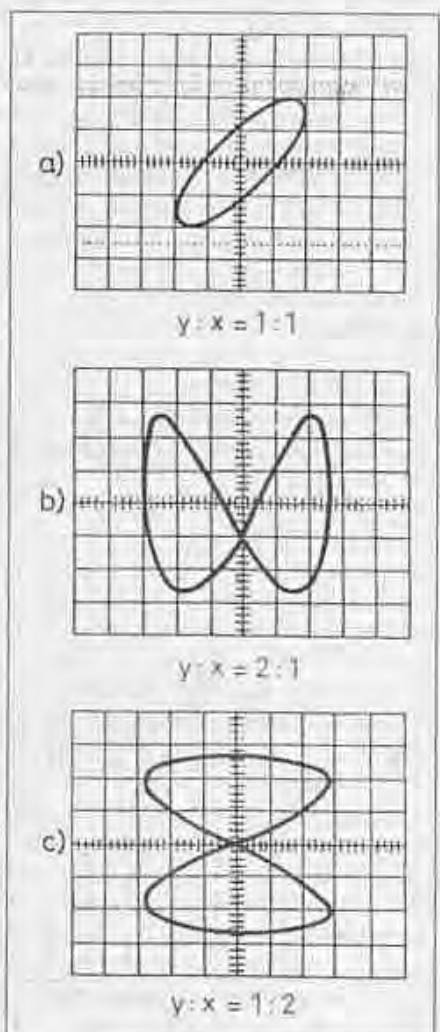


18. ábra. A Lissajous-módszer mérési elrendezése

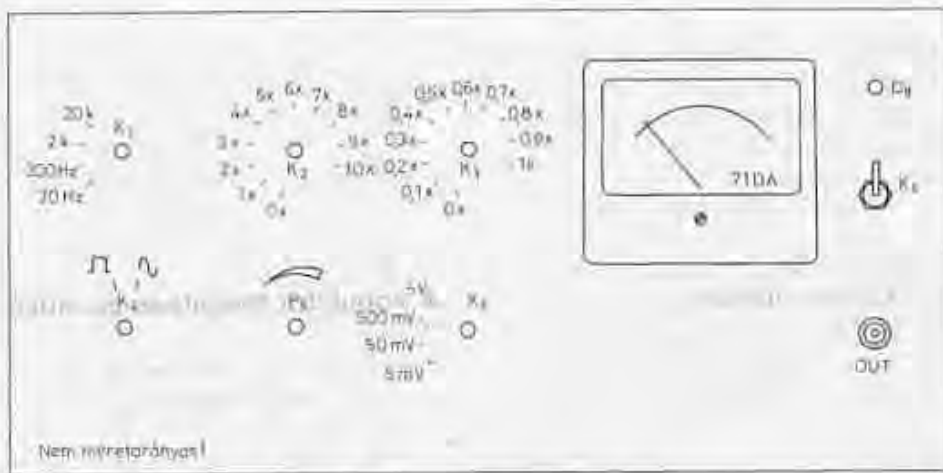
get. Kapcsoljunk a kimenetre 100  $\Omega$ , 6 W-os huzalellenállást. A kimenőfeszültség csak néhány millivoltnyiit esökkenhet.

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:  $K_1$  kapcsoló 200 Hz, a  $K_2$  5 $\times$ , a  $K_3$  0 $\times$  pozícióban van. Oszcilloszkóppal és hangfrekvenciás voltmérővel feszültséget mérünk a  $T_3$  tranzistor kollektora és a test között. A  $P_2$  potenciométerrel 2 V (effektív) feszültséget állítunk be. A szinuszjelnek torzításmentesnek kell lennie. A  $K_1$  sávvaltó kapcsolót 20 Hz-re kapcsoljuk. Beállítjuk a  $P_1$  potenciométerrel a 2 V-ot. A frekvencia 100 Hz. A 2 kHz-es sávban a  $P_4$ , míg a 20 kHz-es állásban a  $P_4$  potenciométerrel állítjuk be a 2 V-ot. Ezeknél a méréseknél a  $K_4$  kapcsoló a 2-es állásban van. A  $K_5$  kapcsolót az 5 V-os kimenetre kapcsoljuk. A kimeneti BNC-aljzatra kapcsoljuk az oszcilloszkópot és a hangfrekvenciás voltmérőt. A  $P_5$  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  $P_6$  potenciométerrel történik. Előzőleg már beállítottuk az 5 V kimenőfeszültséget a  $P_5$  potenciométerrel. Az alapműszer mutatóját az 5 V-os osztásra állítjuk a  $P_6$  potenciométerrel. A  $K_4$  kapcsolót az 1-es állásba helyezzük. A kimeneti ponton négyyszögjel jelenik meg.

A  $K_5$  kapcsoló 5 V-os állásában 14 V-os négyyszögjel mérhető a kimeneten. A többi állásban arányosan csökken a feszültség. Sorrendben a következő amplitúdójú négyyszögjelek állíthatók be: 14 V, 1,4 V, 140 mV és végül 14 mV.

### A frekvenciák ellenőrzése, beállítása

Az alábbiakban két mérési lehetőséget ismertettek. A rendelkezésre álló műszerek döntik el, hogy melyiket választjuk.

#### Frekvenciamérő

A hanggenerátor kimenetére kapcsoljuk a frekvenciamérő bemenetét. A sávvaltó ( $K_1$ ) kapcsolót 20 Hz-re állítjuk. Frekvenciát mérünk 20 és 200 Hz-en. Ezt megismételjük a  $K_1$  sávvaltókapcsoló 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: sávvaltó belől beállítható ( $K_2$  kapcsoló) a 10x átfogás. Amikor sávvaltó váltunk a  $K_1$  kapcsolóval, eltérést mérünk. Ebben az esetben nincs meg a kondenzátoroknál a 10x-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-

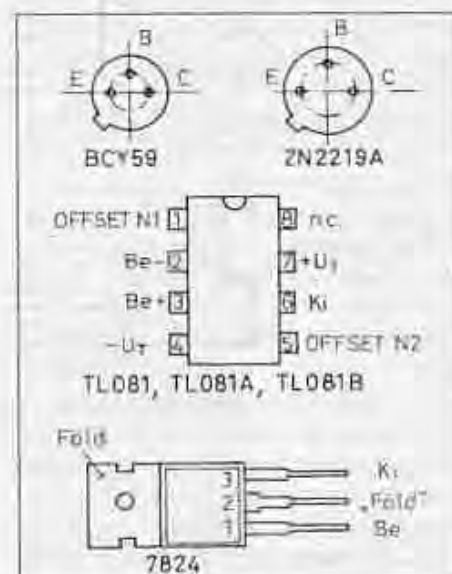
nálható. A mérési elrendezés a 18. ábrán látható. Az oszcilloszkóp függőleges (Y) erősítőjére az ismeretlen frekvenciájú mérendő jelet, a vízszintes (X) bemenetére a változtatható frekvenciájú, kalibrált skálájú generátor jelét vezetjük. Beállítjuk a két generátor amplitúdóarányát oly módon, hogy az 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. Állóképpel (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 elterelhetünk. A tűrszás 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  $K_1$  sávvaltó kapcsoló 200 Hz, a  $K_5$  5x, a  $K_3$  0x állásban van. A  $K_4$  kapcsolót 2-es, a  $K_2$  kapcsolót az 50 mV-os pozícióba tesszük. A  $P_5$  potenciométerrel 4 V-ot állítunk be a feszültségmérőn. A kimeneti ponton ilyen beállításnál 1 kHz, 40 mV-os szinuszjelet kapunk.

A hanggenerátor félvezetőinek lábkiosztását a 21. ábra szemlélteti.



21. ábra. Félvezetők tokrajza: a tranzistorok alulnézetben, az IC-k felülnézetben

# Hangfrekvenciás vobulátor

Konsanszky Róbert okl. villamosmérnök

Az amatőr laboratóriumok 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 hasábjain eddig megjelent cikkek a vizsgálójel 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 ismertett berendezés oszcilloszkópon közvetlenül megjeleníti az átviteli függvény Bode-diagramját.

Mielőtt rátérnék a készülék részletes ismertetésére, röviden tekintsük 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 logaritmusával 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.

- Börszjeles üzem. A generátor ebben az állásban beállítható frekvenciájú és hosszúságú 50 % kitöltési tényezőjű hullámesomagokat juttat a vizsgálandó berendezésre.

A műszer frekvenciatartományra vobulátor üzemmódban:

- 10...300 Hz,
- 100...3000 Hz,
- 1...30 kHz.

Kézi beállításban:

- 7...350 Hz,
- 70...3500 Hz,
- 0,70...35 kHz.

A börszjel hossza 2, 4, 8, 16, 32 vagy 64 periódus lehet, a hullám formája szinuszos, szinuszhoz kevert tü-impulzus, illetve négyszög. A vobuláló jel exponenciális lefutású, frekvenciája (periódusideje):

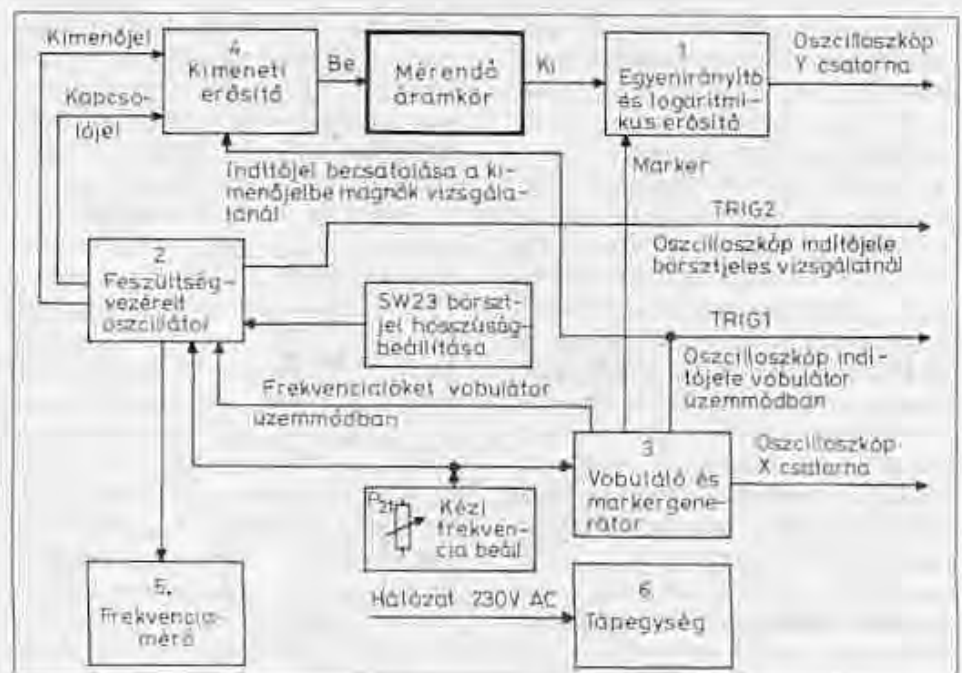
- 2,5...33 Hz (30 ms...400 ms)
- 0,25...3,3 Hz (300 ms...4 s)
- 0,025...0,33 Hz (3 s...40 s).

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 érhetőek el. Utóbbi egy BNC aljzattal is összekapcsoltam, így a mérendő áramkör válaszele kétsugaras szkópon egyszerre megjeleníthető a belőle képzett Y jellel. A teljesítményerősítő kimeneti csatlakozóiként banánhüvelyeket alkalmaztam.

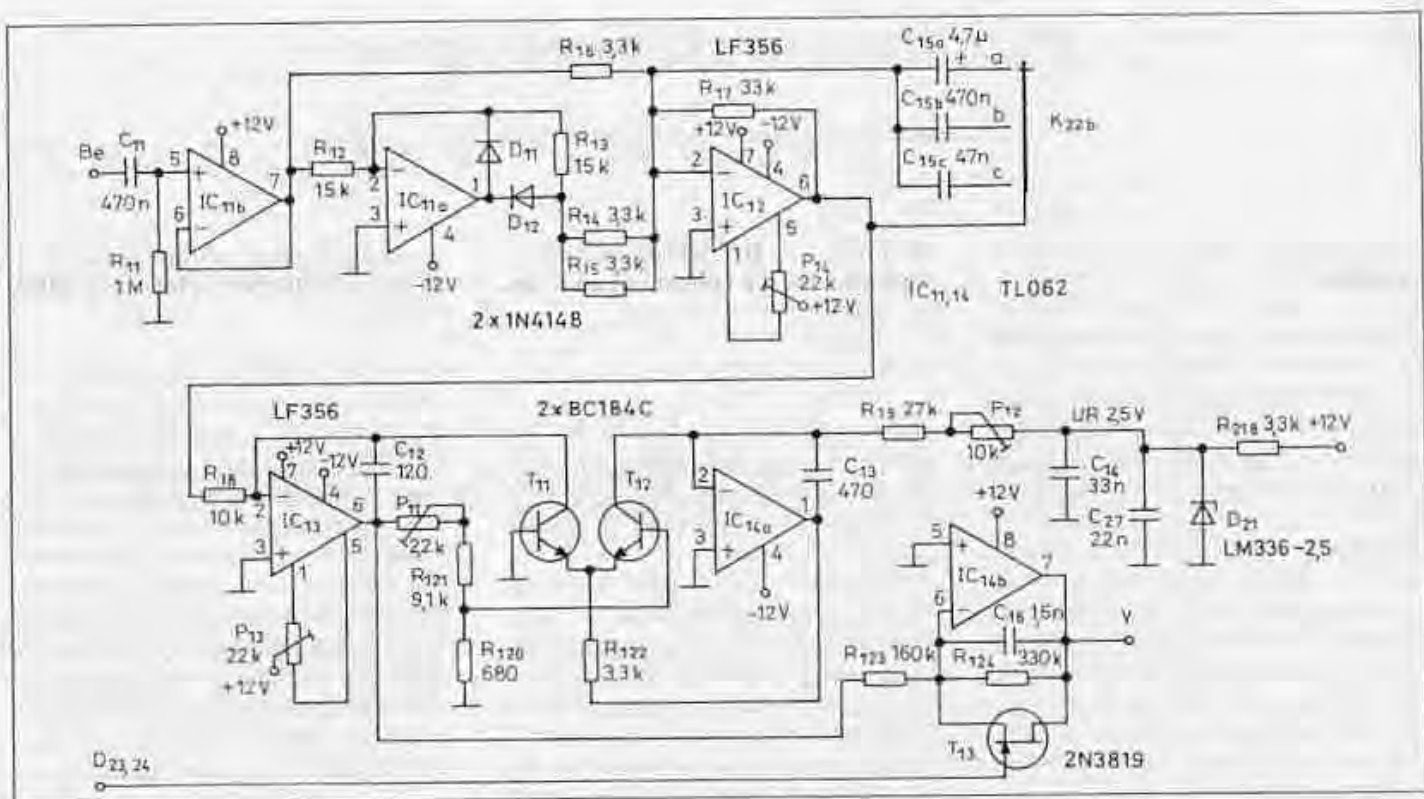
## A vobulátor felépítése és működése

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 erősítőt át a mérendő rendszer bemenetére kapcsolódik.

A mérendő rendszer kimenőjelet teljeshullámú egyenirányító és logaritmikus erősítő fogadja, amelynek kimenete a megjelenítéshez szükséges oszcilloszkóp Y bemenetére kapcsolódik. A fűrészgenerátor jeleit 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 eltérés (TRIG<sub>1</sub> kimenet).

A kézi frekvenciabeállító potenciométerrel egy markerjelet mozgathatunk az emyőn. Ha átkapcsolunk folyamatos üzemmódba, a beépített frekvenciamérővel megmérhetjük a marker helyéhez tartozó értéket. A vizsgálólél hullámformáját kapcsolóval választhatjuk ki. Ez lehet szinuszos, szinuszos jelhez kevert tümpulzus, illetve négyszög. Kézi üzemmódban az exponenciális erősítőre a frekvenciabeállító potenciométer esúszkájáról levett feszültség kapcsolódik.

Ha borsztjeles vizsgálatot szeretnénk végezni, a feszültségvezérelt oszcillátorhoz kapcsolódó számláló is működésbe lép, és a leosztásnak megfelelő frekvenciával egy tranzisztor megszaggatja az oszcillátor jelét. A hullámesomagok hosszát szintén kapcsolóval választhatjuk ki. A szaggatójel 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 emitterét a műveleti erősítő kimenete táplálja.

Ennek az egyszerű alapkioscsolásnak 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 válaszeleiből logaritmusosan változó egyenfeszültséget kell létrehozni. Ez aluláteresztő jelleg bevitelét jelenti, amely elvileg a jelút 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 esőkenteni.

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 skálátényező pontos értéke  $P_{11}$ -gyel, a nullázús ( $Y=0$ -hoz tartozó bemenőjel) a  $P_{12}$  potenciométerrel állítható be. A  $P_{13}$  és  $P_{14}$  potik feladata az IC-k ofszetkiegyenlítése. Az IC<sub>14</sub> műveleti erősítő szerepe T<sub>12</sub> kollektorának áramgenerátoros táplálása és az Y jelkimenet invertálása.

### Feszültségvezérelt oszcillátor

Ez a fokozat az ICL8038 típusú integrált függvénygenerátorra épül, amelynek részletes ismertetése megtalálható a [4]-ban és az [5]-ban, ezért erre nem térünk ki, az IC néhány tized %-os torzítása miatt nem alkalmas csúcsminőségű (High End) hangtechnikai eszközök torzításmérésére, de leegyszerűsíti a vizsgálójelek feszültségvezérelt előállítását (3. ábra). Vobulátorüzemben az IC frekvenciavezérlő bemenetére olyan jelet kell kapcsolni, amelyik az oszcilloszkóp vízszintes eltérítőjének exponenciális függvénye. Az IC<sub>21a</sub> szerepe a frekvencia-vezérlőfeszültség függvény linearizálása, az IC<sub>21b</sub> az exponenciális erősítő pozitív kimenőjelét invertálja.

A  $P_{22}$  a minimális frekvenciát, a  $P_{23}$  a frekvenciatartományt határozza meg egy frekvenciatartományon belül (ha a löket nagyságát és a helyzetét is szabályozni akarjuk, akkor ezeket az előlapról kezelhetően kell elhelyezni). A D<sub>22</sub> 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<sub>25a</sub>...C<sub>25c</sub> kondenzátoroktól függenek. A feszültségvezérelt oszcillátorhoz kapcsolódik az IC<sub>23</sub> számláló, amelynek az K<sub>23</sub> kapcsolóval beiktatott utolsó fokozata a börsztjeles vizsgálatokhoz szükséges szaggatott kimenőjel előállítását vezérli, és indítójelet is szolgáltat az oszcilloszkóp számára (TRIG<sub>2</sub>). A folyamatos és a vobulátor üzemmódban IC<sub>23</sub> reset bemenete aktív, ami a fokozat pozitív testelése miatt itt földpotenciált jelent.

A  $P_{21}$  előlapi potenciométerrel állítható be a kívánt frekvencia, a K<sub>24</sub> a kimeneti hullámforma választókapcsolója. A  $P_{24}$ ,  $P_{25}$  potenciométerek a generátor kimenőjelenek szimmetrizálására, a  $P_{26}$  és  $P_{27}$  potenciométerek a szinuszkiemenet minimális torzításának beállítására szolgálnak.

Az IC<sub>24</sub> és a T<sub>21</sub>, T<sub>22</sub> tranzisztorok alkotják az exponenciális erősítőt,

amelynek bemenőjele folyamatos és börsztjeles üzemből a  $P_{21}$  potenciométerrel beállított feszültség, vobulátor üzemből a vobuláló fűrészel. Az exponenciális erősítő felépítése és működése hasonló a logaritmikus erősítőéhez, de itt a bemenőjel arányos része a két tranzisztor B-E feszültségének különbsége, ezért a kollektoráramok aránya arányos a bemenőjellel.

### Vobuláló és markerjel-generátor

A vobuláló jelet az IC<sub>31</sub> időzítő áramkörrel felépített fűrészgenerátor állítja elő. Az IC 3. lábán megjelenő jel az X bemenettel nem rendelkező oszcilloszkópok indítójele (TRIG<sub>1</sub>).

A frekvenciameghatározó C<sub>31a</sub>...C<sub>31c</sub> kondenzátort a T<sub>31</sub> áramgenerátor tölti, és az R<sub>34</sub> ellenállás sűti ki. Az IC<sub>32</sub> műveleti erősítő letapogatja a C<sub>31</sub> feszültségét, és előállítja az oszcilloszkóp X irányú eltérítőjének (IC<sub>22a</sub>), valamint az exponenciális erősítő vezérlőjének (IC<sub>22b</sub>). A fűrészfrequenciát a kiválasztott kondenzátor és a T<sub>31</sub> kollektorárama határozza meg, ami az előlapon található  $P_{31}$  potenciométerrel szabályozható.

A TRIG<sub>1</sub> kimenet jele magnók mérésénél a K<sub>24</sub> kapcsolóval bevitelhető a hangfrekvenciás kimenet jelébe. Erre azért van szükség, mert a frekvenciamenet eredményének kiértékelésénél akkor kell(ene) az oszcilloszkópot indítani, amikor a frekvenciatartomány alsó határához tartozó lejátszott jel megjelenik a lejátszóerősítő kimenetén. A TRIG<sub>1</sub> kimenőjel-ugrása viszont recesésésként rákerül a szalagra és ebből az oszcilloszkóp trigger áramköre már tud indítójelet képezni, így a frekvenciamenet képe az ernyőn megfelelő helyre kerül.

Az IC<sub>33b</sub> szerepe az exponenciális erősítő bemenőellenállásának megnövelése. A markerképzéshez az IC<sub>33a</sub> komparátorként összehasonlítja a  $P_{21}$  frekvenciabeállító potenciométer csúszkáján levő kimenőfeszültséget a fűrészgenerátor jelével. Amikor a fűrészel meghaladja a  $P_{21}$  csúszkájának feszültségét, IC<sub>33a</sub> kimenete pozitívba ugrik. Ez az R<sub>38</sub>-on át kinyitja a T<sub>13</sub> tranzisztor, így az Y kimenet feszültsége a felfutás további részében 0 (2. ábra).

Az IC<sub>31</sub> 3. lábán megjelenő jel a visszafutás alatt kinyitja a T<sub>32</sub> tranzisztor, ami az R<sub>38</sub> ellenálláson át a T<sub>17</sub>-at is nyitja. Így az elektronsugár a

visszafutás alatt a 0 vonal alig látható képét rajzolja ki a képernyőn és nem valamilyen értékelhetetlen zavaró ábrát.

### Kimeneti erősítő

Ez az egység nagy impedancián fogadja az oszcillátor jelét és a teljesítményigényes vizsgálatokhoz is megfelelő kimenőjelet állít elő. Börsztjeles vizsgálatnál az IC<sub>23</sub> kiválasztott kimenetéről vezérelt T<sub>41</sub> tranzisztor megszággatja az erősítő bemenőjelt. A kimenőjel szintje a  $P_{41}$  potenciométerrel állítható be (4. ábra). A csúszkáról levett jelet először IC<sub>41</sub> kb. négyszeresére erősíti. Az 1 V-os jel az R<sub>43</sub>...R<sub>46</sub> ellenállásokból álló osztóról eljut a kisszintű kimeneti csatlakozókra és az R<sub>47</sub> ellenálláson át vezérli a teljesítményerősítő IC<sub>42</sub>-t. Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy  $P_{41}$  állítása ne befolyásolja a kimenetek egyenszintjét, és ne kelljen a jel útjában még egy csatoló-kondenzátort elhelyezni.

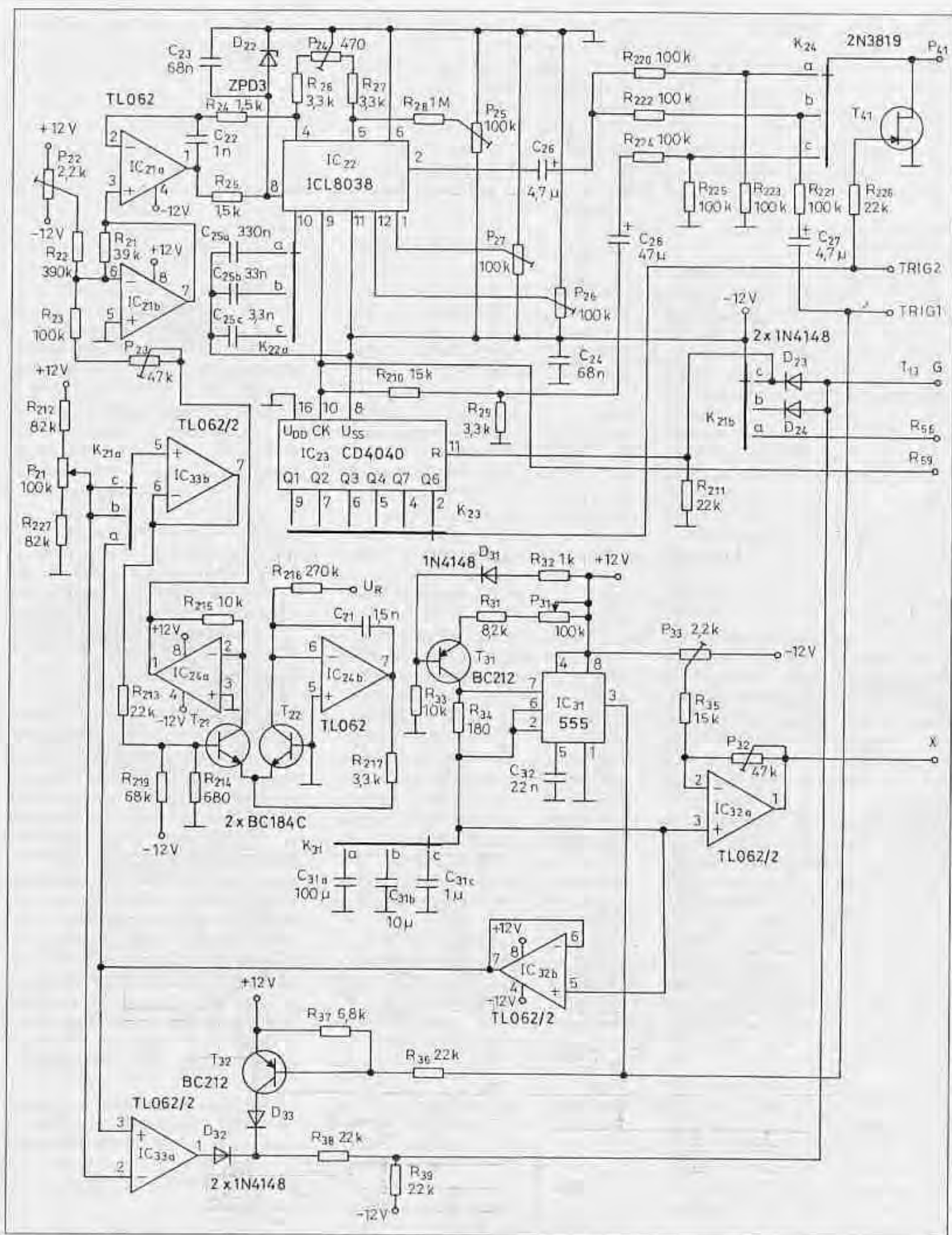
A teljesítményerősítőt a jó hűtés miatt a doboz bal oldallapjára erősítetem és itt helyezkedik el a TTL áramkörök stabilizátora is (IC<sub>63</sub>), szigetelten szerelve a földhurkok elkerülése miatt.

### Frekvenciamérő

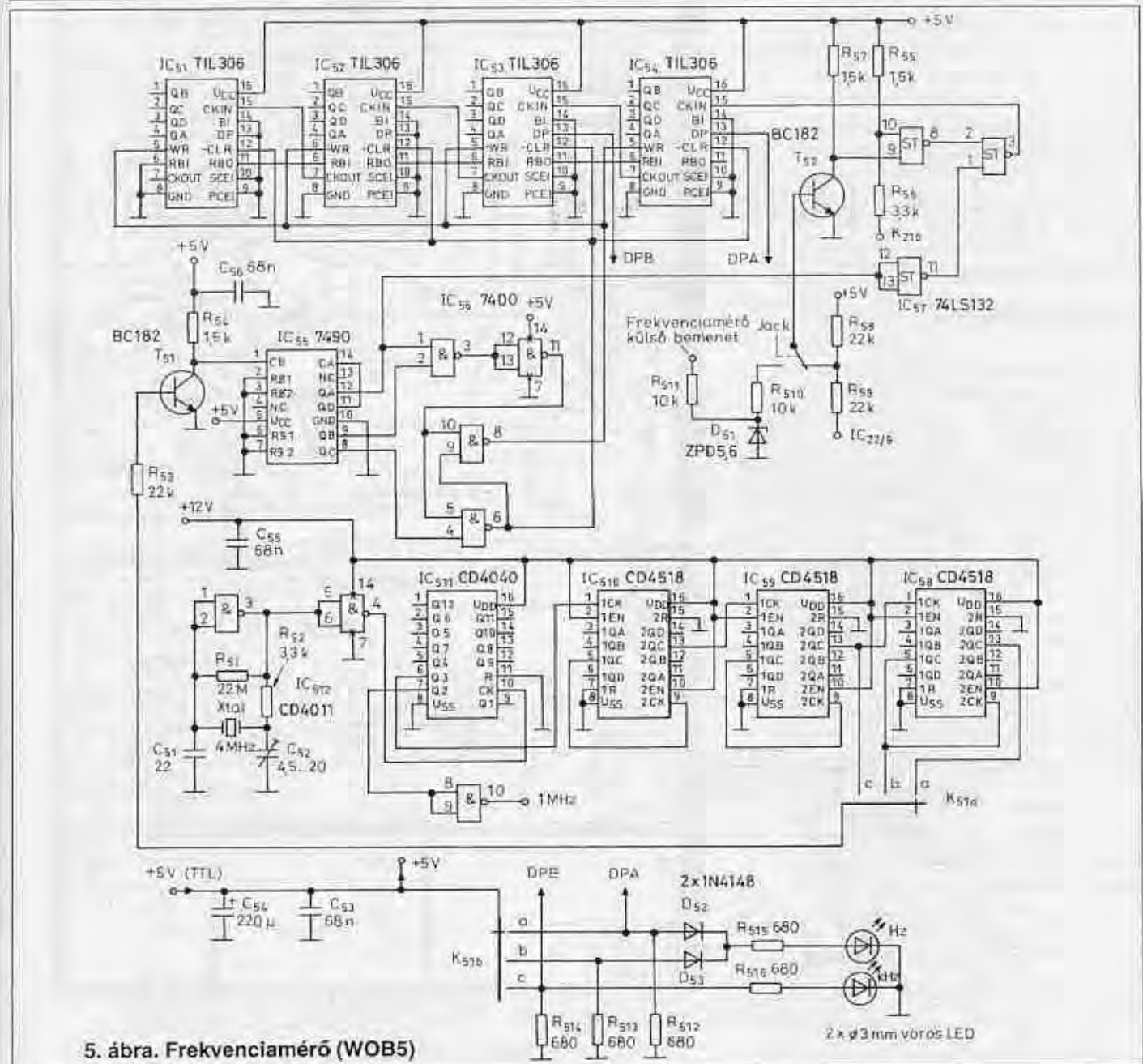
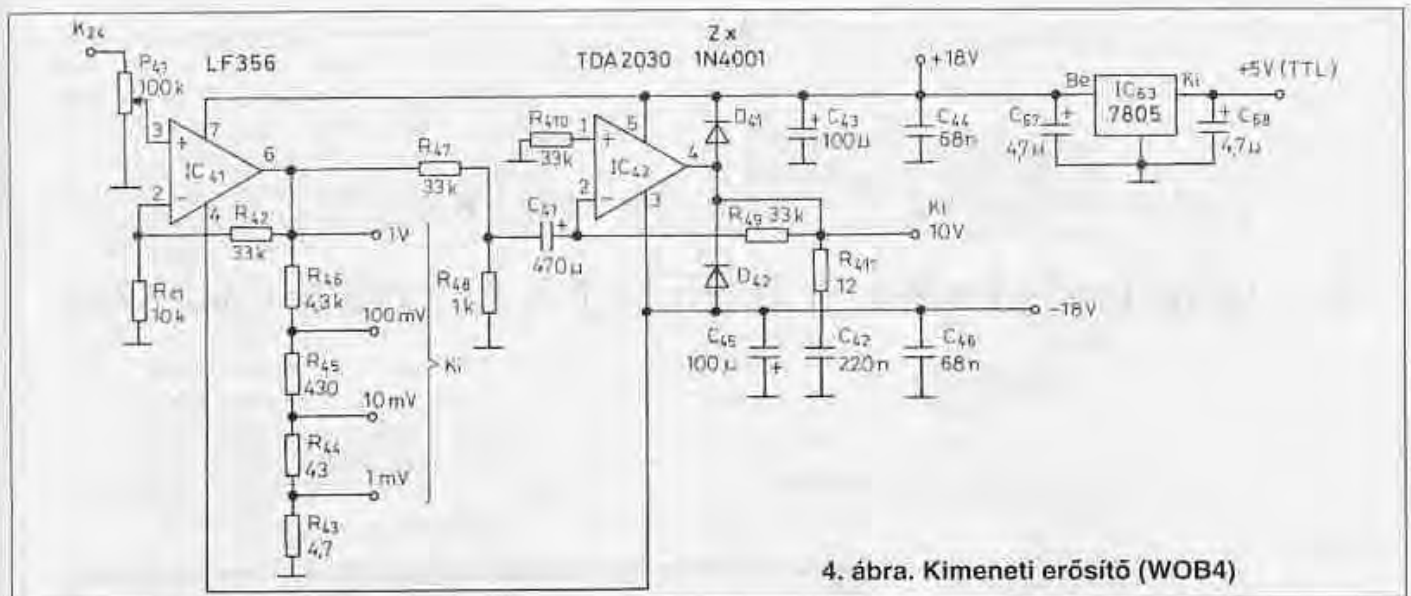
A frekvenciamérő kijelzőegysége 4 db TL306 típusú IC-ből kialakított számláló, amelynek vezérlését egy 7490-es számlálóból és egy 7400-as IC kapu-ból kialakított logikai áramkör végzi (5. ábra). A frekvenciamérő nyáklapján helyezkednek el az üzemmódváltó kapcsolók, a T<sub>13</sub> vezérlését végző D<sub>23</sub>, D<sub>24</sub> diódák és az időzítő-kondenzátorok is. A számláló vobulátorüzemben nem kap bemenőjelet, így nem jelenik meg téves kijelzés (az utolsó számjegy ilyenkor 1).

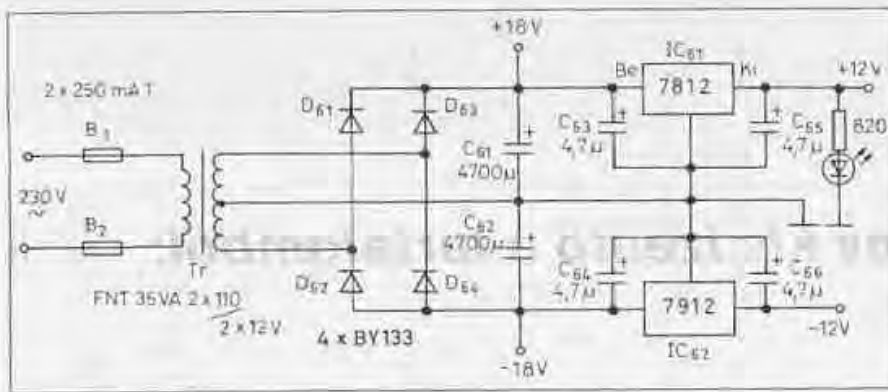
A frekvenciamérő bemenete átkapcsolható külső forrásra, így lehetőség van magnók törlófrekvenciájának mérésére is. Az előlap egy 4 MHz-es kvarcoszcillátor szükség szerint leosztott jele.

Az osztó megfelelő megcsapolását a K<sub>51a</sub> kapcsoló igtatja be, a tizedespon-tokat és a mértékegység-jelző LED-eket a K<sub>51b</sub> kapcsoló. A mintavételezési időtartamok: 100 ms, 1 s, 10 s. A mérési ciklusidő ezek kétszerese, így a 10...300 Hz-es frekvenciatartományban választhatunk a gyorsabb, vagy a pontosabb mérés között.



3. ábra. Feszültségvezérelt oszcillátor, vobuláló és markerjel-generátor (WOB2;3)





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

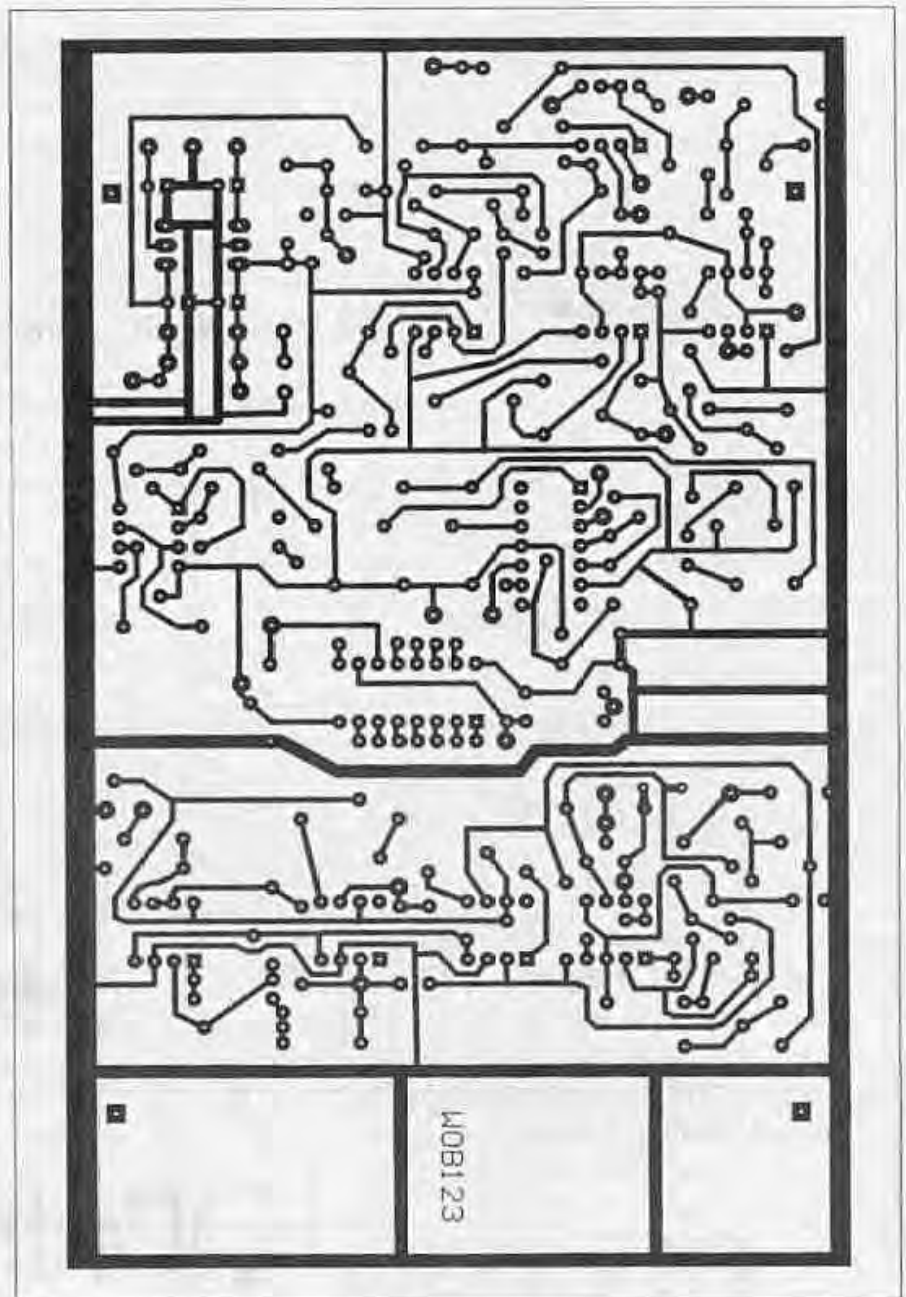
A berendezés élesztéséhez a következő műszerek szükségesek: 2 db multiméter, lehetőleg min. 3,5 digités felbontású, hanggenerátor, oszcilloszkóp, frekvenciamérő, tápegység kb. ±12...±24 V-ig szabályozható és +5V feszültségű kimenetekkel. Ha a hanggenerátornak nincs beépített szintmérője és kalibrált 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 készítjük! A P<sub>14</sub> potenciométerrel az IC<sub>13</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 vezetékkeit 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 ön-nal! A tápbemenetekre kapcsoljunk kb. ±18...±20 V-ot, és ellenőrizzük a tápfeszültségeket az IC-k forrszemein is. Ha minden rendben van, az egységek számolásának 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 forrasszunk a megfelelő pontokra levágott alkatrészlábakat, 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!

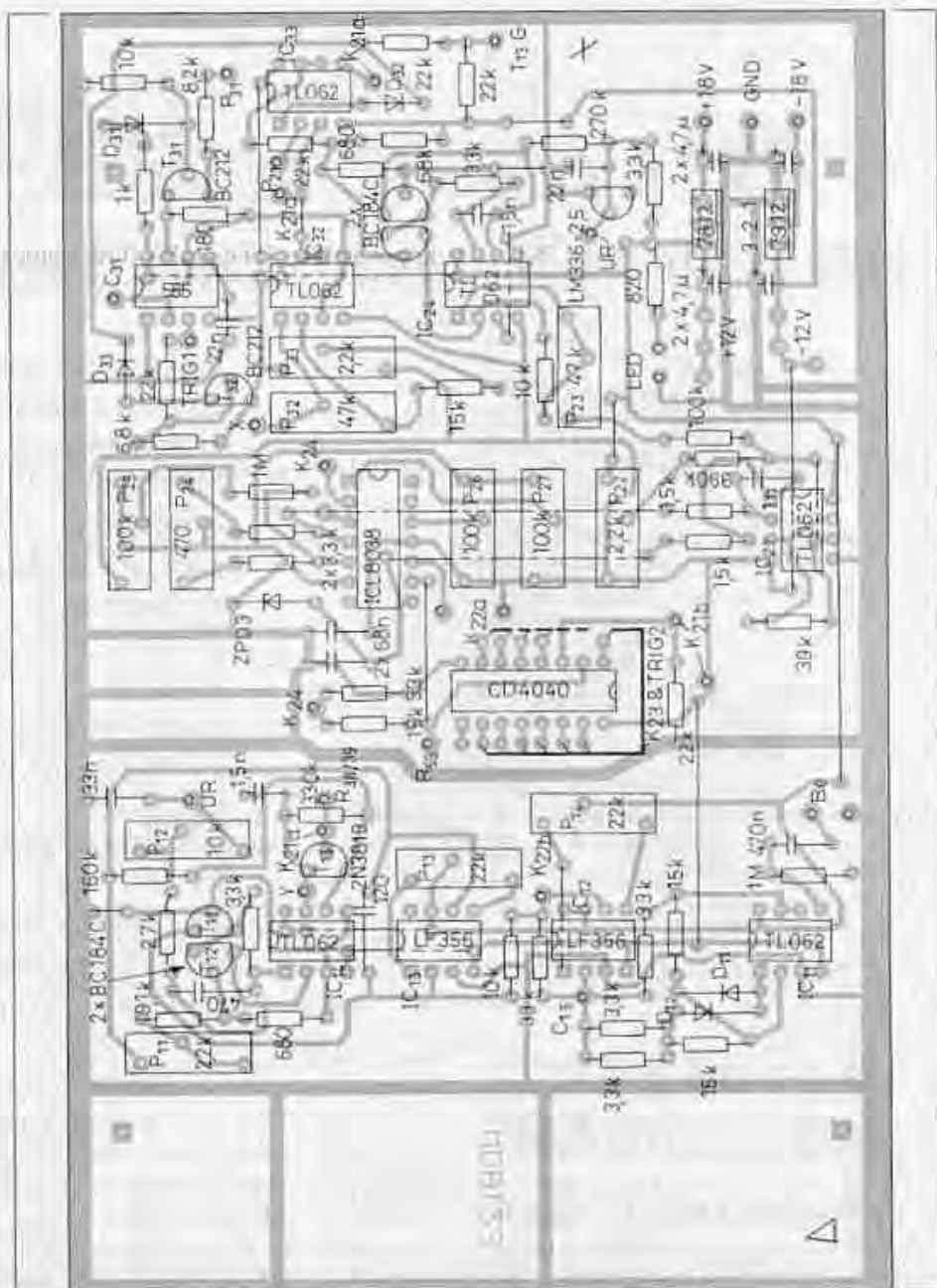
### Egyenirányító és logaritmikus erősítő

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 dualtranzisztor (BCY88, LM394) kellene, ennek hiányában 2 db BC...C típusú műanyagtokos tranzisztort válogassunk össze  $U_{EB}$ -re, rövidzárt kollektor-bázis mellett 1  $\mu$ A...1 mA áramtartományban. A mérésnél ügyeljünk arra, hogy a tranzisztorok szobahőmérsékleten maradjanak. A tranzisztorok tokját egymással szembe fordítva pillanatragasztóval ragasszuk össze beültetés előtt.

A  $T_{13}$  lezárásához ültessük be az  $R_{30}$  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 bemenetet  $R_{11}$  közelében, majd  $P_{14}$ -gyel állítsuk 0-ra  $IC_{12}$  kimenetét.

Az IC-k ofszetkiegyenlítéséhez ideiglenesen zárjuk rövidre a  $C_{12}$ -t, majd a  $P_{11}$ -mal állítsuk 0-ra a kimeneti feszültséget. Távolítsuk el a rövidzárakat, 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 mV...1 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. középpállásba. Adjunk a heme-



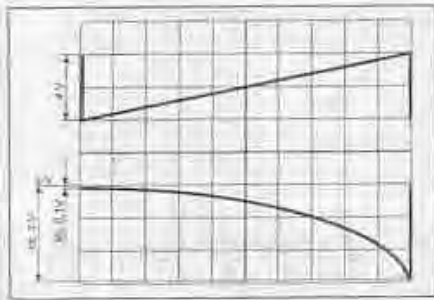
8. ábra. A WOB123-as nyák beültetési rajza

netre 1 V effektív értékű 50...100 Hz-es szinuszelet és mérjük meg a feszültséget az  $IC_{14}$  7. lábán (Y kimenet). Kb. 2 V-nak kell lennie, a pontos érték egyelőre nem lényeges. Csökkentsük a bemeneti jelet 10 mV-ra. A mért feszültségnek 4 V-tal kell csökkennie. A  $P_{11}$  megfelelő állításával érjük el, hogy a bemeneti feszültség 40 dB-es változásától az Y kimeneti feszültsége 4 V-ot változzon. Ezzel a skálatényezőt beállítottuk. Adjunk a bemenetre 100 mV-ot és  $P_{12}$ -vel állítsuk az Y jelet 0-ra. Mérjük meg az Y jel feszültségét 10 mV-os és 1 V-os bemenőjelnél is, szükség esetén igazítsunk  $P_{11}$ -en. Ne

sajnáljuk a fáradságot a beállításra, műszerünk gyakorlati használhatósága ezen múlik. A RIAA korrektorok átfogása közel 40 dB, a hatékony lyukszűrők leszívása is legalább ennyi. Ellenőrizzük az egység működését 20 kHz-en 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 forrasszunk egy  $R_{21}$ -gyel közel azonos értékű ellenállást, amelynek szabad vé-



9. ábra

gére adjunk potenciométerrel akkora feszültséget, hogy a 7. láb feszültségét a 0...-3,3 V tartományban szabályozhassuk. A  $P_{24}$ ... $P_{27}$  potmétereket állítsuk középhezletbe!

Az  $IC_{22}$  9. lábára kapcsoljunk frekvenciámérőt és oszcilloszkópot. A  $C_{25}$  helyére ideiglenesen forrasszunk 3,3 nF-os kondenzátort. Az  $IC_{21}$  7. lábán állítsunk be 3,0 V-ot. Az oszcilloszkópon látható négyyszögjelet  $P_{27}$ -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  $IC_{21}$  7. lábán a feszültség kb. 3,0 V. Ezután állítsuk be  $IC_{21}$  7. lábán a feszültséget úgy, hogy a mért frekvencia 1 kHz-re esökkenjen, ez kb. -100 mV-nak felel meg.

A  $P_{25}$  állításával szimmetrizáljuk a négyyszögjelet, majd álljunk vissza 30 kHz-re, és szükség szerint ismételjük meg a beállításokat. Ezután az oszcilloszkópot tegyük át az  $IC_{22}$  2. lábára. Ha van torzításmérőnk, azt is kapcsoljuk ide és a  $P_{26}$ ,  $P_{27}$  állításával csökkentjük minimumra a szinuszjel torzítását. Az 1 kHz és 30 kHz frekvenciahatárokhoz tartozó vezérlőfeszültség-értékeket jegyezzük meg! A korábban említettek alapján válogassuk és ragasszuk össze a  $T_{21}$ ,  $T_{22}$  tranzistorpárt, és illessük be az exponenciális erősítő többi alkatrészével és az  $IC_{31}$ -mal együtt!

Az  $IC_{33}$  5. lábára változtatható egyenfeszültséget, az  $IC_{24}$  1. lábára feszültségmérőt kapcsolunk. Ha az  $IC_{33}$  5. lábán mért feszültség 4 V, az  $IC_{24}$  1. lábán a feszültség kb. 95 mV. Az exponenciális erősítő bemenőfeszültségét 8 V-ra növelve a kimenőfeszültsége is kb. 8 V lesz. A frekvenciákat beállítását a vobuláló generátor felélesztése után végezzük, mert a pontos határokat  $IC_{31}$  fűrészjelének határai és  $IC_{26}$  offsetfeszültsége befolyásolja.

## A vobuláló generátor beállítása

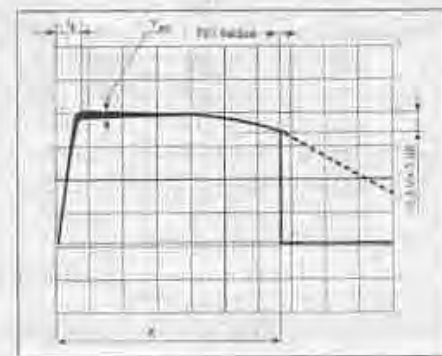
Ültessük be az  $IC_{31}$ ... $IC_{33}$  áramköröket a hozzájuk tartozó egyéb alkatrészekkel együtt! A  $C_{31}$  kondenzátor helyébe forrasszunk be 220 nF-ot, az  $R_{31}$ -es ellenállás  $P_{31}$  felőli végét kapcsoljuk +12 V-ra! Csatlakoztassunk oszcilloszkópot az  $IC_{32}$  7. lábára! A fűrészjelnek 4...8 V között, kb. 55 Hz frekvenciával kell jelentkeznie.

Atesszük az oszcilloszkópot az X kimenetre, és idekapcsoljuk a feszültségmérőt is. A  $P_{32}$ -vel beállítjuk az amplitúdót esüestől esücsig 10 V-ra, a  $P_{33}$ -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!

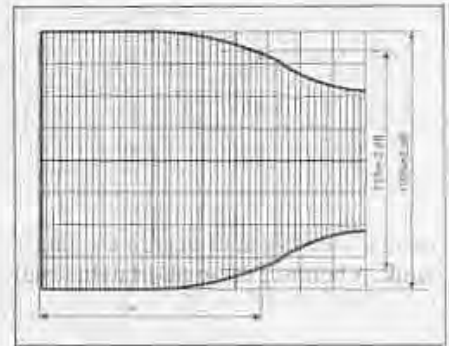
A frekvenciahatárok beállításához illessük be  $R_{32}$ -t és  $R_{33}$ -at, a  $P_{32}$ -t és a  $P_{33}$ -at állítsuk középre. Az oszcilloszkóp Y bemenetét kapcsoljuk  $IC_{21}$  7. kivezetésére és triggereljük  $IC_{31}$  3. lábáról. Az emyőn megjelenő exponenciálisan lefutó amplitúdójú jelet a  $P_{32}$  és a  $P_{33}$  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 négyyszögjel-kimenetére, a triggerbemenetét az  $IC_{32}$  7. lábára és az időeltérítés, valamint a triggeresztint állítgatásával próbáljuk meg elkapni a fűrészfeszültség visszafutásának környezetét, ahol dinamikus működés közben mérhetjük a frekvenciát. Mivel a fűrészjel visszafutási ideje kb. 44 ms, az első és az utolsó szabálytalan periódust ne vegyük figyelembe!

Ültessük be a hiányzó alkatrészeket és az  $IC_{33}$  2. lábára kb. 4...8 V közötti



10. ábra. A logaritmikus erősítő kimeneti jele



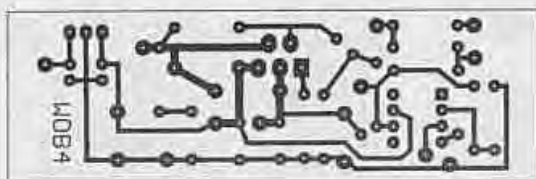
11. ábra. Az aluláteresztő szűrő kimeneti jele (burkológörbe)

feszültséget kapcsolva ellenőrizzük a  $T_{11}$  vezérlését! A komparátor áthillenése után és a fűrészjel visszafutása alatt az  $IC_{14}$  7. lábán a feszültségnek folyamatosan nullán kell maradnia, nem lehet rajta semmilyen tüske!

A vobulátor kipróbálásához hagyjuk  $C_{25}$  helyén a korábban használt 3,3 nF-os kondenzátort, forrasszunk be a  $C_{31}$  helyébe 1  $\mu$ F-ot, az  $IC_{22}$  2. lábára -mérendő áramkörként- egy 22 k $\Omega$ -os ellenállásból és 1 nF-os kondenzátorból álló elsőfokú passzív aluláteresztő szűrőt! Ennek kimenetét kössük össze az egyenirányító bemenetével! A fűrészgenerátor kimenetét ( $IC_{32}$  7. láb) kapcsoljuk rá az exponenciális erősítő bemenetére ( $IC_{31}$  5. láb)!

Az  $IC_{33}$  2. lábát kössük össze a +12 V és a földpont közé iktatott néhány k $\Omega$ -os potenciométerrel, amit a +12 V közelébe állítunk! A  $C_{15}$  helyébe 47 nF-ot forrasszunk 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 logaritmikus erősítő kimenetére és a szkóp Y erősítőjének és függőleges helyeztőszabályozójának állításával illesszük az ábra kisfrekvenciás részét valamelyik vízszintes osztásvonalra! A logaritmikus 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 visszangu-  
rik a sáv elejére, a jelnövekedés az egyenirányító szűrőjének hatása miatt késve jelenik meg a logaritmikus erősítő kimenetén (L<sub>1</sub>), ezért fontos a megfe-

lőően kis eltérési sebesség megválasztása.

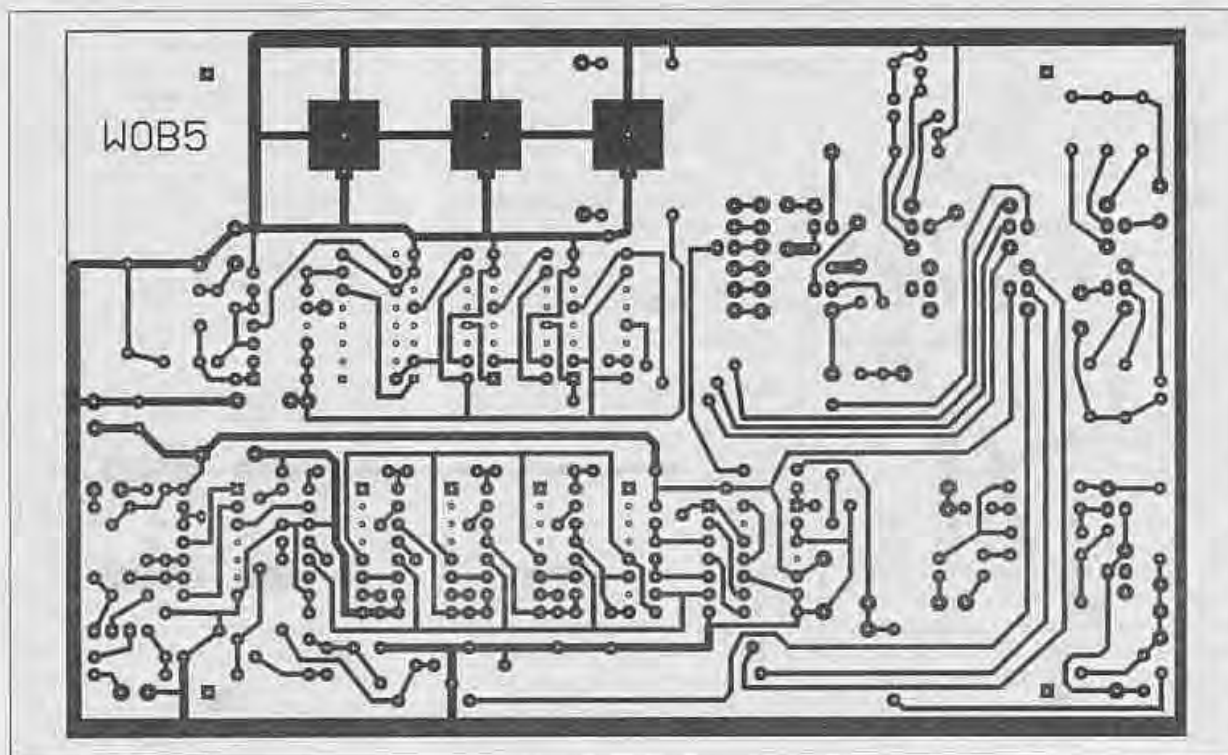
A vízszintes méret időben kb. 80 ms-ot, kimenő frekvenciában 1,5 dekádöt jelent. Az egyenirányító késleltetése kb. 6,5 ms, összhangban az elméleti 1,55 ms-os időállandó 3...5-szörösével. A jel kisfrekvenciás részén jól látható az egyenirányító kimenőjelenek maradék váltófeszültségű összetevője is (Y<sub>AC</sub>).

A logaritmikus 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

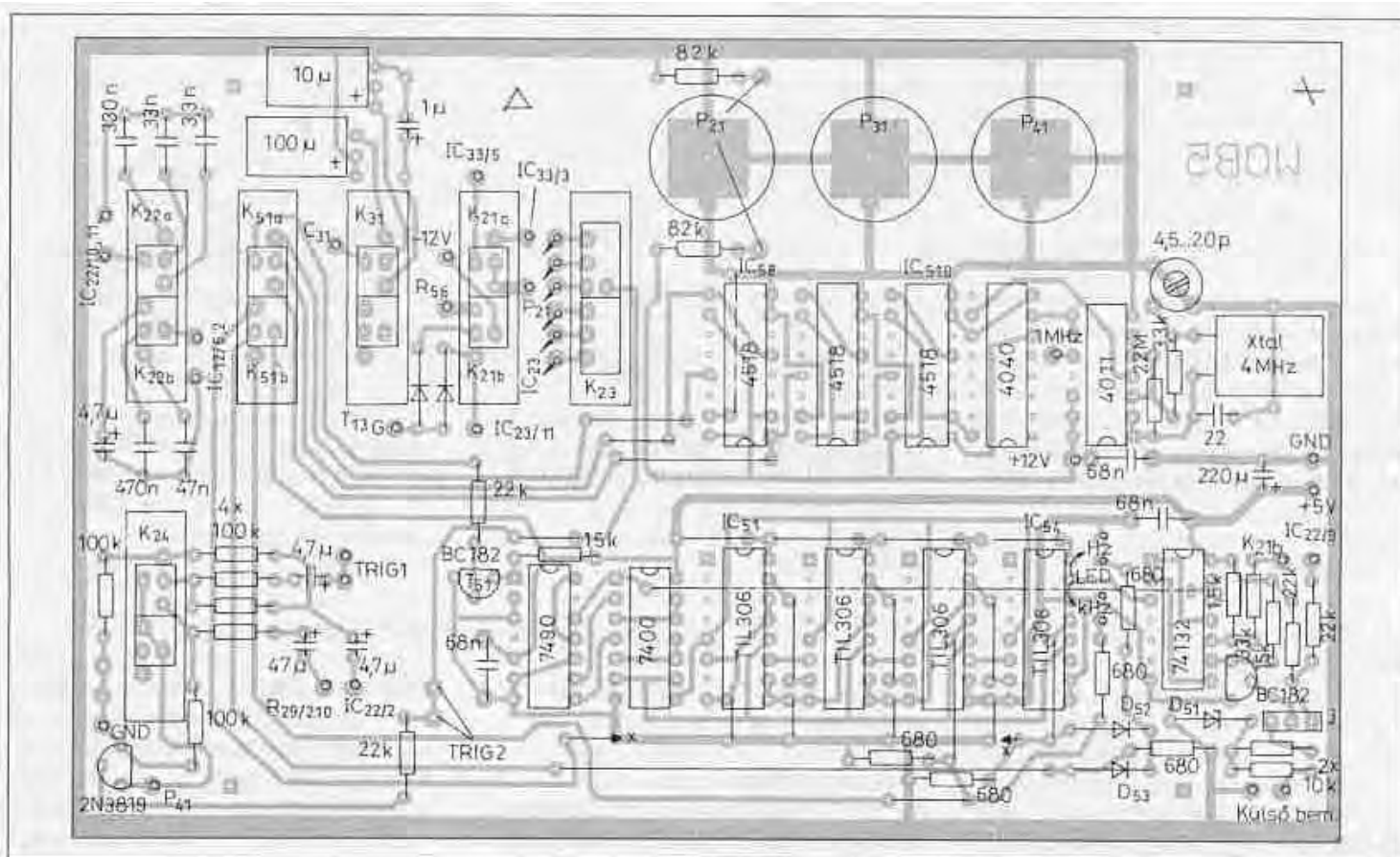
függőleges bemenetet kapcsoljuk a mérendő áramkörre, illetve az Y kimenetre, a triggerbemenetet pedig a TRIG<sub>1</sub> kimenetre! A kezelőszervek megfelelő beállításában egyszerre láthatjuk a korábbi két képet. Természetesen a vízszintes méretet most az oszcilloszkóp és a vobulátor fűrészfelfutásának 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

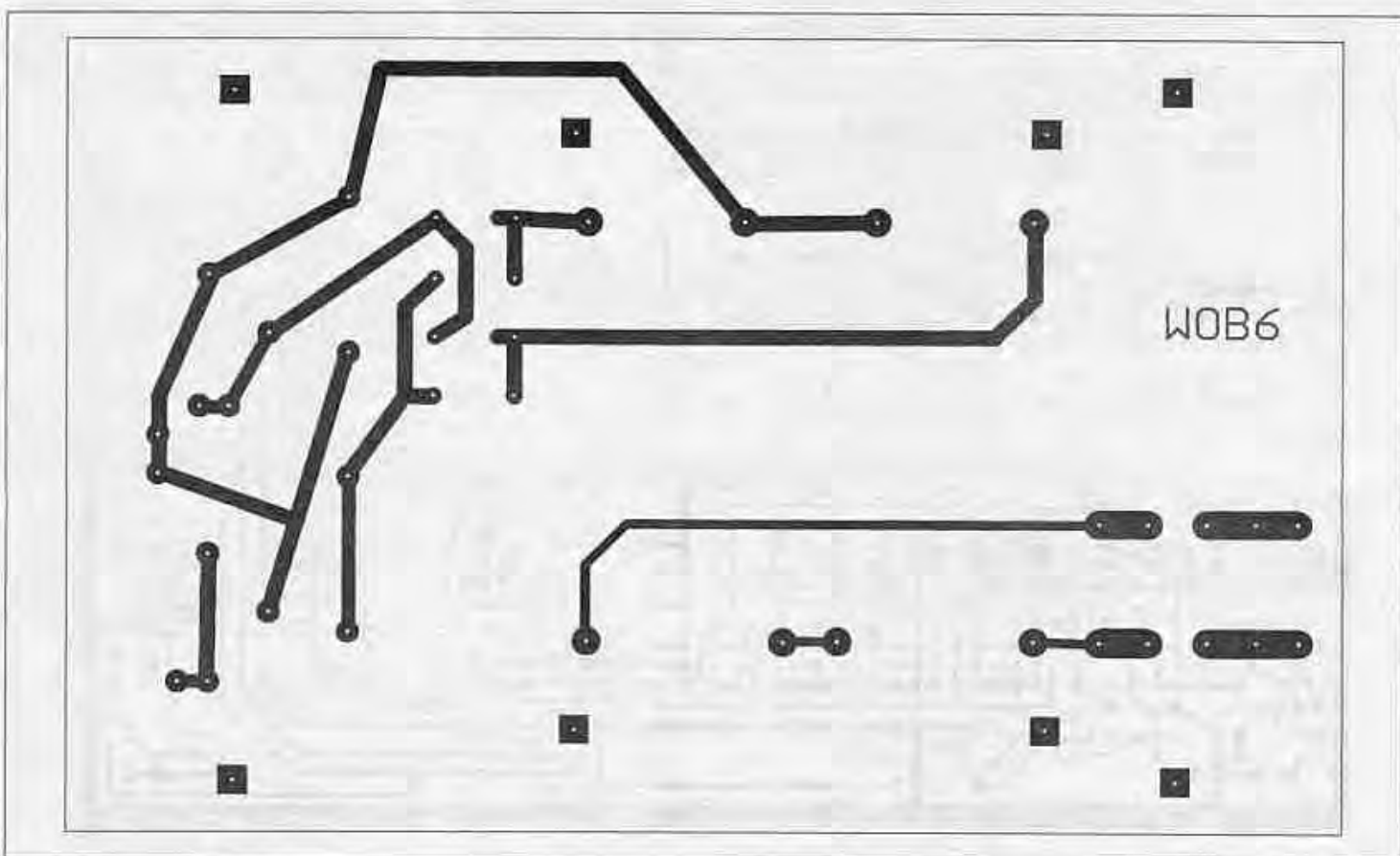
Az egység nyákrajza a 12. ábrán, a betöltési rajza pedig a 13. ábrán lát-



14. ábra. A WOB5-ös nyák rajza



15. ábra. A WOB5-ös nyák beültetési rajza



16. ábra. A WOB6-os nyák rajza

ható. Emellett a panelnél az IC-eket forrasztjuk be utoljára. Szereljük fel ezeket egyelőre csillám alátét és szilikonzsírozás nélkül a doboz oldallapjának megfelelő részére, hűzzük meg a rögzítőcsavarokat, majd forrasztjuk be a lábukat! A nagyáramú fóliacsíkokat rakjuk fel önnal! 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 helső 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 négyszögjelet! A  $K_{51}$  kapcsolót állítsuk az 1 ms-os állásba! A kijelzőn meg kell jelennie a generátor frekvenciájának.

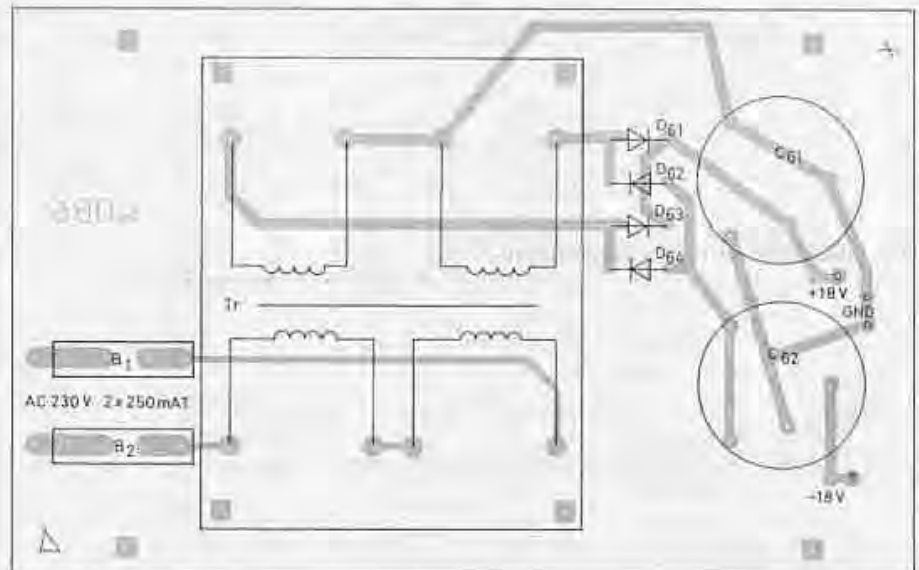
A helyes működést a  $K_{51}$  és a  $K_{21}$  másik két állásában is ellenőrizni kell még a nyákok végleges összeépítése előtt. A frekvenciamérő egyetlen beállítóelemet tartalmaz, a  $C_{52}$  kondenzátort, amellyel a kvarcoszcillátor finomhangolása végezhető el.

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 leadva a  $C_{52}$  forgatásával végezzük el a finombeállítást!

### Tápegység

A tápegység nyáklapját a 16. ábrán, beültetési rajzát a 17. ábrán látjuk. A kismennyiségű részek fóliacsíkjait rakjuk fel önnal! 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

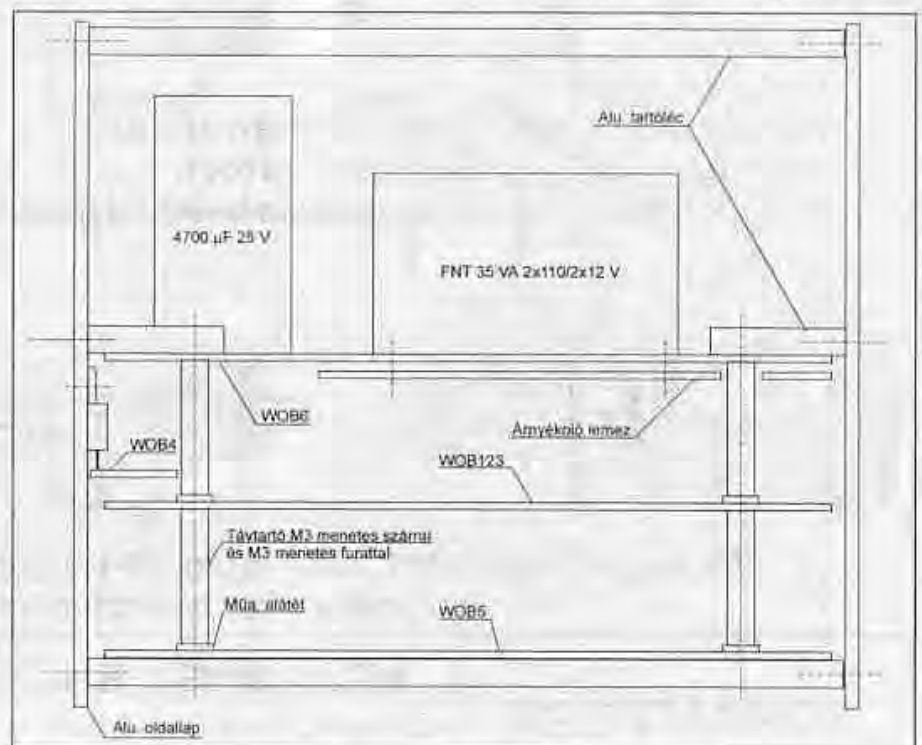
GND ponttal, így elektrosztatikus árnyékolást is kapunk!

### Összeszerelés

Az előzetesen már beállított WOB123 és WOB5 nyákokat szereljük össze mentes távtartókkal és szigetelő alátétekkel a 18. ábra alapján! Ezután forrasztjuk be a megfelelő pontokat összekötő vezetőket! Ehhez a művelethez hosszú, vékony és esetleg hajlított pákaesücsöt kell használni, de biztos,

hogy nem fogjuk letömi a korábban már beforgasztott vezetőket a nyákok ide-oda forgatásával. Vigyázzunk a huzalszigetelések épségére, mert az esetleges zárlatok nagy kárt okozhatnak!

A WOB123 és a WOB5 nyák összehozása 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 szkóppal a következők szerint végezzük: 0,1 ms/osztás elterítést és 1 V/osztás erősítést beállítva hozzuk a 0-vonalat az ernyő bal szélére! A függőleges bemenetet ezután kapcsoljuk a  $P_{41}$  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  $K_3$  átkapcsolásával változik. Ezután a távtartók és szigetelő alátétek felhasználásával az előzőekhez rögzítjük a WOB6 nyákat is. A doboz bal oldallapjára felszereljük a ki-és bemeneti csatlakozókat, beforsaszuk 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 ( $R_{41}$ ) a nyák fóliaoldalán helyezkedik el, a beültetési rajzon nem szerepel.

A háromerős hálózati kábelt a doboz jobb oldallapján elhelyezett kisméretű tömszelencén át vezetjük be, a zöld/sárga eret forrasszuk az itt elhelyezett banánhüvely forresésára! Az alacsony áramfelvétel miatt (kb.

100 mA a teljesítménykimenet terhelése nélkül) nem építettem be hálózati kapcsolót. Az oldallap rögzítése után forrasszuk be a jobb oldallapon elhelyezett földelő banánhüvelyt és a bal oldallap valamelyik esatlakozóját 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 üzemmódrára is. A mérendő áramkör bemenetére adjuk a megfelelő szintű és terhelhetőségű kimenet jelet, a mérendő hálózat kimenetét az egyenirányító bemenetére kapcsoljuk. Itt szükség esetén osztót kell használni, mert az egyenirányítót túlvezérelve annak határolása a logaritmikus erősítő kimenőjében nem feltétlenül hoz létre olyan látványos torzulást, mint pl. egy szinuszjel vágása.

A mérendő kapcsolás bemeneti impedanciájának lényegesen nagyobbának kell lennie a kiválasztott kimenet impedanciájánál, ezért trafókat, hangváltókat, hangszugárzókat mindig a teljesítménykimenetre kapcsoljuk. Érzékeny

kisjelű 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 beajósodnak egy jelentősebb túlvezérléstől (ezért nem célszerű fogdosással ellenőrizni az egyes csatornák működőképességét). Természetesen a jeltorzulás hatása most is érvényesülhet, de ezt könnyen kivédhetjük a mérendő áramkör kimenőjének 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  $t_d$ -vel jelöltem. Ha az egyenirányító időkésés nélkül tudná szolgáltatni a bemenőjel közepértékét, a frekvencia ugrásakor az Y jel is ugrana. Ez természetesen nem fordulhat elő, mert a fűrészfűrészfutási ideje nem 0, és a frekvenciaugrásra adott transziens 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 válaszszele 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.

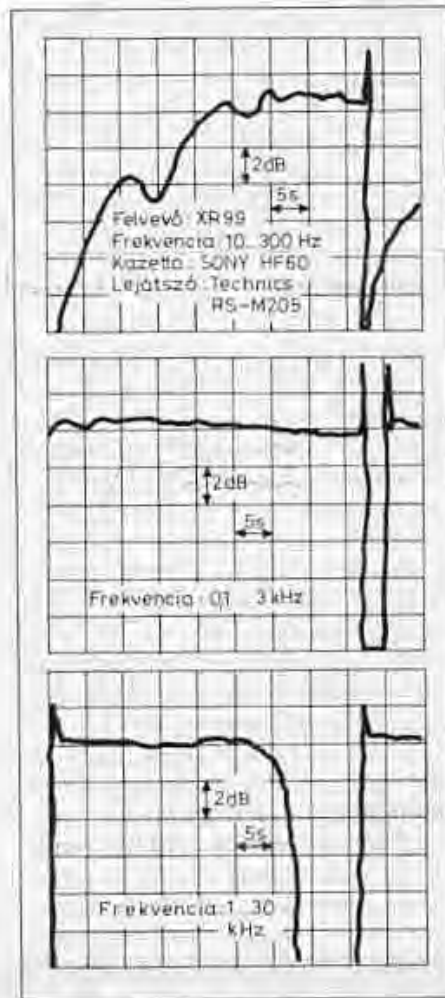
Ha megmérjük az eltolódást, kb. 30 mV-ot kapunk. Figyelembe véve, hogy az elsőfokú aluláteresztő szűrő meredeksége a törésponti frekvencián -10 dB/dekád, a frekvenciától  $10^{(0,1)} = 1,071$ -et kapunk. Ha a  $P_{21}$  állításával a vonalat visszavisszük a -3 dB-es magasságba, megmérhetjük a frekvencia helyes értékét. Ha a fűrészdőt 30 ms-ra csökkentjük, az ábra már minőségileg 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 hangszugárzók és környezetük mérésénél is, mert itt még a hang terjedési sebessége is késést okoz. Ha a hangszugárzótól 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 időközben 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 fűrészcíjnel viszont a nem tároló szköpokon 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).

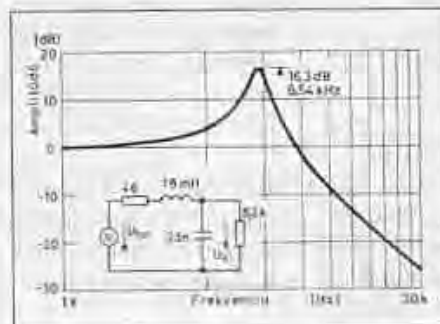
### Gyakorlati tapasztalatok

A műszer gyakorlati használhatóságának bemutatására mellékelek néhány példát, melyeket a Hitachi VC-6025 típusú digitális tároló oszcilloszkópjá-



19. ábra. Hangkazetta mérésének eredményei

val vettem fel. Az ábrák a képernyőre helyezett rászteres pauszra átrajzolásal 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 méréseknel a  $K_{21}$ -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  $10^{(1,55/42)} = 1,51$ -szeres 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 mérésémhez.

Másodfokú passzív aluláteresztő szűrő mérése (20. ábra): az áramkör soros ágát 18 mH és 46 Ω alkotja (ez a tekercsellenállás, a vasvesztéséget elhanyagolva), a párhuzamos ága; 8,2 kΩ és 33 nF (névleges értékek).

Elméleti adatok:  $f_0 = 6,53$  kHz,  $Q = 6,56$ , kiemelés  $20 \lg Q = 16,3$  dB. A szűrőt az 1 V-os kimenetről tápláltam, mert így kis impedancián kaptam a jelet. A vobulátoron mért értékek 100 ms-os fűrészcíjnel:  $f_0 = 7,2$  kHz. Kiemelés az Y jelben: 15,6 dB. Kézi letapogatással mért értékek:  $f_0 = 6,61$  kHz; feszültségmérés alapján  $Q = 6,13$ ;  $20 \lg Q = 15,74$  dB. A vobulátoron 1 s-os fűrészcíjnel  $f_0$ -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 EK 1996.



# Szélessávú, ferrites iránycsatolók

Bus László okl. villamosmérnök

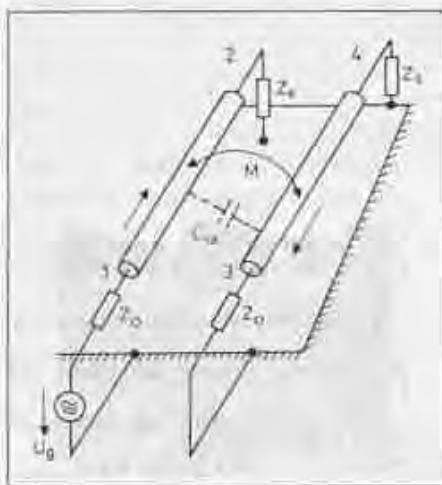
Nagyfrekvenciás adás-, és méréstechnikában továbbá kisebb közösségi rendszerekben és kábeltelevíziós hálózatokban (CATV: Cable Television,) széles körben alkalmazzák az iránycsatolókat. Az iránycsatolók négykapus, passzív, lineáris áramkörök, amelyek elnevezésüket onnan kapták, hogy a beérkező jel irányától 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:

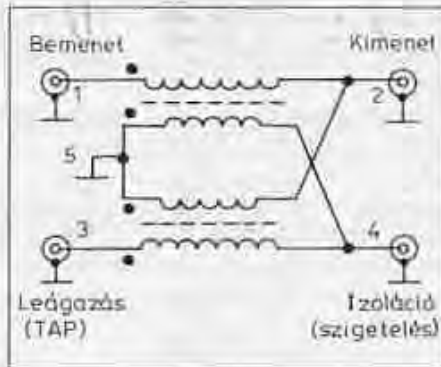
- haladóhullámúra,
- reflektálthullámúra.

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 erőtér 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 koncentrált elemes, 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 definíálásához 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)

$$A = 10 \lg \frac{P_{bc}}{P_{ki}} = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \quad [\text{dB}],$$

feszültségviszonyra áttérve:

$$A = 20 \lg \frac{U_1}{U_2} \quad [\text{dB}].$$

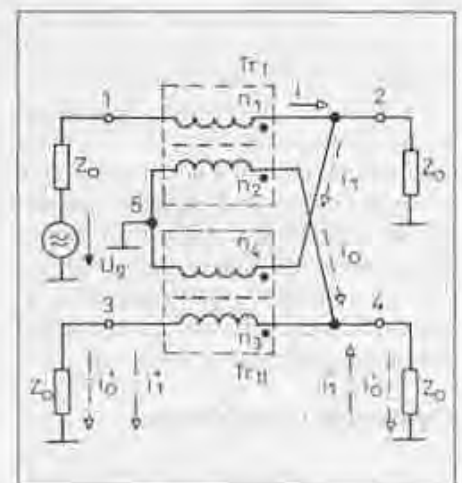
2) csatolási csillapítás, irányfoltosság (németül Koppeldämpfung, angolul coupling)

$$C = 10 \lg \frac{P_{bc}}{P_{tal}} = 10 \lg \frac{P_1}{P_3} \quad [\text{dB}],$$

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-nak, németül Stich-nek nevezik.



3. ábra. Az iránycsatoló működését illusztráló elvi kapcsolás

3) szigetelés (angolul isolation)

$$I = 10 \lg \frac{P_{bc}}{P_{ref}} = 10 \lg \frac{P_1}{P_4} \quad [\text{dB}],$$

$$I = 20 \lg \frac{U_1}{U_4} \quad [\text{dB}],$$

4) zárócsillapítás (németül Richtdämpfung, angolul out-tap v. directivity)

$$A_z = 10 \lg \frac{P_{in}}{P_{out}} = 10 \lg \frac{P_2}{P_3} \quad [\text{dB}],$$

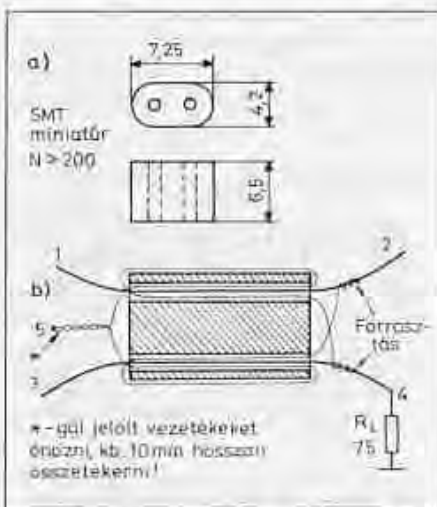
$$A_z = 20 \lg \frac{U_2}{U_3} \quad [\text{dB}],$$

5) ütközési -, visszaverődési csillapítás (németül Rückflussdämpfung, angolul return loss)

$$S = 10 \lg \frac{P_{hal}}{P_{ref}} \quad [\text{dB}],$$

$$S = 20 \lg \frac{U_1}{U_4} \quad [\text{dB}],$$

Ez utóbbi összefüggés mindkét vonalra érvényes (az indexek értelemszerű behelyettesítéssel), és azok illesztésének jóságára utal. Ha az iránycsatoló e paraméterének értéke dB-ben kifejezve minél nagyobb, akkor a vonalak jól illesztettek a rendszerimpedanciához. Az iránycsatolóknak elegendő 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 magmagne-  
rete és típusjelölése a), elkészít-  
ett példánya 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  $\Gamma_0$  értéknél:

$$|S_{11}| \leq \Gamma_0,$$

ahol:  $S_{11}$  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:

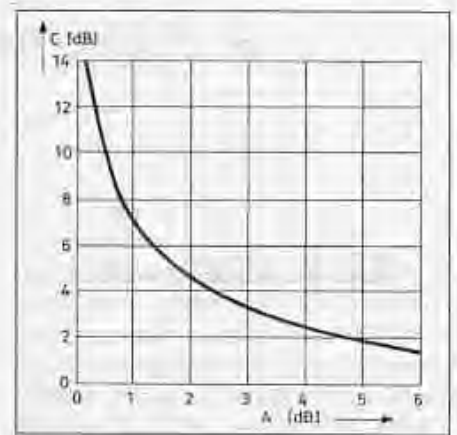
$$I - C = D \geq D_0.$$

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 vételtéchnikában 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 tekercselések (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, így 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 iránycsatoló két szélessávú transzformátorból épülnek fel. Az ábrából jól látható, hogy a  $Tr_1$  primer tekercsén ( $n_1$ ) átfolyó  $i$  áram hatására a

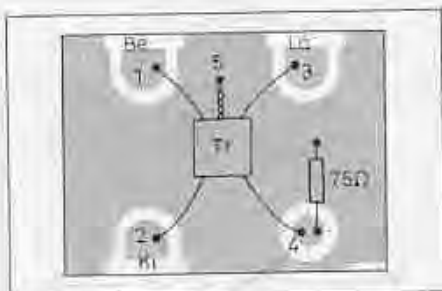


5. ábra. A csatolási- és az áteresztő irányú csillapítás közötti kapcsolat

szekunder tekercsében ( $n_2$ ) feszültség indukálódik, amely feszültség ellentétes irányú az őt létrehozó hatással ( $i$  áram). Ugyanakkor  $i_1$  áram folyik a  $Tr_1$  transzformátor szekunder ( $n_4$ ) tekercsén, és feszültséget indukál  $Tr_1$  primer ( $n_3$ ) tekercsében. Ez utóbbi indukált feszültség hatására a segédvonal 3-as és 4-es pontját lezáró  $Z_0$  hullámellenállásokon egy  $i'_3$  (3-as pont) és egy  $i'_4$  (4-es pont) áramkomponens fog átfolyani. A  $Tr_1$  transzformátor  $n_2$  tekercsében indukált feszültség a 3-as pontot lezáró  $Z_0$  hullámellenálláson egy  $i''_3$  és a 4-es pontot lezáró  $Z_0$ -on egy  $i''_4$  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 *elviekben* 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 csató-



6. ábra. A leágazó (iránycsatoló) nyákrajza



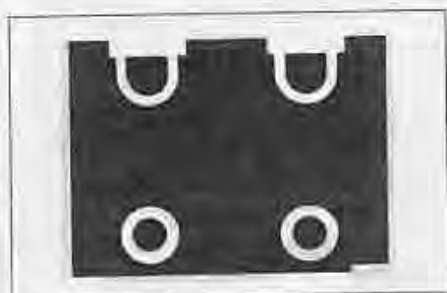
7. ábra. A leágazó beültetési rajza (a család 7 dB-es tagja látható)

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 tekeresformában kivitelezett vezetők hossza lerövidíthető, ami a felső határfrekvencia növelését, míg a ferritanyag permeabilitásának növelése az alsó határfrekvencia csökkenését eredményezi.

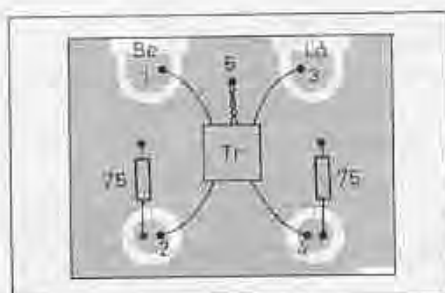
Esetünkben  $N > 200$ -as, kétlyukú, lila színjelölésű ferritmagnet választottunk. Ezzel a magtípus választással sikerült a VHF/UHF sávot átfogni, amely frekvenciában 40-től 862 MHz-ig terjedő tartományt jelent. A leágazó készítéséhez használt ferritmagnet profilját és méretét a 4a. ábrán látjuk.

A  $T_{r1}$  transzformátor tekeréseit a következőképpen készítjük el: először a méretre vágott szekunder huzaldarabját átdugjuk a ferritlyukon és jobbról balra történő tekereselési irányval a kicsatolási csillapítás értékéhez tartozó menetszámot föltekercsük a ferrittestre.



8. ábra. A véglezárós változat főléváza

A szekunder meneteit a ferritlyukban és a ferrittesten szorosan egymás mellé tekerjük. Most a primer 30 mm hosszú darabját átdugjuk a ferritmagnet egyik lyukán. Ugyanezzel a tekereselési móddal elkészítjük a  $T_{r1}$  trafó tekeréseit, ahol a szekunder tekereselésének iránya megegyezik  $T_{r1}$  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 ónozzuk be. A jobb oldalon levő szekunder végeket keresztbe hajtva, azaz  $T_{r1}$  szekunderének végét  $T_{r1}$  primerére 2-3 menettel rátekerjük, majd  $T_{r2}$  szekunder végét



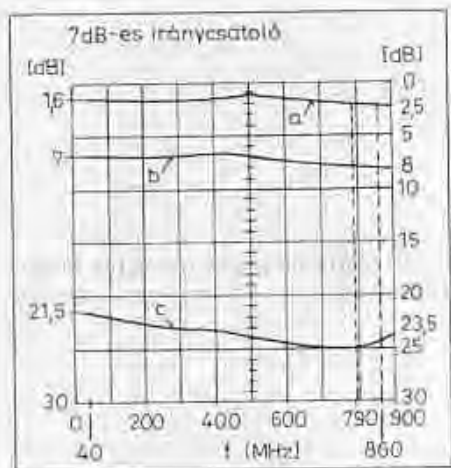
9. ábra. A véglezárós változat beültetése (a 7 dB-es tagot választottuk)

$T_{r1}$  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 tekerésének adatai minden egyes változatánál ugyanazok:  $n = 1/2$  menet,  $l = 30$  mm, anyaga: ónozott réz,  $\varnothing 0,6$  mm

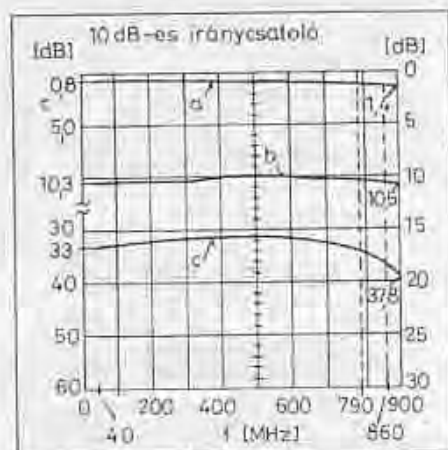


10. ábra. 7 dB-es iránycsatoló jellemzőinek változása a frekvencia függvényében: beiktatási csillapítás a), kicsatolási (leágazási) csillapítás b), záró csillapítás c)

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)

$$P_1 = P_2 + P_3$$

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  $U_3 = 0,4466 U_1$

$$\frac{U_1^2}{Z_0} = \frac{U_2^2}{Z_0} + \frac{U_3^2}{Z_0}$$

$$U_1^2 - 0,4466^2 U_1^2 = U_2^2$$

$$U_1^2 - 0,1995 U_1^2 = U_2^2$$

$$0,8005 U_1^2 = U_2^2$$

$$A = 20 \lg 1,118 = 0,969 \text{ dB}$$

A két mennyiség közötti kapcsolatot diagramban ábrázolva az **5. ábrán** látható görbét kapjuk.

Az iránycsatoló nyákrajzát az **6. ábrán** adtuk meg. Egyoldalasan felfrozott nyáklemezezt 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 -véglezárosnak- nyákrajza 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 felfrozott 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

csepptípusúak 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

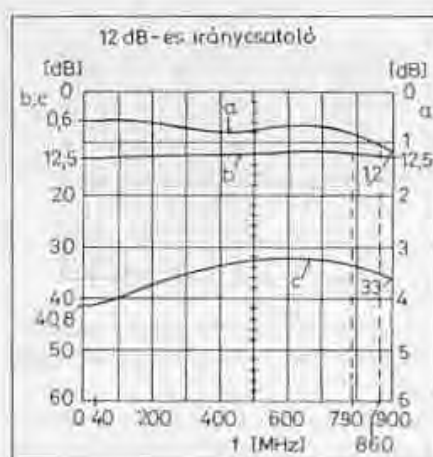
Műszaki adatok	
Frekvenciatartomány	40–862 MHz
Beiktatási csillapítás	0,5–1,3 dB
Csatolási csillapítás	12 $\pm$ 0,8 dB
Záró csillapítás	> 30 dB

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.

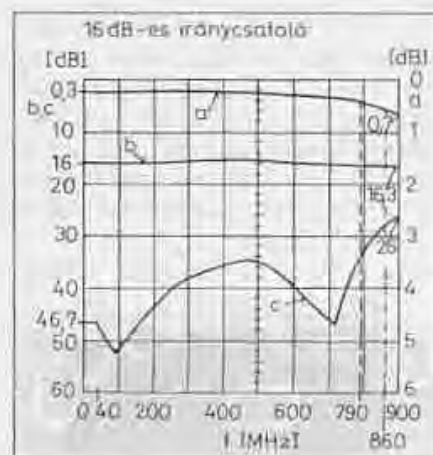


**12. ábra.** 12 dB-es leágazó paramétereinek változása a frekvencia függvényében: áteresztő irányú csillapítás a), kicsatolási csillapítás b), záró csillapítás c)

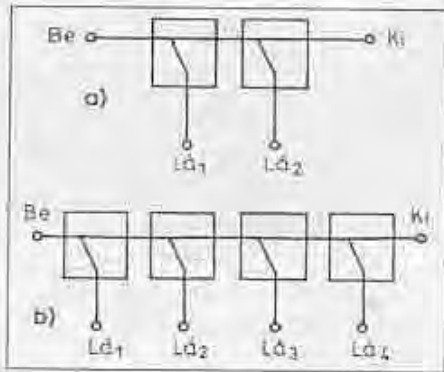
Az egyes változatoknál a jó átvitel és a megfelelően nagy zárócsillapítás érdekében kompenzáló kapacitásokat építettünk be az áramkörbe, melyeknek értéke a **2. táblázatban** található. Ennél a változatnál a szekunder tekercs meneteit a ferritmag lapos részére is tekerhetjük.

### 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

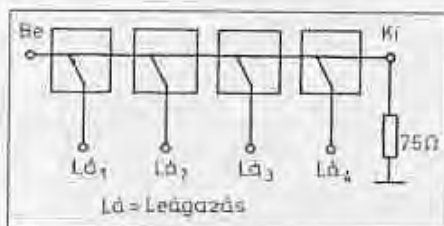


**13. ábra.** 16 dB-es leágazó paramétereinek változása a frekvencia függvényében: áteresztő irányú csillapítás a), kicsatolási csillapítás b), záró csillapítás c)



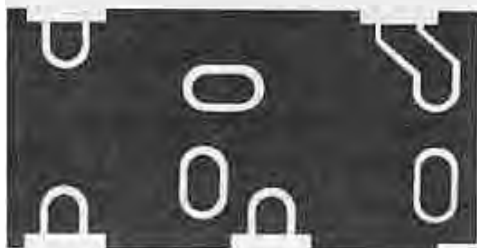
14. ábra. Iránycsatolók felfűzése (láncbakapcsolása) vázlatosan: két kimenettel a), négy kimenettel b)

A frekvenciatengelyen két frekvenciaértéket jelöltem meg, amelyek közül az egyik az UHF tartomány 60. csatornájához tartozik (eddig van a sáv nálunk kibaszálva földi sugárazásra), míg a másik a 69-es csatornára értendő (ez a nagyobbik érték a nyugat-európai országokra vonatkozik illetve már vannak nálunk KTV (kábeltevé) hálóza-

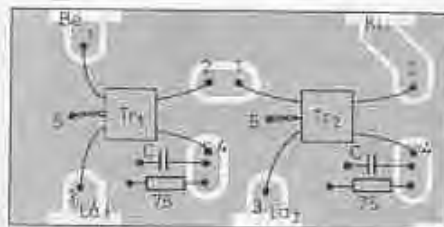


15. ábra. Iránycsatolók felfűzése (láncbakapcsolása) vázlatosan: négykimenetű véglezárós változat

tok, amelyek felső határfrekvenciája 862 MHz). Az eddigiekből azt láthatjuk, hogy jó paraméterekkel rendelkező leágazókat megfelelő tekerceselési móddal és megfelelő relatív permeabilitású ferritmag választásával készíthetünk. Eddig még nem esett szó a veszteségekről. A leágazókban fellépő



16. ábra. Kétkimenetű leágazó fóliarajza

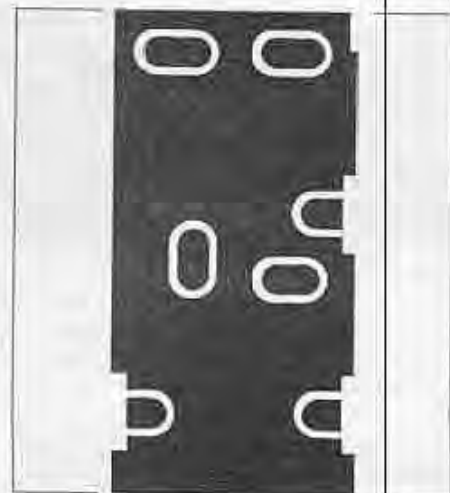


17. ábra. Kétkimenetű leágazó beültetési rajza (12 dB-es változatot adtuk meg)

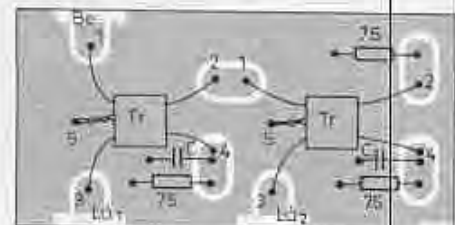
veszteség függ a választott ferritanyag-tól, a ferritesten kívül futó (csatoló zónán kívül eső) vezetékek hosszától. Ezek a vezetékdarabok sugároznak, tehát sugárási veszteség lép fel. A sugárási veszteség a ferritalakzatok méreteinek optimalizálásával redukálható, egyébként a veszteségek közül ez a legkisebb. Továbbá veszteség keletkezik a szkin-hatás miatt és az illesztetlenségből. 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 tartsuk. A nagyfrekvenciás jel külön-

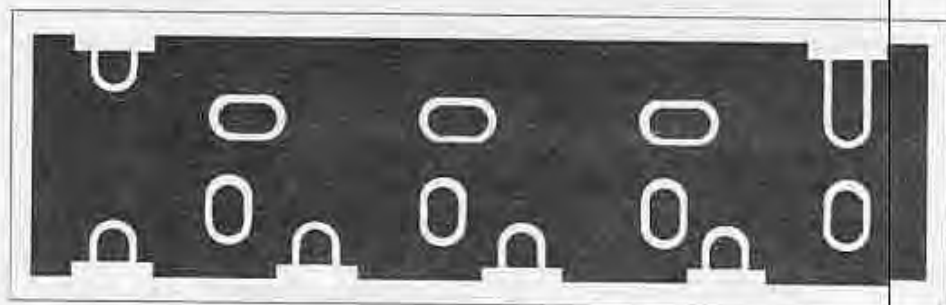


18. ábra. Kétkimenetű, véglezárós leágazó nyákrajza

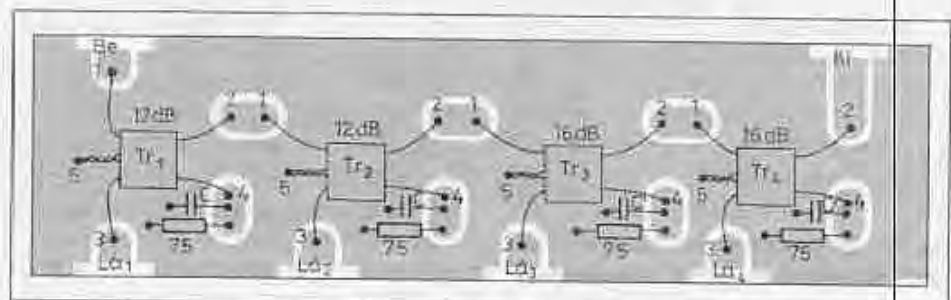


19. ábra. Kétkimenetű, véglezárós leágazó beültetési rajza (itt is a 12 dB-es látszik)

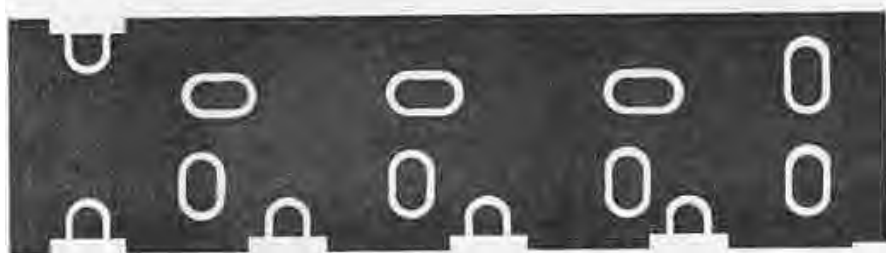
böző teljesítményszinten történő kicsatolását a leágazók soros felfűzésével illetve szétosztással tudjuk megvalósítani.



20. ábra. Négykimenetű leágazó fóliázata



21. ábra. Négykimenetű leágazó beültetése

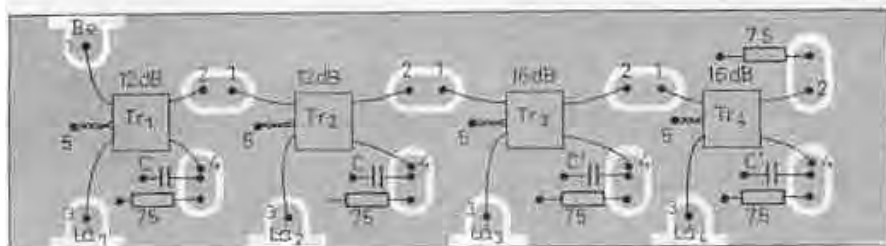


22. ábra. Négykimenetű, véglezáros iránycsatoló nyákja

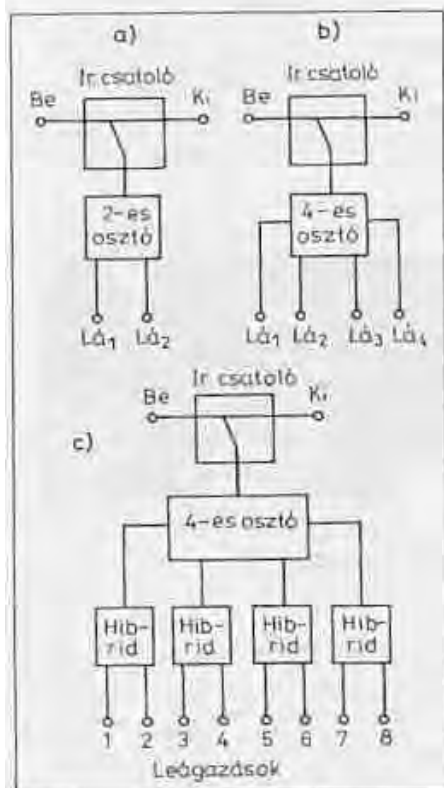
a) lépcsős (felfűzött) változat

A felfűzéssel többkimenetű leágazókat készíthetünk. A gyakorlatban ezeknek a legelterjedtebb típusa a 2- és a 4-kimenetű, 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-

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-



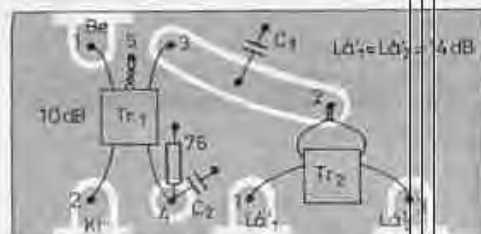
23. ábra. Négykimenetű, véglezáros iránycsatoló beültetése



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 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) hozzák 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.

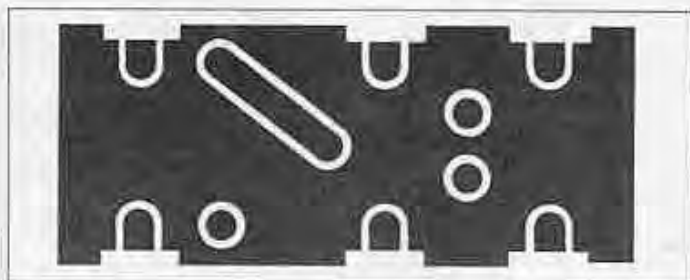
A „3-lábú trafók” ( $Tr_2, Tr_3, Tr_4$ ) elkészítési módja az 1999-es RTÉK 104. old. 3. ábráján található.

juk. A leágazók elvi rajza a 14. ábrán látható, a négykimenetű, véglezáros változatát a 15. ábrán.

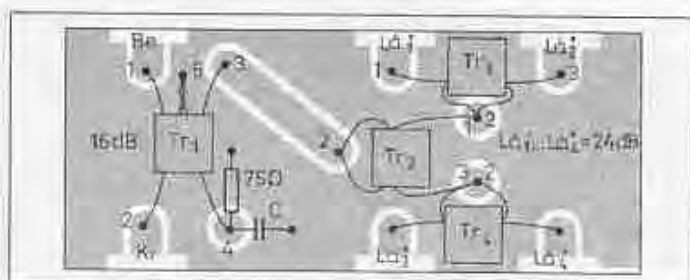
Az ún. lépcsős kicsatolási csillapítású változatoknál a leágazások csillapítási értéke között a 0,5...1,5 dB-es különbségek mérhető. Ez egyes hálózati felépítéseknel előnyös lehet, mivel a távolabb eső csatlakozási ponton egy kisebb csillapítású kimenetről biztosított csatlakozással közel azonos jel-szintek érhetőek el a többi ponthoz viszonyítva.

Itt az egyes kimenetek között mérhető csillapítás az áthallási csillapítás, ami a 14.a ábra alapján  $L_{á1}-L_{á2}$  (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-



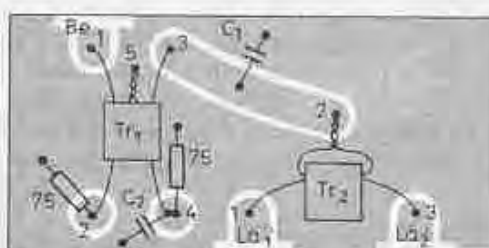
27. ábra. Szétosztott, négykimenetű leágazó nyákrajza



28. ábra. Szétosztott, négykimenetű leágazó beültetési rajza (a család 16 dB-es változata)



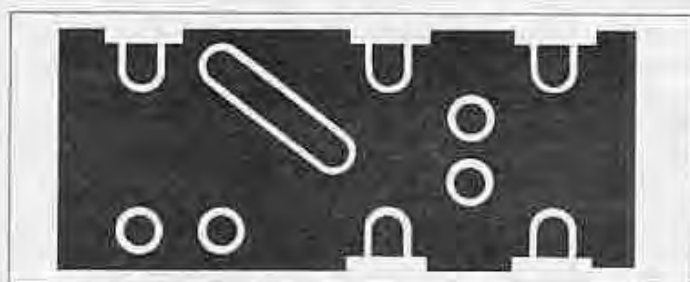
29. ábra. Szétosztott, kétkimenetű, véglezáros iránycsatoló fólia-rajza



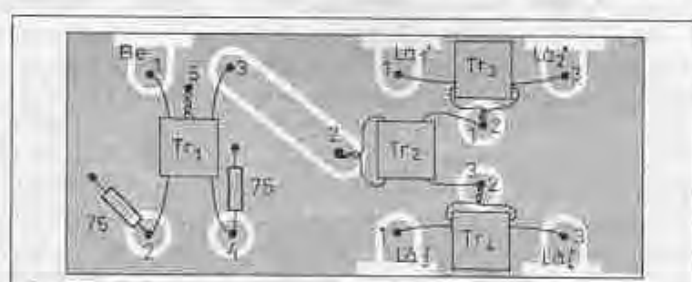
30. ábra. Szétosztott, kétkimenetű, véglezáros iránycsatoló beültetési rajza (a 10 dB-es változat lett választva)

mindkét esetre 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 esillapítás 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



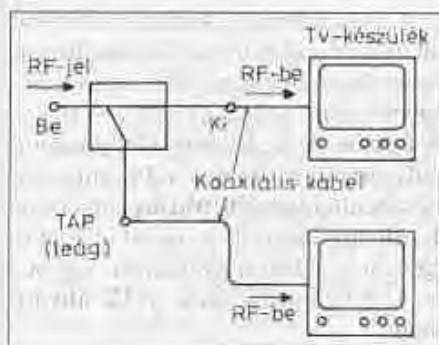
31. ábra. Szétosztott, négykimenetű, véglezáros iránycsatoló nyákja



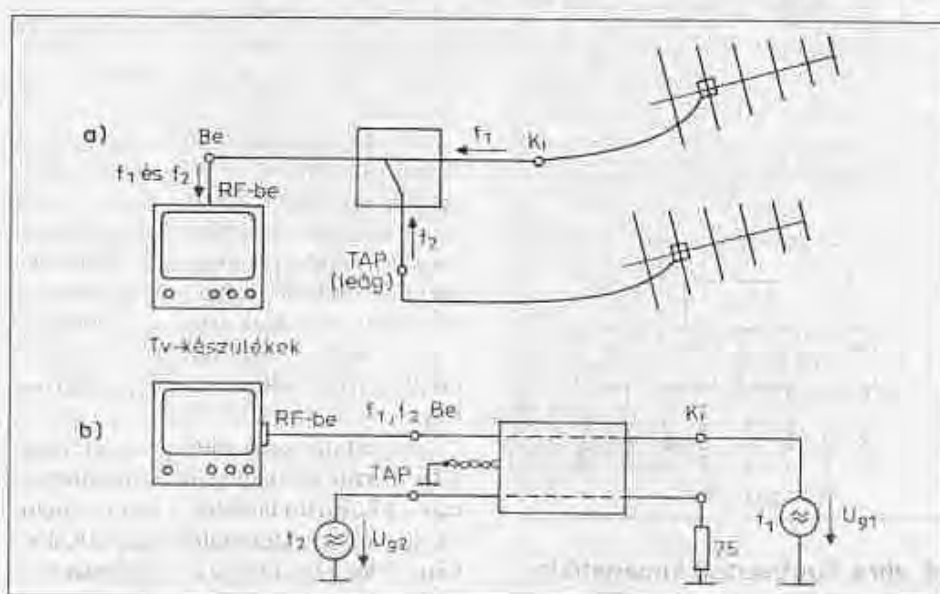
32. ábra. Szétosztott, négykimenetű, véglezáros iránycsatoló beültetése (a család 7 dB-es tagja látható)

## Alkalmazás

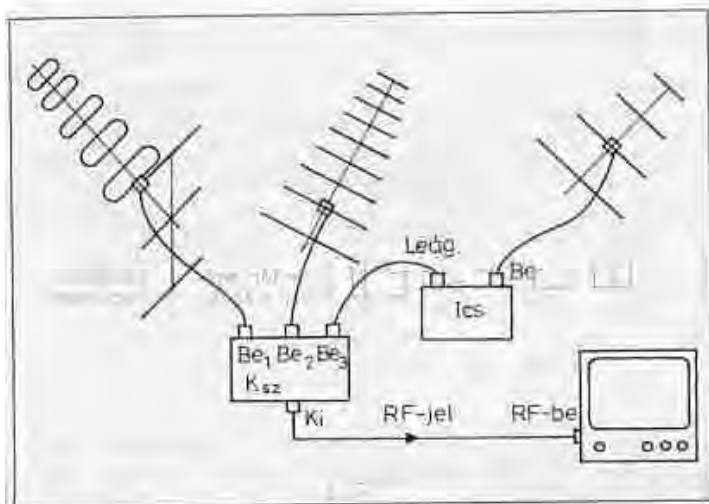
A cikk ebben a részében a leágazók gyakorlati alkalmazására mutatunk megoldásokat. A vételtechnikai kérdések lehetnek egyedi vagy közösségi jellegűek. A közlemény ebben a részében



33. ábra. Leágazó alkalmazása „szétosztóként”



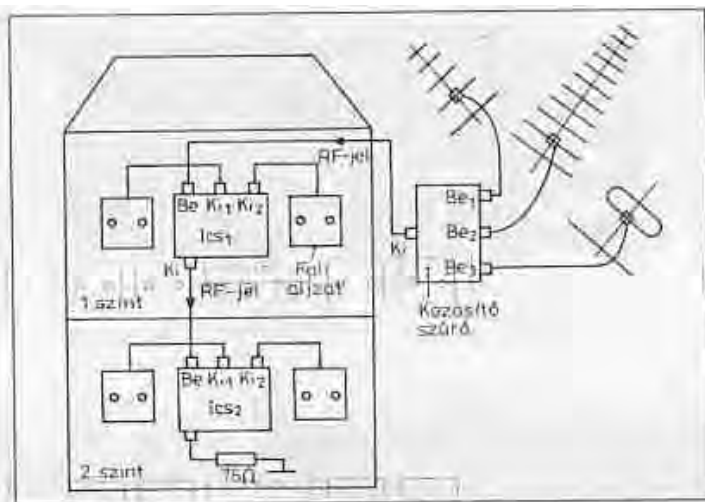
34. ábra. Leágazó mint „közösítő szűrő”: az egyes antennák bekötése a), a bekötés helyettesítőképe b)



35. ábra. Véglezárós 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 esatorma). 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 ( $u_{p1}$  és  $u_{p2}$ ). E két generátort egymástól a zárócsillapítás választja el egymástól. Az alapfelépítés véglezárós formája (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 hemenő fokozatát. Ebben az esetben a jelszint csökkentésére az iránycsatoló csatolási 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 (véglezárós és nem véglezárós változat)

társasház tv- és FM-rádió műsorral való ellátása a feladat. Az antennák jeleinek közösítő szűrővel történt beközösítése 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 (véglezárós és nem véglezárós) 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 aljazatokon azonos szintű jelek vannak jelen.

A leágazó család újabb konfigurációját mutatja be a 38. ábra, a felfűzött változatot. Ezen az ábrán egy négykimenetű, véglezárós 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 aljazatokon azonos vagy 1–2 dB-en belül azonos szintek legyenek!*

E témakör zárszavaként annyit jegyezni 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.

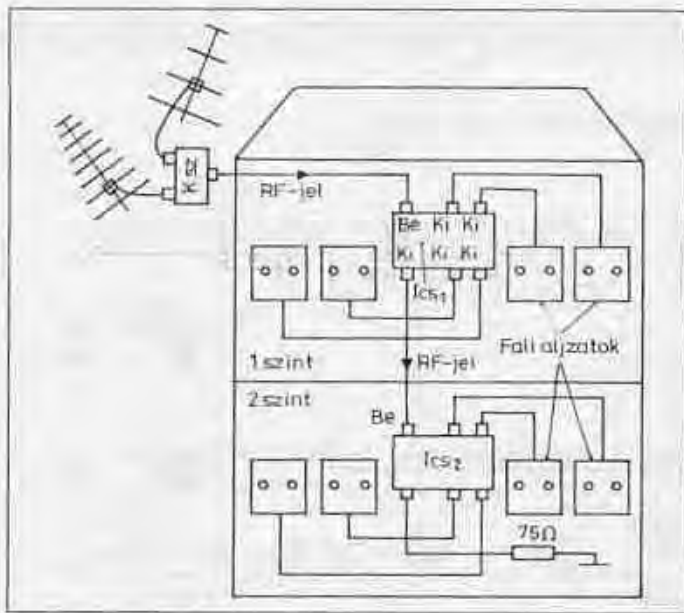
A leírásból látható, hogy a leágazók (iránycsatolók) elkészítése különösebb műszaki felkészültséget nem igényel. A cikk alapján otthon bárki műszerezettség nélkül elkészítheti a neki megfelelő változatot, és a gondosan elkészített példányok jól működnek; tulajdonképpen ez volt a cikk megírásának az alap 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.

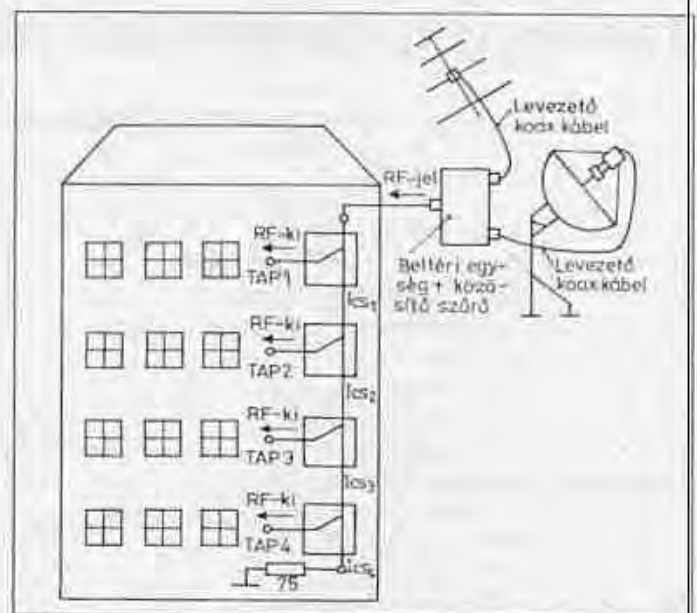
#### Felhasznált irodalom

1. 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 (véglezárós és nem véglezárós változat)



38. ábra. Földi és műholdas programok szétosztása egy négyszintes lakóházban: felfűzött, négykimenetű, véglezárós leágazóval

2. Solti Miklós: Kábeltelevíziós elosztó hálózatok tervezése, Távközlési Könyvkiadó 1995.  
 3. Dr. Kása István: Mikrohullámú integrált áramkörök, Műszaki Könyvkiadó 1978.

4. Dr. Kovács Ferenc: Févezetők nagyfrekvenciás alkalmazása, Műszaki Könyvkiadó 1978, 2. kiadás.

5. Bus László: Iránycsatlók az RH- és az URH-technikában, Rádiótechnika Évkönyv 1992, 166-175. oldal.

**ELSŐ KÉZBŐL...**

**... KÖZVETLEN A GYÁRTÓTÓL**

**TIMONTA**

ZAVARSZŰRŐ

**narda**

MIKROHULLÁMÚ ELEMEEK

**MÁR 10 ÉVE...**

**PIHER**

POTMÉTER, TRIMMER



OLVADÓBETÉT  
FOGLALAT



MOTOR

**NEOSIO**

INDUKTÍV ELEMEEK

**MARQUARDT**

HÁLÓZATI KAPCSOLÓ  
MIKROKAPCSOLÓ

**dau**

HŰTŐBORDA  
TRIMMERKONDENZÁTOR

**MGB**

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

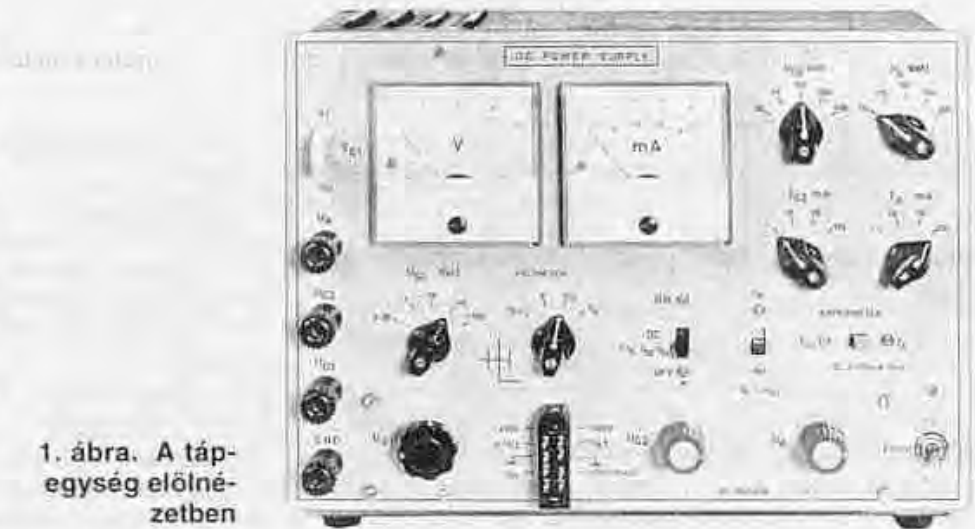
Dr. Hetényi László okl. villamosmérnök, HA5BK

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 segédraés-, 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 segédraésfeszültség-tartomány a szokásos, valamint a 0...-100 V-os előfeszültség a vezérlőrács számára. NPN típusú félvezetőkkel 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 segédraésfeszültség terhelhetősége az egész üzemi tartományban  $I_{max} = 100$  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 segédraésáramot árammérő

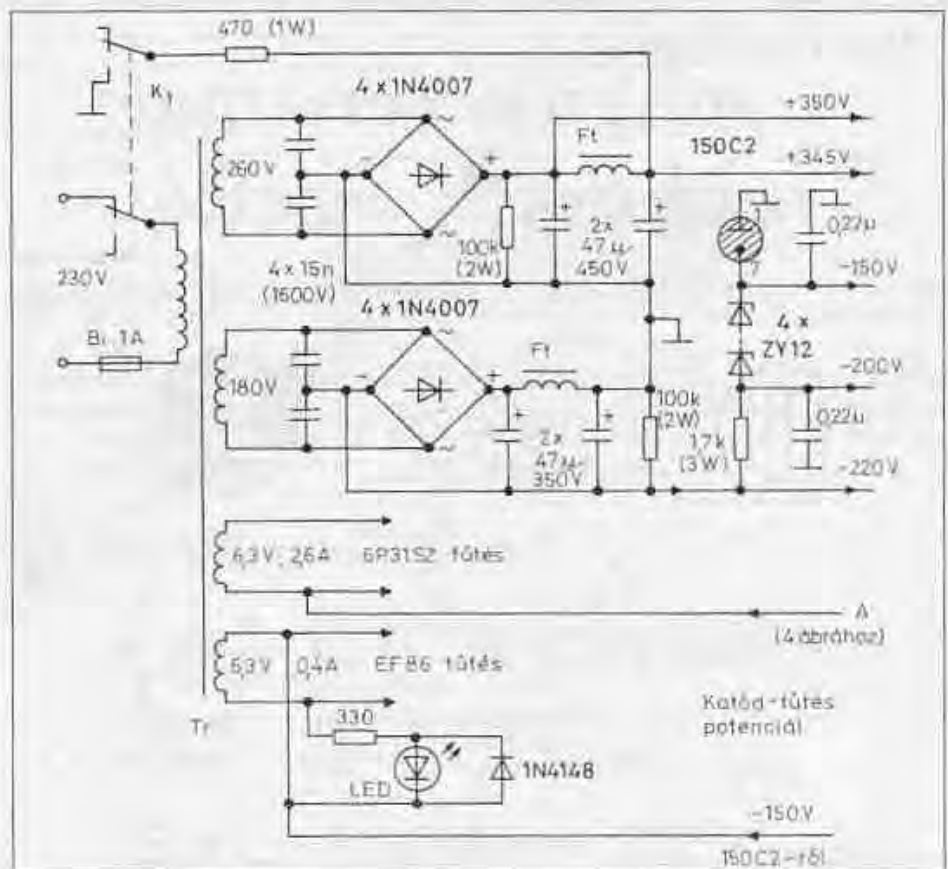


1. ábra. A tápegység előlapi felületén

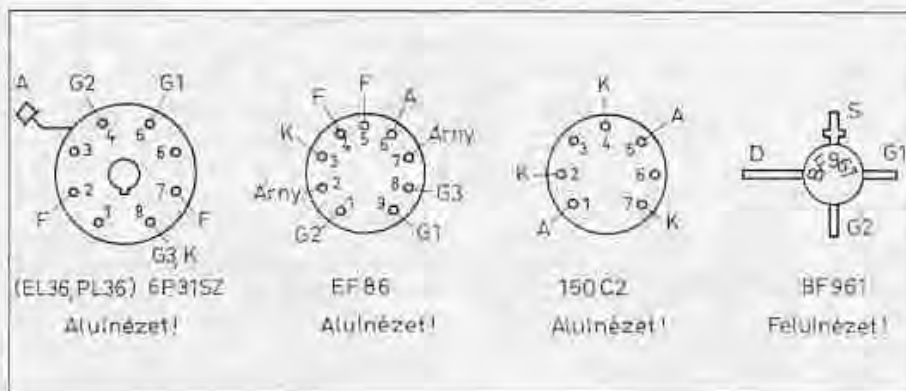
mutatja, amely 4 méréshatárban átkapcsolható (1 - 10 - 50 - 100 mA).

Az anódfeszültség és a segédraésfeszültség 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 előnézeti képe az 1. ábrán látható. A készüléket egy  $325 \times 235$  mm előlapméretű és 180 mm mély fémlemez 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-egyenirányítói ( $4 \times 1N4007$ ) 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 csövhöz 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-bé kapcsolást végzi, a másik kapcsoló-fél pedig a készülék kikapcsolásakor a  $470 \Omega/1$  W-os ellenálláson keresztül kísüti 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 szűréshez képest). A tápegység áramköréhez rajzoltuk a negatív feszültségek stabilizátor-egységét, amely egy ködfénylámpás (gáztöltésű) csövből és 4 db ZY12 jelű Z-diódából áll. A 150C2 típusjelű stabilizátorcső szolgáltatja a  $-150$  V-os referencifeszültséget, 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  $11 \text{ cm}^2$  vasmagkeresztmetszetű transzformátor és az M42-es vasmagokra esévelt fojtótekercsek adatai az alábbiak:

Tekercs	Menetszám	Huzal
230 V	850	$\emptyset 0,35$ CuZ
180 V	715	$\emptyset 0,15$ CuZ
260 V	1030	$\emptyset 0,18$ CuZ
6,3 V	26	$\emptyset 1$ CuZ
6,3 V	26	$\emptyset 0,5$ CuZ
Fojtótekercs:	550	$\emptyset 0,18$ CuZ

Az átteresztőcsövek közös fűtőtekercsét az  $U_A$  és  $U_{G2}$  kimeneti feszültségek átlagértékére kell hoznunk, hogy

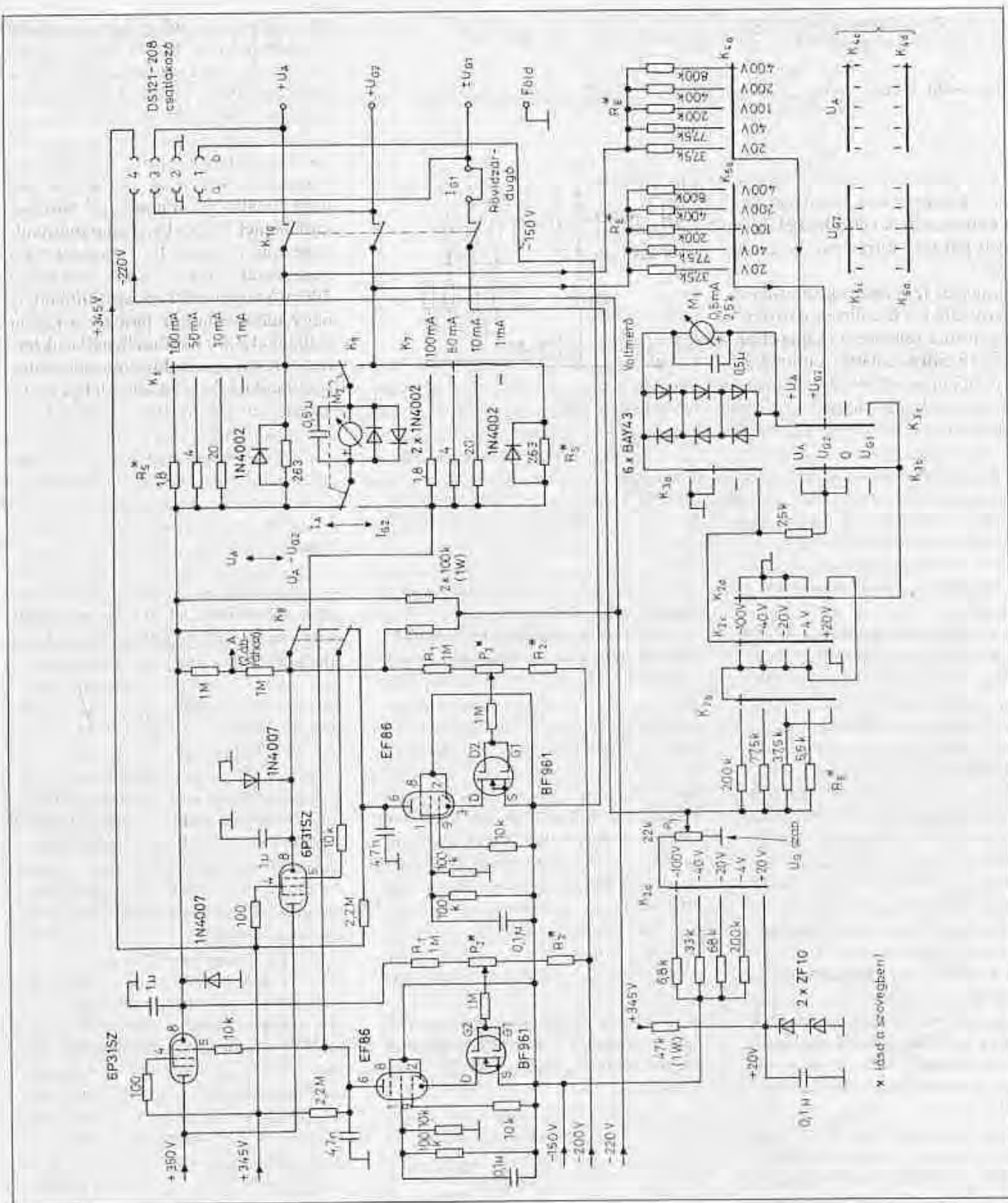
a csövek katód-fűtőszál közötti feszültség-terhelését a lehető minimálisra csökkentjük. Ezért a fűtőtekercs és így a fűtőszálak, egy 2 db 1 M $\Omega$ -os ellenállásból álló feszültségosztó közepére csatlakoznak. Az EF86-ok fűtőszála a  $-150$  V-os referencifeszültségre kötendő.

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 segédrcsai 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 segédrcsán és vezérlőrcsán lévő soros 100  $\Omega$ -os és 10 k $\Omega$ -os ellenállások a nagyfrekvenciás hegerjedést vannak hivatva kiküszöbölni. Ugyanezt szolgálják az EF86-os anódja és a föld közé iktatott 4,7 nF-os kondenzátorok is. Az átteresztőcsövek vezérlőrcsát egy-egy EF86-os erősítőcső vezérli. A 2,2 M $\Omega$ -os munkaellenállás ezen a helyen meglehetősen nagyra tűnik, de mivel a szabályozó áramkörben van, az esetleges nemkívánatos rácsáramokat a fokozat automatikusan kiszabályozza.

Az EF86-os elektroncsövek katódja a  $-150$  V-os referencifeszültségre 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 segédrcsafeszültsége a katódhoz képest kb.  $+75$  V, amit a két 100 k $\Omega$ -os ellenállásból alkotott feszültségosztó hoz létre.

A kapcsolat 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 ( $U_{10} = 5\%$ -nál); kb. 100-szoros



4. ábra. A stabilizátor- és műszeráramkörök kapcsolási rajza

- 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 feszültségátár más és más ellenállás-elemeket 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 rácscs kapcsolásban dolgoznak és a -150 V-hoz mért katód-feszültségük szűkít a BF961 MOSFET drain-oldali tápfeszültségéül. Ez a feszültség ép csövek esetén nem lépi túl a kb. +6 V-ot, mert ezen feszültség felett a cső lezár. Ez a

feszültség viszont teljesen elfogadható a tranzisztor számára. A MOSFET gate elektródáit egy soros 1 M $\Omega$ -os ellenállás védi az osztó felől érkező túlfeszültségtől és túláramtól. A gate elektródákkal párhuzamosan (a tokon belül) „beépített” védődiodák 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:

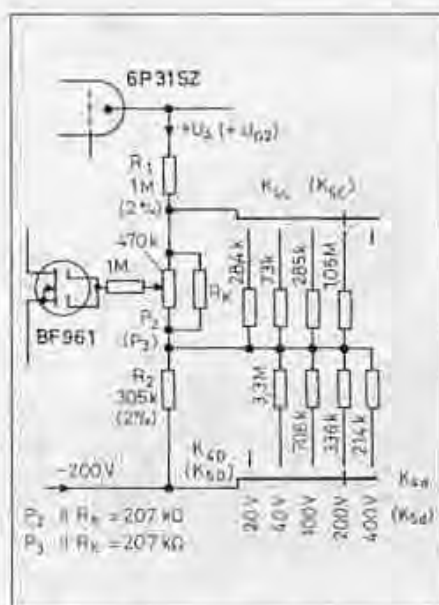
- Minden feszültségtartomány 0 V-tal kezdődjön a szabályozó potenciométer bal oldali szélső helyzetében.
- A meglévő feszültségmérő (alap)műszerem ( $M_1$ : 0,5 mA/2,5 k $\Omega$ ) 4-es osztású skálájához illeszkedően a méréshatárok legyenek a következők:

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 végkiterési határait is mutatják, mert csak így lehet a beállított feszültséget könnyen leolvasni. A 400 V-ot a lápegység 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  $R_1$ -gyel jelölt felső ellenállás minden feszültséghatár esetében legyen kerekén 1 M $\Omega$ .

Így a P potenciométer értékét és az alsó  $R_2$  ellenállás értékét kell változtatni a feszültséghatárok átkapcsolása során. A  $K_4$  illetve a  $K_5$  állású kapcsolók egyik társája (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 feszültséghatárt (pl. 40 V helyett 44 V) a potenciométer jobb oldali ütközésénél. Ugyanezen okból fontos, hogy az  $R_2$



5. ábra. Az  $U_A$  és  $U_{G2}$  feszültségosztójának kapcsolása

ellenállás értéke 305 k $\Omega$  legyen. A MOSFET-nek gyakorlatilag nincsen bemenő gate-árama.

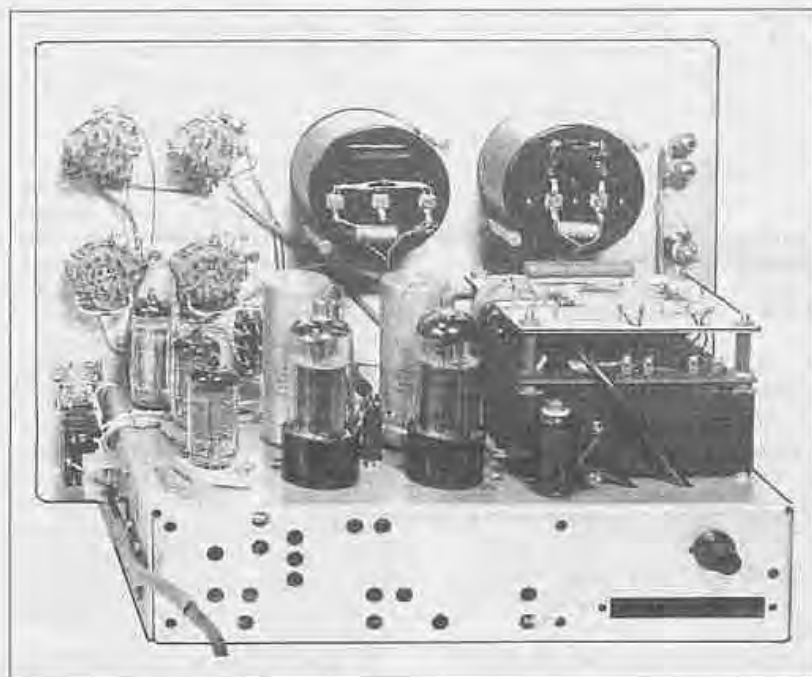
Ezért potenciométerként minden olyan potenciométer megfelel, amelynek eredeti ellenállása 207 k $\Omega$ -nál nagyobb, mert a szükséges érték egy párhuzamosan kapcsolt ellenállással ( $R_1$ ) a kívánt értékre leszönthető. Ezt egyedileg kell beállítani. A 305 k $\Omega$ -os  $R_2$  ellenállás a 300 k $\Omega$ -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.

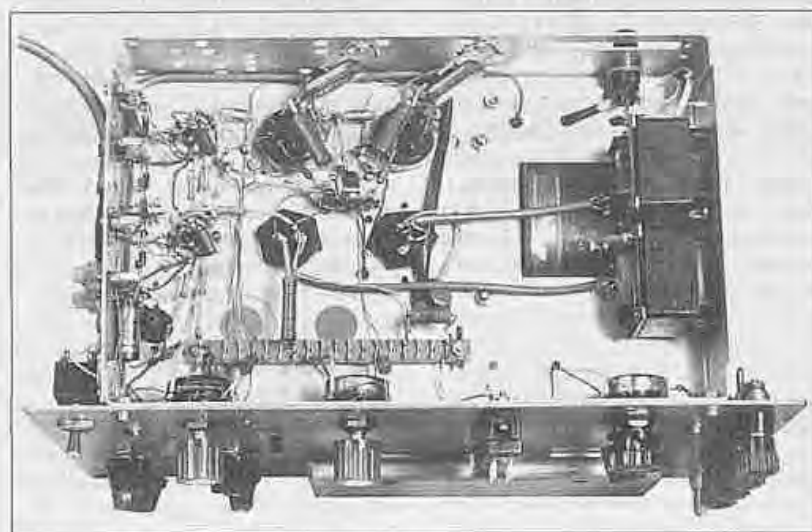
Van eset, amikor nincs szükség két-féle kimenő pozitív feszültségre. Ilyen-

kor a két áteresztő cső a  $K_3$  előlapi tolokapcsolóval párhuzamosan kapcsolható és így a csövek hőterhelése a felére csökken, azonos kimeneti áram esetén. A kapcsoló felső állásában csak az  $U_A$  kimenet él, az  $U_{G2}$ -n nincs feszültség. Mindkét pozitív kimeneti ágban átkapcsolhatóan, az  $M_2$  műszer méri az átfolyó áramot. Így mindkét kimenetnek ( $U_A$  és  $U_{G2}$ ) saját söntrendszere van és a  $K_6$ ,  $K_7$  kapcsolókkal a méréshatár 1 mA - 10 mA - 50 mA - 100 mA végkiterési értékre állítható. A négy méréshatárhoz tartozó, a rajzon csillaggal jelölt  $R_5$  söntellenállások természetesen az alkalmazott műszerhez igazítandók. A megadott értékek az általam beépített  $M_2$ , 0,5 mA/263  $\Omega$  lengőtekeresű műszerre vonatkoznak. Az 1N4002 szilíciumdiódák a külső rövidzár ellen védik a söntöket és a műszert. Az  $M_2$  műszer a  $K_9$  előlapi tolokapcsolóval vagy az  $U_A$ , vagy az  $U_{G2}$  kimeneti söntrendszerre kapcsolható.

Tapegységünk a csöves (és FET-es) kísérletek esetén szükséges negatív előfeszültséget a -150 V-os stabilizált referenciaszfűzűtségből nyeri, azzal a megkötéssel, hogy ez a pont legfeljebb néhány mA-rel terhelhető ( $I_{max} = 5$  mA). A  $P_1$  jelű, 22 k $\Omega$ -os potenciométer szolgál a kimeneti előfeszültség ( $U_{G1}$ ) szabályozására. Az előfeszültséget is mérő-voltmérő ( $M_1$ ) méréshatárának átkapcsolásával a kimenő előfeszültség szintje is illeszkedően változik, amennyiben a potenciométerrel a műszer éppen bekapcsolt végkiterési 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  $K_2$  kapcsoló bal szélső állásában. A  $K_2$  kapcsoló a  $K_4$  és  $K_5$ -höz hasonlóan szintén kéttárcsás és tárcsánként két áramkörrel rendelkezik. A  $K_{2b}$  érintkezőre csatlakozó ellenállások ( $R_E$ ) a mindenkor műszerhez igazítandók. A  $K_{2c}$  és  $K_{2d}$  kapcsoló-érintkezők a műszer polaritását fordítják meg a negatív, illetve a pozitív előfeszültség mérésváltásakor. A négyállású  $K_3$  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 kapcsolócsúszóérintkezőjén keresztül. A  $K_{3b}$  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 k $\Omega$ ) csatlakozik a műszer helyére. Ellenkező esetben a beállított előfeszültség ( $U_{G1}$ ) kis mértékben megváltozna a műszer „elvitelkor”.

Az  $M_1$  műszerrel párhuzamosan kapcsolt 6 db antiparalel kapcsolási

dióda a műszeret védi az esetleges túlterhelésektől.

A kimeneti kapcsok felől érkező nemkívánatosan nagy jelszinteket ez a diódacsoport rövidre zárja. A műszer relatíve nagy belsőellenállása miatt völi szükség a szokásos két dióda helyett 6 db-ra. Mindkét műszeren a páralel 0,5  $\mu$ 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 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 banánhüvelybe csatlakoztatott külső műszerrel ennek az ágnak az árama is mérhető legyen (pl. csövek vezérlőáras árama).

A hagyományos szerelésű készülék elemeit egy 265 x 165 mm felületű vízszintes alumínium sasszi (panel) fogja össze, amelynek magassága 60 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)  
főbszáz féle típusú  
készülékhez**

**Képcsőregeneráló műszerek**  
Használt sarkilótl, TXF-s színes tüvek, szerelőknak  
Használt képcsővek  
Utánvetés csomagküldés

Viszonteladóknek jelentős árkedvezmények  
Telesender Kft. 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 elűldözését, részint az elpusztításukat eredményezi. Néhány módszer: gázolajos, nitrohígítós vattu, rongy betömése a lyukba, a gazdaboltokban beszerezhető füstpatron használata, nyitott szájú sörösuveg 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 ph-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 elűldözésükről gondoskodunk. Ezt valósítja meg a leírásra kerülő vakondriasztó, mely a vakondok mellett

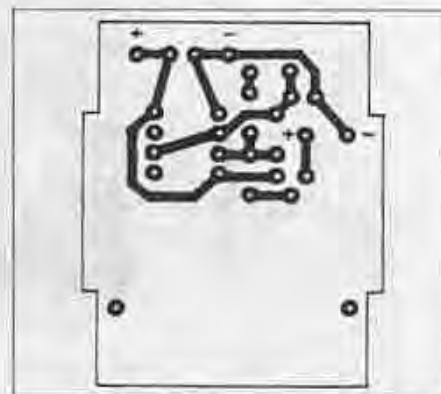
egyéb rágcsálók (mezei pocok, földikutya) elriasztására is alkalmas.

## A riasztó működése

A riasztó működési elve a sörösuvegmódszerhez 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 környezetiéből 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 kivétel a hosszantartó működésre való tekintettel célszerűnek 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.



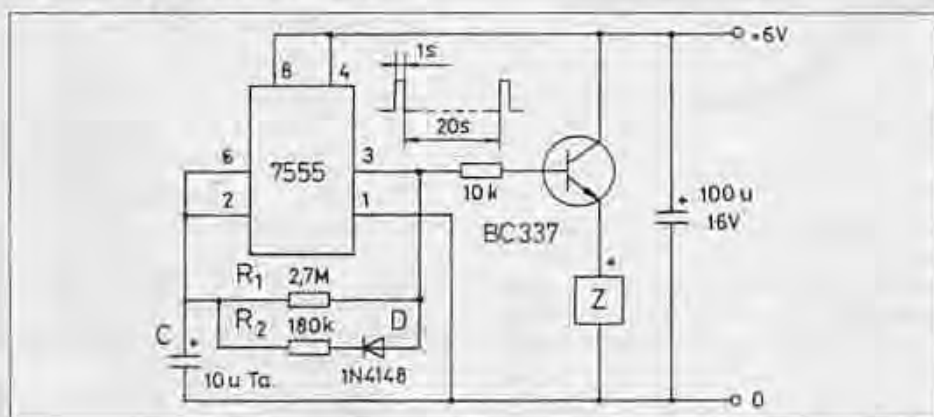
2. ábra. Az elektronika nyomtatási rajza

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.

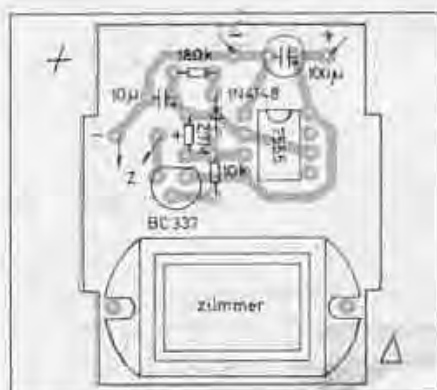
A be- és kikapcsolás időtartamát az időzítő alkatrészek megválasztásával a szükségesre beállíthatjuk. A bekapcsolás időtartamát, azaz míg az IC kimenete magas szintű, a D – R<sub>2</sub> – C alkatrészek, a kikapcsolás időtartamát, míg az IC kimenete alacsony szintű, a C – R<sub>1</sub> alkatrészek értéke 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. Közbeiktartjuk a BC337-es, kapcsolólüzemben 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 kevésszámú 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. Ebbé helyezük 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  $\varnothing 8 \times 3$ -as méretű részre az elemeket összenyomó rugót erősítjük. Ez a nyomórugó  $\varnothing 1,2$  mm-es acélhuzalból, kb. 15 mm hosszúságban készült, belső átmérője 8 mm-es. Az alsó korongon lévő  $\varnothing 7 \times 3$ -as részhez a szélső elem pozitív kivezetése támaszkodik. Erre egy szétszedett góliát elem pozitív kivezetésének a fémlemezét erősítjük. Ehhez forrasztjuk hozzá az elektronika számára a pozitív vezetékét. A negatív vezetékét 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 kimentesszük 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 ilyen 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 fél-metszeti 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 zárdugója. Ha ehhez nem tudunk hozzájutni, akkor sajnos marad az esztergályozás.

Eszterikai szempontból a külső burkolatot lefújhatjuk zöld színű akrillakkal.

A működés szempontjából közömbös 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 zülmmer elfér, s melyet vízmentesen le tudunk zárni. Hátránya, hogy valahányszor elemet akarunk cserélni, a dobozt ki kell ásni a földből, valamint a helyét is meg kell jelölnünk, hogy meg is találjuk.

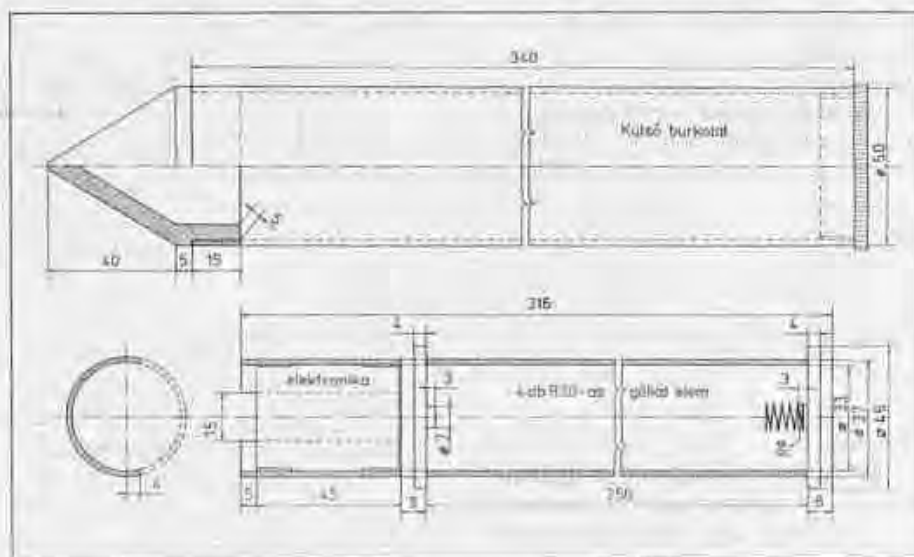
### A riasztó alkalmazása

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, helyezzük bele a riasztót, a földet döngöljük hozzá. Ha pázsitos területen alkalmazzuk, akkor olyan mélységig helyezzük el, hogy a fűnyíró elmenjen föllette anélkül, hogy a készüléken 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 lennek 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

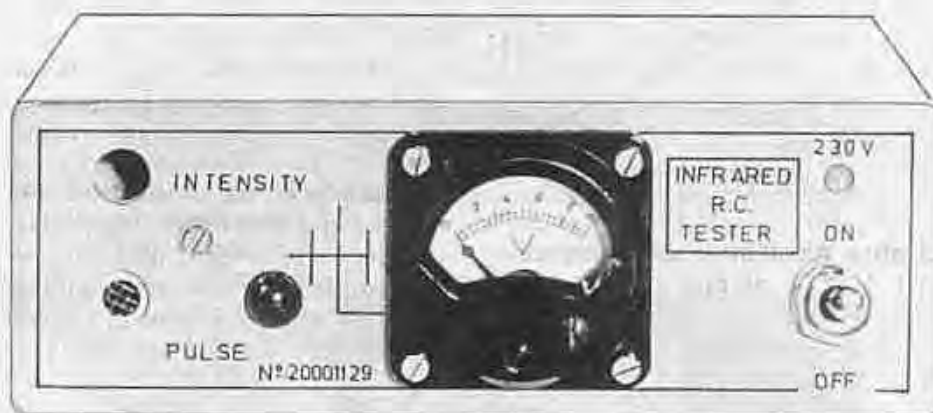
Dr. Hetényi László okl. villamosmérnök, HA5BK

A televízióval, videómagnókkal 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 bocsát-e ki IR sugarakat magából vagy esetleg, ha bocsát is, akkor az egyes nyomógombok működnek-e?

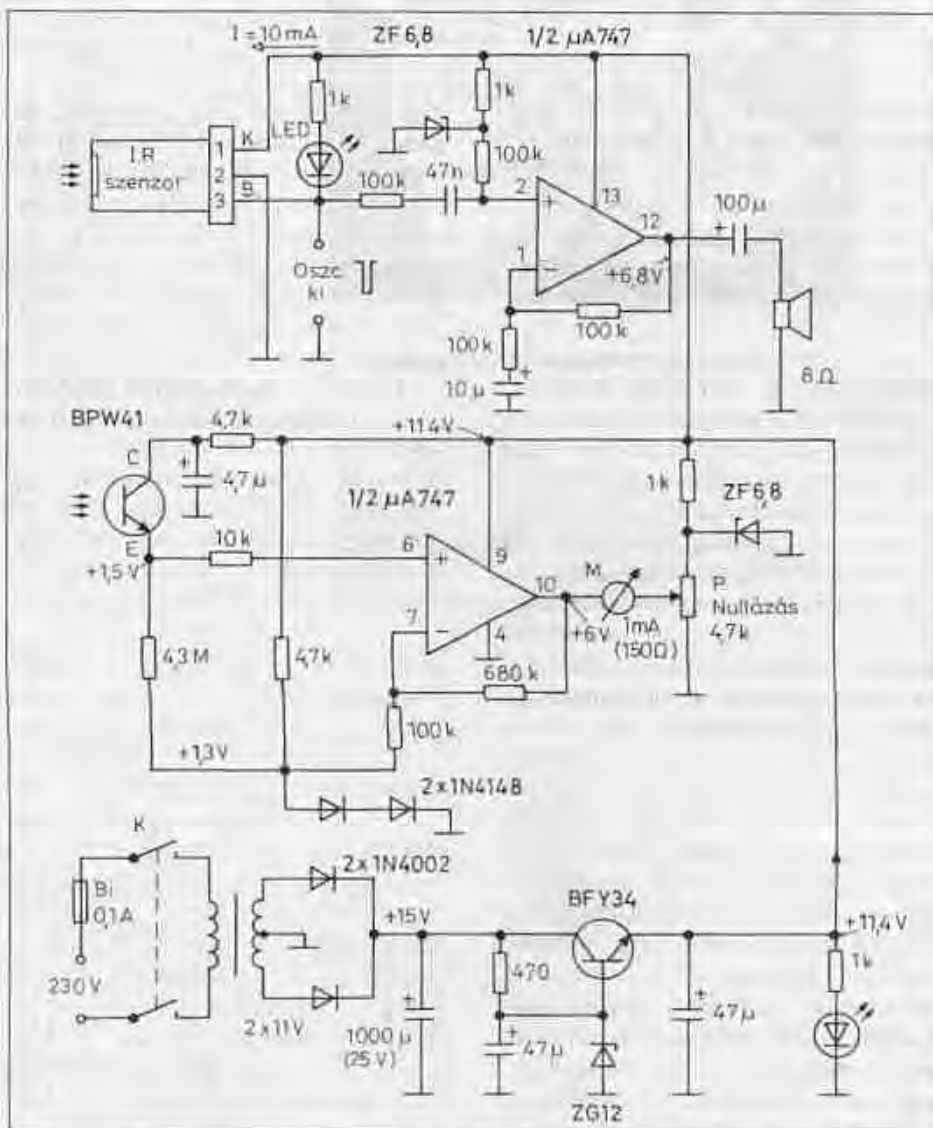
Jelen készülékünk egy egyszerű „RC Tester”, amely nem a pontos működési adatok megállapítását szolgálja (ahhoz túl egyszerű, hogy az RC processzorát is vizsgálja), hanem csupán a működés meglétének ellenőrzését teszi lehetővé. Az esetek nagy részében ez bőségesen elegendő. Készülékünkben egy gyári előállítású infravörös érzékelő egységet alkalmaztunk az impulzus-sorozatokat vételéhez. Ez az áramkörti egység bontásra ítélt, modernebb színtestévé készülékekből építhető ki. Ennek az érzékelőnek a működése nonlineáris, az infravörös sugár intenzitására vonatkozóan nem tud felvilágosítással szolgálni. Azért, hogy az infravörös „vívó” 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 banánhüvelypárból 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 előlőnézetét 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

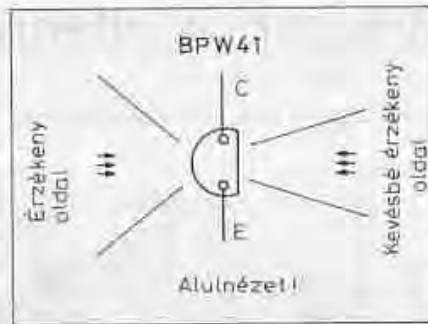


1. ábra. A készülék előlőnézete



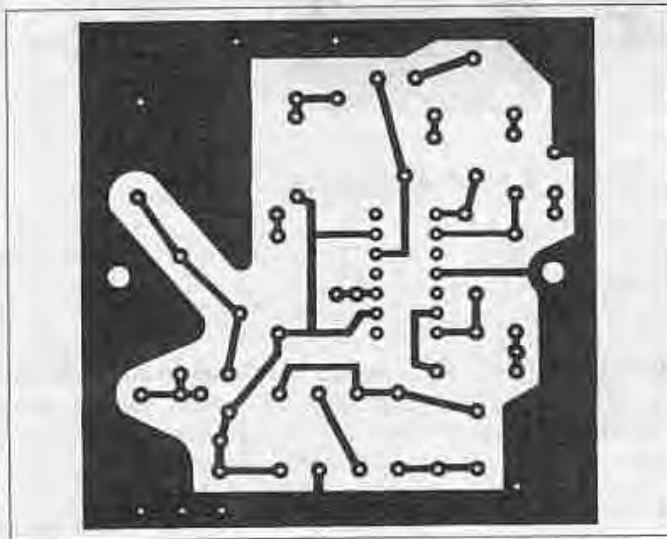
2. ábra. Az ellenőrző készülék kapcsolási rajza

rajzon az impulzus-vevő egységet önálló dobozként ábrázoltuk, erre még visszatérünk. Az impulzus-vevő egységből a teljes tápfeszültségnek megfelelő amplitúdójú négyzetjél csomagok érkeznek, 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

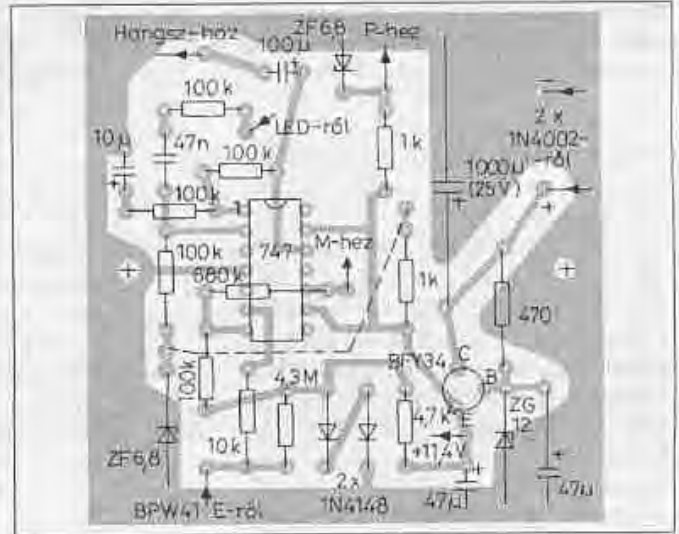


3. ábra. A BPW41 fototranzisztor bekötése

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 küpszögben vételképes, a vizsgálatot messziről (5...10 m) és oldalsó helyzetből is megkísérelhetjük. Még a falakról visszaverődő IR-sugár is rendszerint bőségesen



4. ábra. A nyák-lemez fóliarajzolata



5. ábra. A nyák-lemez beültetési rajza

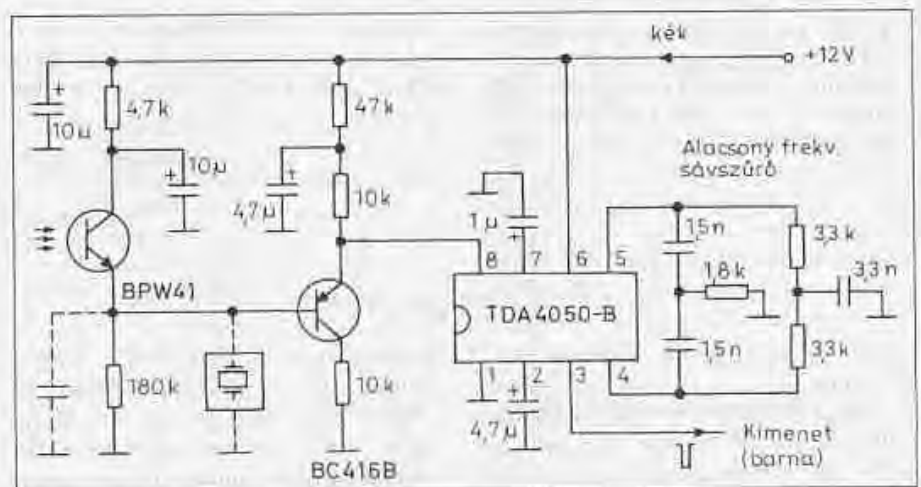
a  $\mu A747$  (SN72747) típusjelű kettős műveleti erősítő egyik egységét vezérli. Ez a műveleti erősítő kisteljesítményű végerősítőként szolgál a hangszóró meghajtására. A hangszóró relatív kis hangerejét szabályozni nem szükséges.

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 MΩ-os munkaellenálláson jelenik meg egy, a vett infravörös sugár intenzitásával közel arányos egyenfeszültség. Ezt az egyenfeszültséget erősíti fel (kb. 8-szorosán) a  $\mu A747$  másik műveleti erősítője, a műszer vezérléséhez. Az alkalmazott műszer egy 1 mA érzékenységu Deprez-műszer (45 × 45 mm külméretű). Ezen műszer a készülék használatba vétele előtt a hátlapra szerelt 4,7 kΩ-os potenciométerrel (P) nullázandó, mert az IR tranzisztornak „sötétárama” is van, azaz akkor is van kb. 0,2 V feszültség a 4,3 MΩ-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 vörös hullám intenzitásának vizsgálatakor bonyolultabb a helyzet.



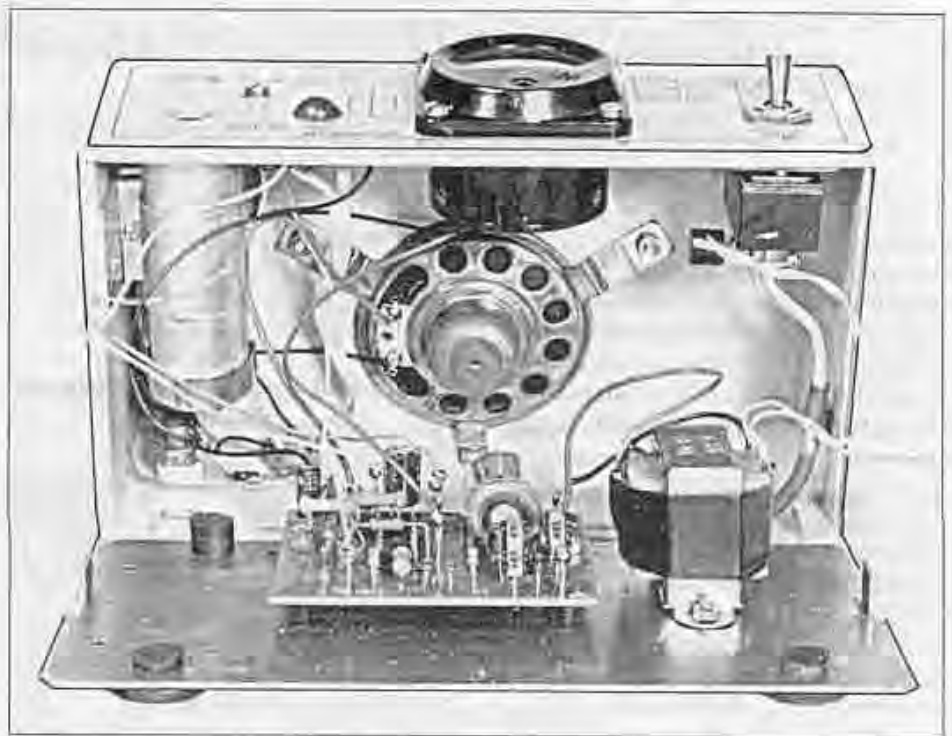
6. ábra. Egy gyári IR-szenzor kapcsolása

Ugyanis a IR-vevő tranzisztort megfelelően árnyékoló helyen, a doboz előlapjától mintegy 15 mm-rel beljebb kellett elhelyeznünk, mivel ezek a tranzisztorok 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 bevilágítás 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 szöveget 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 zavaróak 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 laposelemtől. Ráadásul 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 lenesét 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 bekapcsolás-jelző egy sárga LED. A 100 mA-es biztosító „egyszer használatos” és beforrasztható.

A tápegység és az egyéb aktív áramkörök egyetlen nyomtatott áramkört lemezen foglalnak helyet, amelynek mérete 65 × 65 mm. Az egyoldalt foltrozott 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 tekeresei felett vannak rögzítve szigetelőszalagos handázsolással (gyári megoldás!).

Szólnunk kell a gyári infravörös érzékelő egységről. Az általam alkalmazott darab egy hajdanvolt ORION tévéből lett kiszerve. 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 négyszögösíti 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 négyszögjellel van modulálva, amely négyszögjellet egy lényegesen kisebb frekvenciájú jelesomaggal megszaggal. Ezen jelesomagok, „burst”-ök tartalmazzák azt az információt, amit a kézi távvezérlő útján a tévékészülékkel közölni akarunk (pl. 16. csatorna, hangrő fel/le stb.). A parancs-burst-ök kb. 0,1 s időtartammal folyamatosan ismétlődnek mindaddig, míg az illető gombot lenyomva tartjuk (burst = sorozat; ejtsd: borszi).

# 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 nyugati másorszórásának 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 részvevői 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 említek: 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 vakleszállító 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 repülőtéri 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

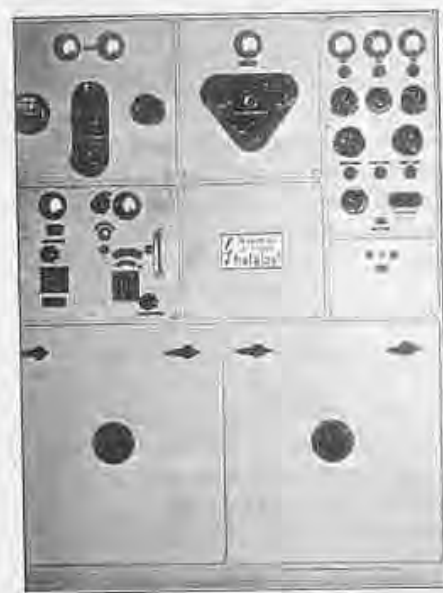
keresztelték egymást. Az egyik sugárnyaláb morzepontokat, a másik vonalakat tartalmazott. A német pilóták a Lorenz-vevőn érzékelték a két nyaláb felcserélődését és ekkor kioldották a bombáikat.

Az angolok MEACON adóinak segítségével az egyik sugárnyaláb erősebben volt hallható a Lorenz-készülékeken, mint a másik, így a pilóták elkarnyarodtak a géppel és a céltől mintegy 25...30 km-re dobták le a bombáikat.

1940 végére a Knickbein esődje miatt a németek tökéletesítették a rávezető rendszert és az angoloknak most egy másik, 70 MHz körül dolgozó, „WOTAN-1” 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 robbanták 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 felderítőlökátorok hatástalanítására a hadviselő



R-50 adó

felek mindkét oldalán zavaró berendezéseket kezdtek beépíteni a repülőgépekbe. Magyarországon 1944-ben, a Dunai Repülőgépgyárban gyártott Messerschmidt 210 E típusú éjszakai vadászgépekbe a Standard gyár által készített célkereső- és zavaró-lokátorokat építettek be.

A II. világháború alatt a BBC és Moszkva adásait a németek kezdték el zavarni, majd válaszként (?) 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 könyveinkben, emlékiratainkban 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 órakor 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 szakmai visszaemlékezők szerint a Dunai Repülőgépgyárból kilépett *Szendy Béla* és az előzőleg a Posta Kísérleti Állomáson dolgozott *Csicsátka 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 rádióadókat 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 rávirózásban. 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 használathban voltak) FUGE-csatlakozónak. Az elkészült Fulmen adókat a BM rádiótechnikusai telepítették és az antennarendszert isők

építették ki, meglehetősen provizórikus 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 egyszere 5 frekvencián, a 19, 25, 31, 41 és 49 méteres műsorszórá 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 Államokban élő magánszemélyek és az USA kormánya finanszírozta a CIA-n keresztül. Feladataul 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.

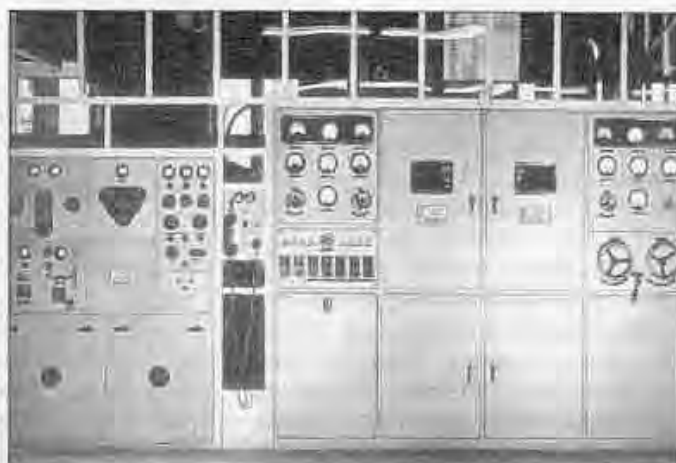
### A rádiózavaró hálózat kiépítése

A magyar politikai vezetés erőteljesen reagált a SZER beindulására: 1. éven 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 rejtése 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 rádióvételt 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 – talán a lakihegyi „szivar” kivételével –, rögtön úgy vélte, hogy ott zavaradó működik. (Az '50-es években a MAV-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: felületi hullámokkal, helyi, kisteljesítményű, 0,2...1,0 kW-os adókkal, illetve térhullámokkal távolabbról, nagyobb – 15...100 kW teljesítményű – adóberendezésekkel. Térhullámokkal az ideális zavarás elvileg megkövetelte, hogy a zavaradó a rövidhullámú holtzónán 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 átsugároztak Szlovákiába vagy a Szovjetunióba, az ottaniak pedig magyar területre.

1952 elején az Alföld és a Dunántúl súlypontjában, a szolnoki és a székesfehérvári rádióállomásokon meglehetősen nagy teljesítményű RH zavaróállomásokat hoztak létre 4-4 db 15 kW-os adóval. Az adók felépítése egyforma

volt, szovjet gyártmányú VCSĐ 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 VCSĐ 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 amplitúdómodulációval 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 sugárhűtéssel rendelkeztek. Mindkét állomáson 4-4 rombusz-antennára dolgoztak a zavaróadók, melyek éles irányítást tettek lehetővé. (Fehérvárott váltakozva hol a rombuszantennákra, hol ún. szögletantennákra kapcsolták az adókat.)

Székesfehérvárott abba a toldaléképületbe települt a zavarórészleg, 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 rendőrök 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 Adóesőgyár gyártotta az 1950-es évek elején, kifejezetten katonai alkalmazásra, ún. „nehéz” (vagy „legnehezebb”) rádióállomás céljára. Táviróüzemben 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 kitértek 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, gyakorta 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, Tárnokon és Budapesten. A vevőközpontok egymással is kapcsolatot tartottak, ha kellett „útségtettek” a másik központ területére. A tárnoki állomás pontosabb vevőkkel rendelkezett a többiekénél, ezért gyakran előfordult, hogy az „elmászott” adókat innen segítették visszahangolni az üzenő frekvenciára. A budapesti zavarásirányítási központot a Posta Petőfi Sándor-utcai igazgatósági épületében, a volt Klofild-palotában rendezték be. A zavarásirányító rendszer fedőneve Budapest 118. Postahivatal lett.

A vevőkészülékekről nem sokat tudtam meg: Tárnokon 1955-ben 4 db Redifon R 50 típusú, nagystabilitású, érzékeny vevőkészüléket használtak, Budapesten viszont – a kisebb vevőkön kívül – egy, (az országban egyedül) 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 fűtymélypontot. A fűtymélypontra 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. Valószínűleg 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 Szalonkiból 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 diósdói 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 adóknál a prágai vevőirányító központ vezényelte a diósdói adókat.

A szabadság-hegyi telefonközpont épületében még a háború előtt létesült egy kis rádióállomás, eredetileg arra a célra, hogy vezetékszakadás esetén rádióvonalon billentyűzzék a székesfehérvári távíróadókat. 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. Antennaként nyelvoszlopra 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. Ezeket 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 kilövési 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 URH-műsorszóró sávokban az alkalmazott kis-mértékű frekvenciamoduláció miatt sokkal több frekvenciát lefedtek, mint amennyi a SZER zavarásához szükséges lett volna. Tulajdonképpen lehetett volna 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 zavarórendszernek 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 lehetetlenné tették. Az a füres helyzet állt elő, hogy a kísérleti műsorok idejére a budapesti rövidhullámú zavaróadókat le kellett állítani. A Z-adók frekvenciájának valamelyik harmonikusán pontosan Budapesten használt 1-es tévécsatornát zavarta. A Posta Kísérleti Intézetben *dr. Magyar Endre* kapta a feladatot, hogy egy harmonikus-szűrőt tervezzen a Z-adókhoz. 1957 végére felszerelték a szűrőket és a tévé-kísérletek zavarása megszűnt. Ez az intérméző azonban elindított egy új gondolatot...

1957 októberében az Osztrák Televízió emlékműsört szentelt az 56-os

magyar forradalomnak és ekkor levetítették 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-műsorszórást átállították egy ún. OIRT (kelet-európai) műsorszóró sávra, a vevőkészülék-gyártakat 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 boesátott „vasfüggöny” egyre hermetikusan 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 homi 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 megszűnt, 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 kezdtek 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, Zuglói 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 Naphygyen 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 vehető 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, zavartalanságát 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” szolgáltatásban. 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 kívánunk a „rádióvédelemmel” (értsd: zavarással). A Szovjetunióban, Lengyelországban, Csehszlovákiában és Bulgáriában egészen 1988-ig folytatódott a zavarás, hazánk azonban (talán felismerve a dolog értelmességét) 1979-ben kiszállta a versenyből. Végérvényesen tehát ekkor múlt ki a magyarországi zavarószolgálat, majd a megmaradt nagyteljesítményű berendezéseket (pl. Székesfehérvárott) a 80-as évek közepén kezdték kicselezni. 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 íróniája 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 emberekre, 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. Akiikkel 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 Postamúzeum 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 Leinwolf? 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 Mikrovill 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 fíopin és az Interneten is elérhető! Szervizek és viszonteladók kiszolgálása kedvezményes.



## MIKROVILL

HÍRADÁSTECHNIKAI KFT.  
1126 Budapest, Bösörmezyi út 2.  
T.: 212-4130, F.: 212-4865  
e-mail: mikrovill@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
- Zsugorcsővek

# 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 ügynevezett 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 rövidhullámos rádióamatőrök a készülékük bekapcsolását követően ezen frekvenciák valamelyikére hangolnak és figyelik az ott folyó beszélgetést, esetleg be is kapcsolódnak abba. Külföldi turistáitjaim során – bár a rádióm minden adásműben és hullámhosszon működik – 90%-ban én is csak a fent említett frekvenciákat használom. Aknek még nincs RH-készüléke, vagy sajnálja utaztatni a többszáz ezer forintos berendezést (sérülés, lopás, vámkészítési bonyodalom) 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 részegységek a rajzon jól megkülönböztethetőek.

A bal oldalon levő,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  tranzisztorokkal működő kristályvezérelt oszcillátorok a  $K_3$  sávátkapcsoló „b” jelű tárcsájáról kapják a működéshez

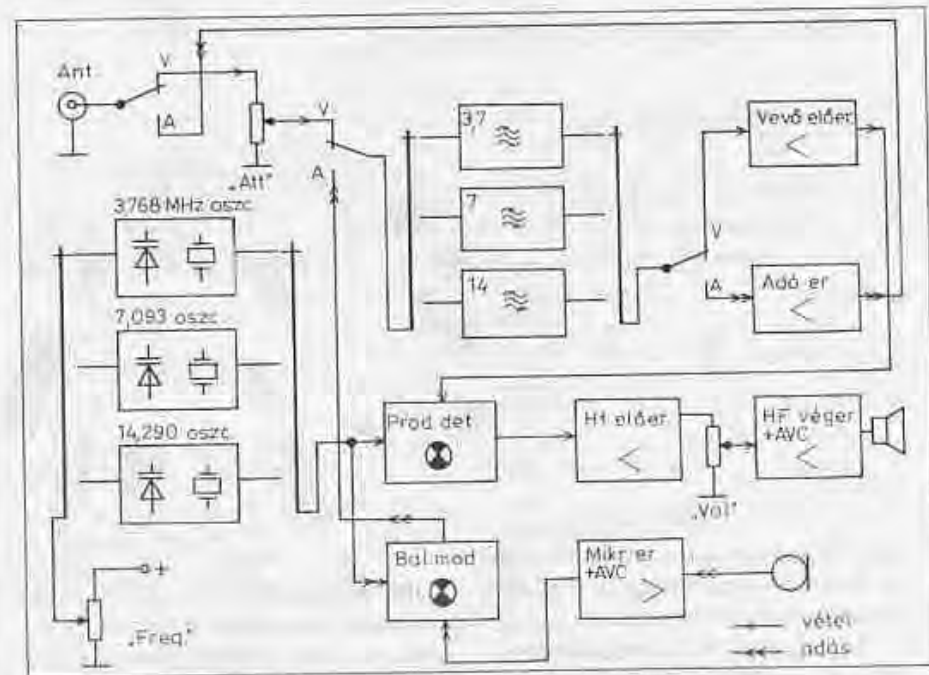
szükséges tápfeszültséget, amely az éppen aktuális „D” jelű kapcsolódíódát is nyitja. Az üzemi frekvenciájú oszcillátorjel rákerül a  $T_{11}$  jelzésű toroidtranszformátorra. Ennek feladata a jel szétosztása az adóoldali balanszmodulátor ( $IC_2$ ), valamint a vevőoldali produktumdetektor ( $IC_1$ ) számára. Adás oldalon még a szintszabályzott mikrofonerősítő-fokozat kapcsolódik az  $IC_2$ -hez.

$T_{11}$ ,  $T_{13}$  tranzisztorok a dinamikus mikrofon által szolgáltatott néhány mV-ot erősítik fel a kellő szintre. A visszacsatoló ágban lévő  $T_{12}$  a mikrofonerősítő kimenetéről kapja a vezérlést, a kollektorköréből kicsatolt hangfrekvenciás jel a feszültségkétszerező csúcs egyenirányítóra kerül. A mikrofonjellel arányos egyenfeszültség a  $T_{12}$ -es sönt-tranzisztort a nagy jeleknél nyitja, így a kollektorra kapcsol, a jel útjában lévő párhuzamos kapacitás erősítéscsökkenést eredményez. A

szintszabályzott 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.

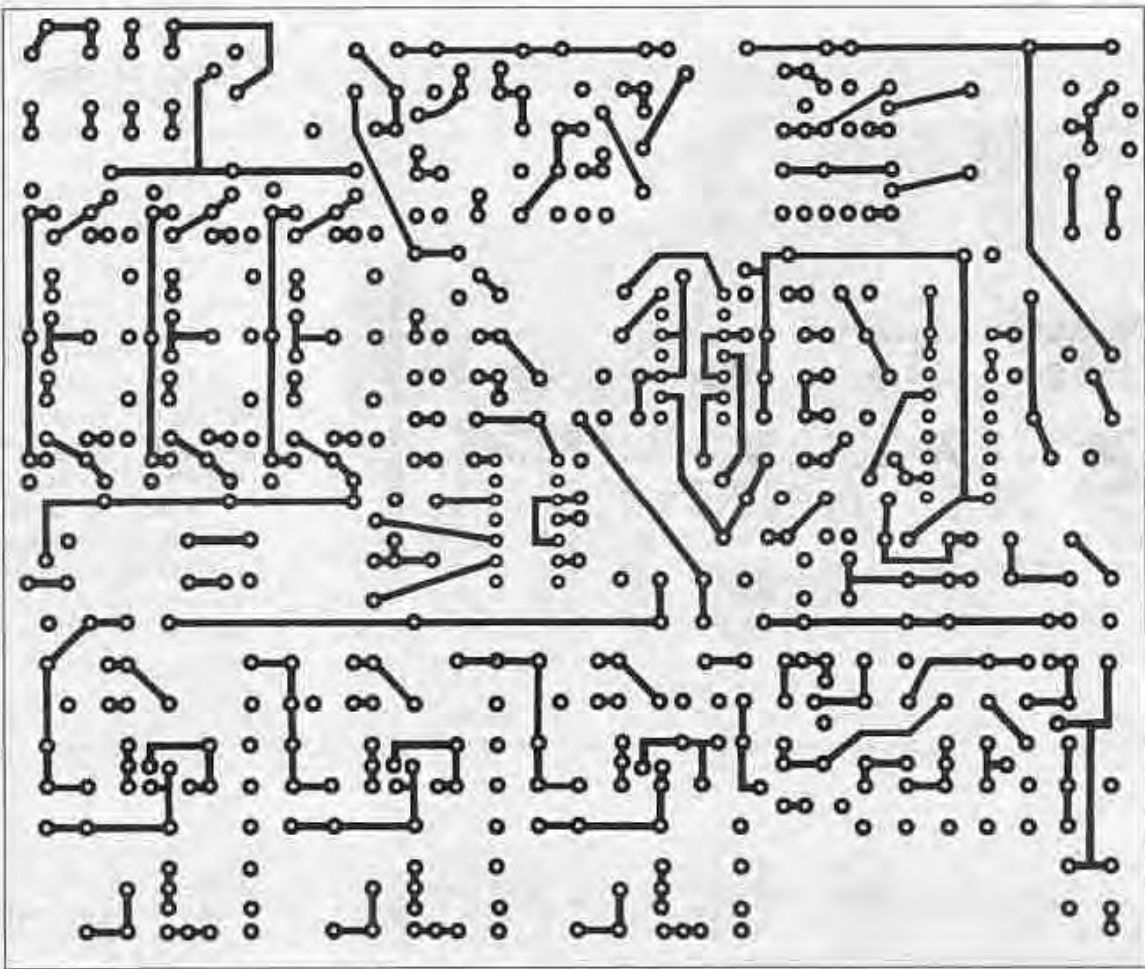
Az  $IC_2$ -re kapcsolódik továbbá a kiegyenlítő, az előlapon elhelyezett potenciométer, amelynek középpállásában kb. 30 dB vivőelnyomás érhető el.

Az  $IC_2$  kimenetén üzemi frekvenciájú DSB-jel van, amelyet a  $J_2$  jelfogó vezet a diódákkal kapcsolt keskenysávú alsó-kapacitív esatolású sávszűrőre, innen pedig  $J_3$  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  $J_1$  antennajelfogón

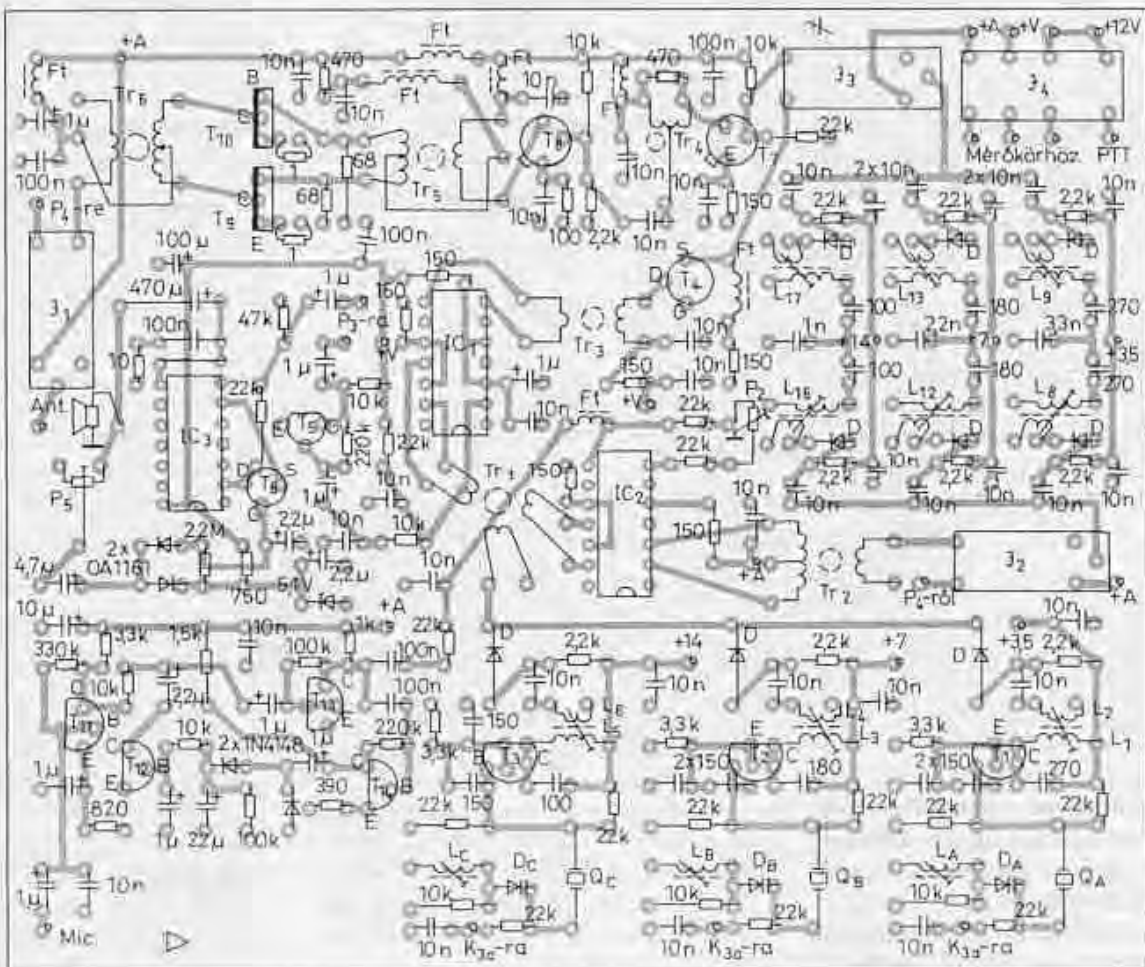


1. ábra. A „Net Radio” tömbvázlata

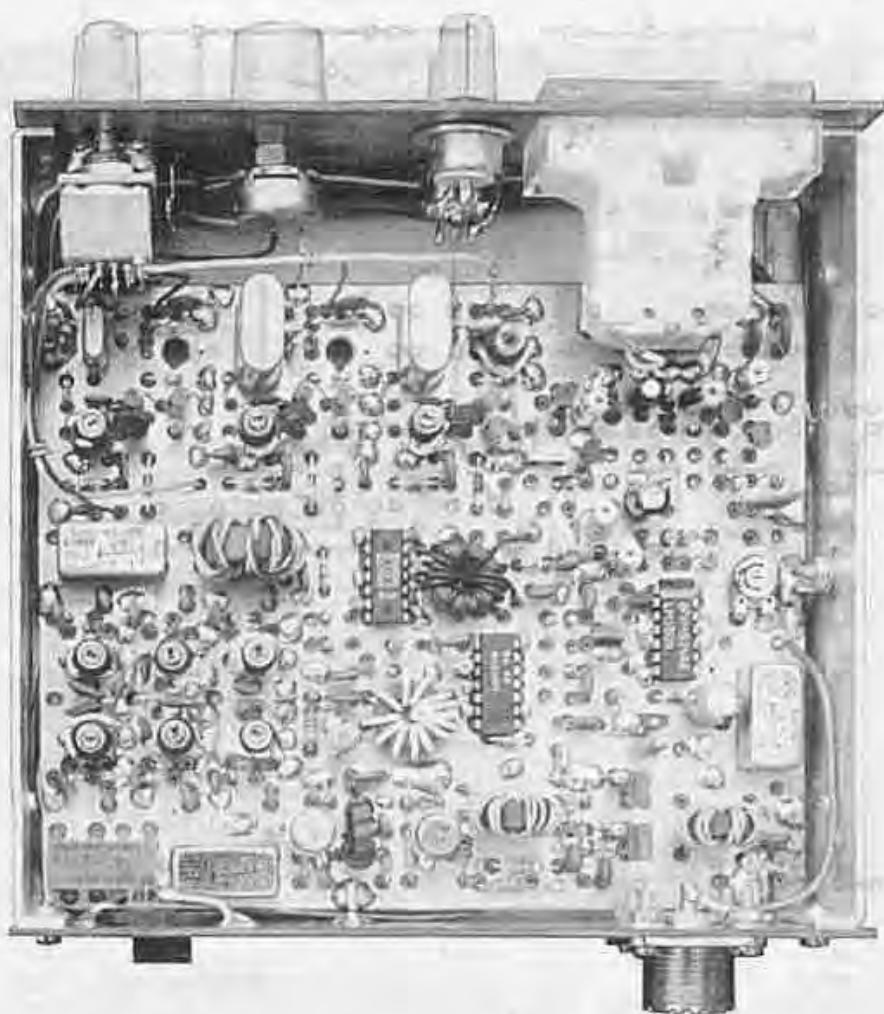




3. ábra. A készülék nyák-rajza



4. ábra. A készülék alkatrész-beültetés) rajza. IC3 1. és 13. kivezetése nem földelendő



5. ábra. A készre szerelt „Net Radio” belülről

- sávszűrők behangolása (GDO-val, majd RF-szintindikátorral),
- adóerősítő-fokozatok beállítása (nyitás közelébe, B osztály, ellenőrzés oszcilloszkóppal),
- vevő kipróbálása,
- hangolófeszültség/frekvencia műszereskálázás.

Néhány vázlatpontha szedve, körülbelfül ilyen egyszerű e kis készülék üzembahelyezése.

A legtöbb áramkör adásoldalon üzemel, beállításuk szinte egy kontroll-vevő és egy kétdődés 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” ( $D_A, D_B, D_C - L_A, L_B, L_C$ ) megváltoztatására (tekerés 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 esavargatni, továbbá fülünket is megkíméli a kellemetlen berecsenésektől.

A komplett adó-vevő egy üvegszálas, 117 × 140 mm-es, kétoldalon fólirozott 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 fűrővel el kell távolítani sülyesztéssel a fóliát. Az Ft jelű fojtótekercesek 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 előszítése (átvitel, jelalak ellenőrzése),
- halanszmodulátor ellenőrzése (kiegyenlíthetőség, visszahallgatás).

A tekercesek adatai.  $L_A, B, C$  a kvarctól függően változhat

Pozíció	Menetszám	Csévatest [mm]	Vasmag	Huzal [mm]	Megjegyzés
$L_1, L_8, L_9$	35	Ø6	Ø4, N20	Ø0,3 CuZ	
$L_3, L_{12}, L_{13}$	25	Ø6	Ø4, N20	Ø0,3 CuZ	
$L_5, L_{16}, L_{17}$	15	Ø6	Ø4, N20	Ø0,3 CuZ	
$L_2, L_4, L_6, L_7, L_{10}, L_{11}, L_{14}, L_{15}, L_{18}$	3			Ø0,3 CuZ	Csatolótekeres
$L_A, L_B, L_C$	20	Ø6	Ø4, N20	Ø0,3 CuZ	
$Tr_1$	10-2-2	-	12 × 4 × 4 N100 toroid	Ø0,5 CuZ	
$Tr_2$	3 × 10	-	12 × 4 × 4 N100 toroid	Ø0,5 CuZ	Trifilarisan
$Tr_3$	10-2	-	12 × 4 × 4 N100 toroid	Ø0,5 CuZ	
$Tr_4$	2 × 10	-	12 × 4 × 4 N100 toroid	Ø0,3 CuZ	Bitfilarisan
$Tr_5$	3 × 6	-	12 × 4 × 4 N100 toroid	Ø0,5 CuZ	Trifilarisan
$Tr_6$	3 × 6	-	12 × 4 × 4 N100 toroid	Ø0,5 CuZ	Trifilarisan

# Beszéd tároló

Horváth Péter

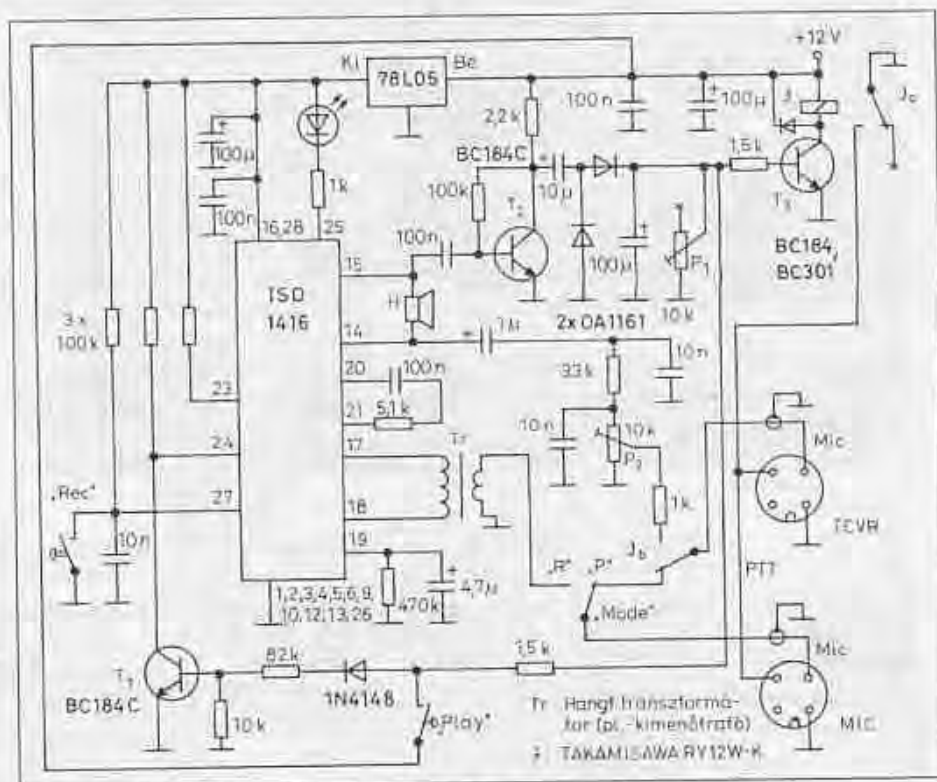
híradástechnikai mérnök,

HA8RM



Aki már vett részt egésznapos, netán 48 órás fóniaadómódú rádióforgalmi versenyen, tudja milyen fárasztó végigbeszélni egy fél vagy teljes hérvégét. Főleg az általános hívások (CQ) viselik meg az embert. Többször elmondani ugyanazt a sablonszöveget – szellemileg-fizikailag kimerítő. Ha nincs válasz, akkor úgy érezzük, hogy hüüba „téptük” a szánkat; ha jelentkeznek valaki, akkor máris beszélnünk kell újra. A fanatikusabbak 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 ékezés is várta magára. A végeredmény: a versenyt követően napokig hullafáradt, ingerült, rekedt rádióamatőr.

Nos, e következményeket nem szünteti 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 áldozzunk fel a nagyobb sávátfogás 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 fokozatokat összekötő vezetékek (tápfeszültség, vezérlés, jelárvitel) 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 elhelyezhetők.

A rádió természetesen megépíthető más (esetleg még több) sávra is, mindössze az oszcillátor- és sávszűrő-részt kell értelem szerűen módosítani (bővíteni). Külső végerősítőt 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 beállítással 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 csústechnológiai 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-0</sub>
18	Szimmetrikus előerősítő bemenet. Aszimmetrikus táplálás esetén nem kell bekötni.
19	AGC időállandót, erősítést meghatározó külső RC-élemek csatlakozási pontja
20	Analóg nagyszintű bemenet, max. 50 mV <sub>cs-0</sub>
21	Előerősítő (35 dB, AGC-zett) analóg kimenete
23	Szintvezérelt lejátszás – a lejátszás addig tart, míg ezt a pontot testeljük
24	Élvezérelt lejátszás – lefuto 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 hívtás) egy gombnyomásra mindig az elejéről indul.*

Az ISD- (Information Storage Devices – információ tároló eszközök) széria népes családjába tartozó ISD1416 típusjelű, 16 másodpernyi 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 mennyiség 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

**C+F Kft.**  
Budapest  
T: 340-8476  
F: 340-8456

**ELEKTRONIK Kft.**  
Miskolc  
T: 46/344-816  
F: 46/344-816

**ELDACO Kft.**  
Budapest  
T: 349-2588  
F: 349-3084

**MODUL Kft.**  
Nagykanizsa  
T: 93/314-861  
F: 93/310-336

**ETALON 2000 Kft.**  
Budapest  
T: 350-4326  
F: 329-6453

**TRAPÉZ BY Kft.**  
Nyíregyháza  
T: 42/404-945  
F: 42/403-874

**MAGÉV-RAINBOW Kft.**  
Budapest  
T: 353-3949  
F: 331-0994

**OMEGA Kft.**  
Siófok  
T: 84/313-673  
F: 84/313-673

**KORONDÁN Kft.**  
Debrecen  
T: 52/460-791  
F: 52/461-223

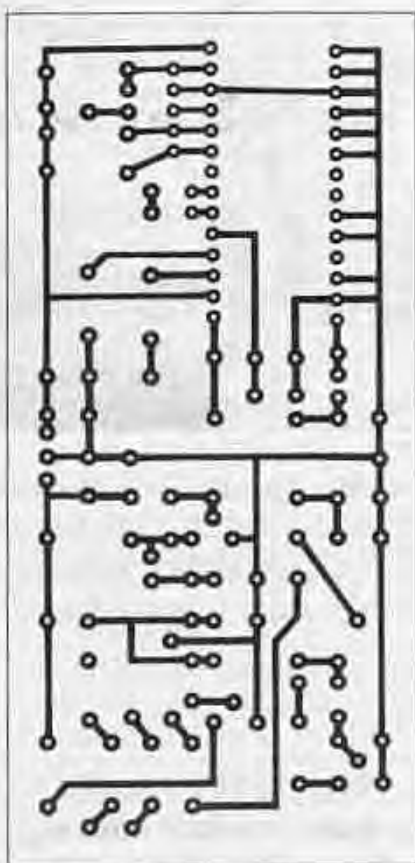
**ELEKTROTECH Kft.**  
Szeged  
T: 62/441-626  
F: 62/440-250

**DANIELLA Ker. ház**  
Debrecen  
T: 52/418-174  
F: 52/418-174

**ARZENÁL '90 Kft.**  
Székesfehérvár  
T: 22/327-767  
F: 22/340-591

**SOLYMOSI ELEKTRONIKA**  
Eger  
T: 36/322-638  
F: 36/322-638

**MÁL-TA Bt.**  
Szombathely  
T: 94/327-604  
F: 94/327-604



2. ábra

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 Tr 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.

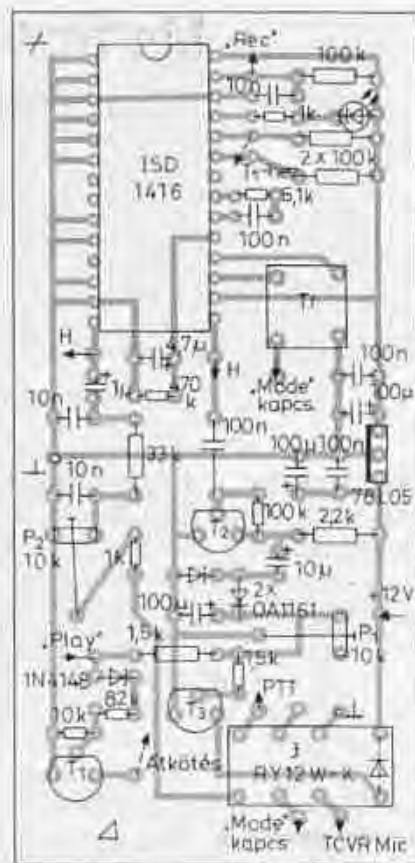
A visszahallgatáshoz (kísugárzás-hoz) kapcsoljunk át „P” állásba és rövid ideig (kb. 0,2 s) tartsuk benyomva, majd engedjük el a „Play” nyomógombos kapcsolót. Ekkor több folyamat veszi kezdetét. Mivel pozitív nyitófeszültség került  $T_1$  bázisára, a kollektor-

körében lévő jelfogó meghúz, 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  $T_1$  tranzisztor 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, üvegszálas panelra építettem, amelynek nyomtatási rajza a 2. ábrán, beültetési rajza a 3. ábrán látható.

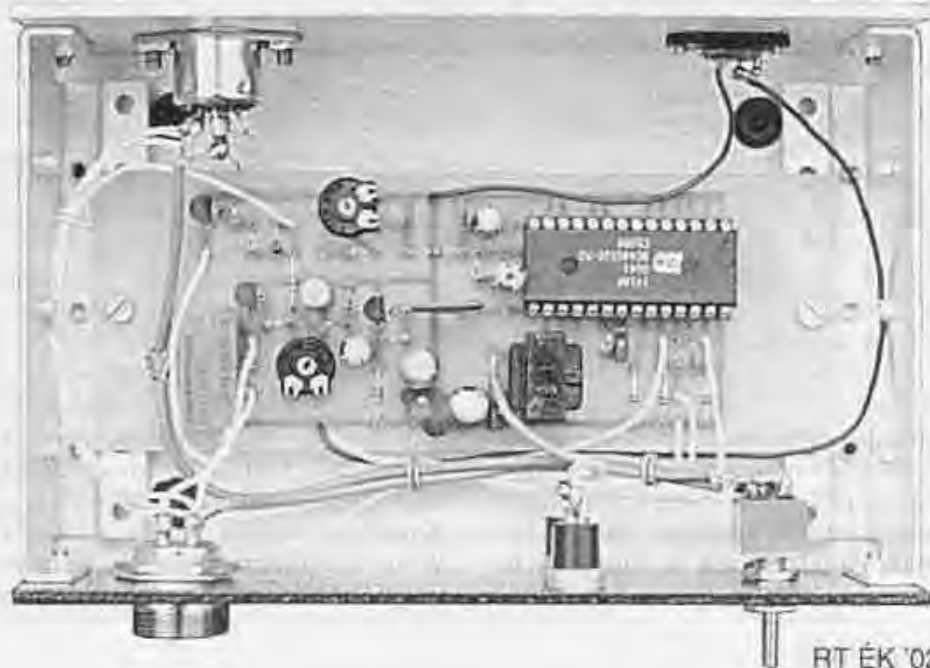
Az alkatrészek beforrasztása után az áramkör azonnal működőképes. Mindössze a két potenciométert kell helyesen beállítani:  $P_1$ -gyel a VOX időállandót úgy, hogy lejátszáskor, beszédszüneteknél még éppen ne engedjen el a jelfogó,  $P_2$ -vel pedig a modulációs jelszintet a névleges értékre. Ha mindezeket 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, keresen meg. Munkahelyem, a kecskeméti székhelyű Art Telefon Bt. (76/500-900) telefonrendszerek kiépítése, karbantartása, javítása mellett e készülék gyártását, forgalmazását is végzi.





# 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 szakkiadványok 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 szakmáért 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.)

Amikor az első CQ, a hívás felhangzott az éterben, és Isten tudja honnan, az állomást vissza is hívták, a hazai amatőréletben 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 hívójelle keresetté vált az éterben. Az országjelzést (W) követő betű (A) Abonyra utalt, a harmadik (A) pedig a sorrendiségre.

A Brazíliából érkezett Perényi-levele 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

és kijelölte a kutatás irányát. Felvetődött annak lehetősége, hogy ezen az úton bizonyítható az első hazai amatőr-állomás munkája. A feltételezést sikerült alátámasztani, közben kibontakozott a feledésbe merült kép 1926 rövidhullámú mozgalmának magyar vonatkozásairól.

Az amatőrtrovatokban közölt állomásfotókon felismerhető QSL-lapok igazolták először a WAA hívójel realizációját. Előbb az osztrák EAMM, majd a saarbrückeni EK4SAR jelzésű állomás fényképen 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 áthidaló legnagyobb távolság Algéria esetében 2500 km volt. Vevőkészüléke háromesőves, 0-V-2 rendszerű. Hasonlóan más országokhoz, QSL-lapjainak továbbítását Bécsből végezte 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

bekövetkezett halála után nyomuk vesztett. Ami Fábian 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 feltüntetjük 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 (P) 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 amatortűgy 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 módszeret ajánlott a távíróforgalom „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.

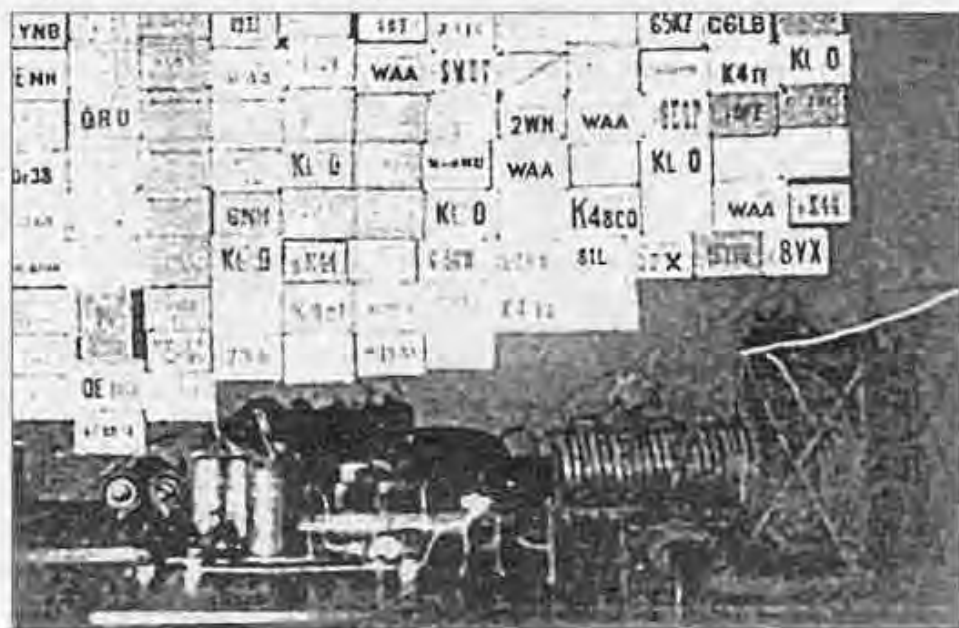
Fábian István gyakran segédkezett a rádiósüzletben és ott alkalmanként sok amatőr megfordult az ország különböző részéből. Ez az időszak egybeesett a rövidhullámok iránti érdeklődés fellendülésével, amelyet a rádiórendelet módosítása serkentett. Ugyanis 1927 nyarán megnyitotta a kaput a kísérletezés előtt. A WAA (EWAA) hívójel a külföldi tudósításokban gyakran feltűnt és a magyar nyelvű szakíráson keresztül is ismertté vált. Fábian körül kialakult egy baráti társaság, akik nemcsak a Magyar Rádió 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 hívójelt, 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 Sándor is. Az elnéző magatartás mögött Fábian István édesapjának társadalmi helyzete, befolyása állt. Nemesak 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 esökkent. A Magyar Rádió Amatőrök Egyesületének megalakításában még részt vett, de súlyosbodó betegsége miatt munkát nem végzett. Ezután már nem lehetett hallani róla, gyógyíthatatlan betegségében huszonekét évesen elhunyt. Morzeshillentyűje 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, újjára bocsátotta azokat a rádióhullámokat, amelyek elvitték üzenetét Abonyból a világ sok tájára. Ebben gyökerezik a sokévtizedes történetére visszatekintő magyar rövidhullámú amatőr rádiózás. Fábian István életútja a hazai amatortörténet megörökítésére méltó fejezete.

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, újjára bocsátotta azokat a rádióhullámokat, amelyek elvitték üzenetét Abonyból a világ sok tájára. Ebben gyökerezik a sokévtizedes történetére visszatekintő magyar rövidhullámú amatőr rádiózás. Fábian István életútja a hazai amatortörténet megörökítésére méltó fejezete.



WAA QSL-ek EK4SAR-nél

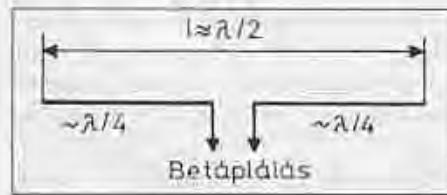
# Az első adóantennám

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 oszcillátortól kezdve egészen az antennáig. Az eltelt negyedszázad alatt az „amatőr” adástechnika alapvetően megváltozott. A szerző se száma mennyiségben kapható gyári készülékek – manapság – nem nagyon készítik az amatőr elmélet a mégiscsak szükséges elmélet elsajátítására, de nem nagyon készítik a kezeket sem az önmegbecsülést és az alkotni vágyást jelentő gyakorlati munkára.

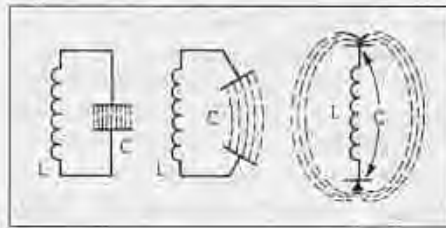
Megváltozott a világ! Kérdés: jó felé haladunk-e? Nem tudom. De vannak jelzések, amelyek arra figyelmeztetnek, hogy célszerű lenne egyik-másik témával ismét foglalkozni. Már csak azért is, mert hányszor mondjuk el, hogy egyes témákat 5–10 évenként meg kellene ismételni, minthogy ez alatt az idő alatt új nemzedékek nőnek fel, akik igénylik ezeket az ismereteket.

Az amatőrsávokat hallgatva, egyik ilyen téma a kezdők, de néha a haladottabbak 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 szólas-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.

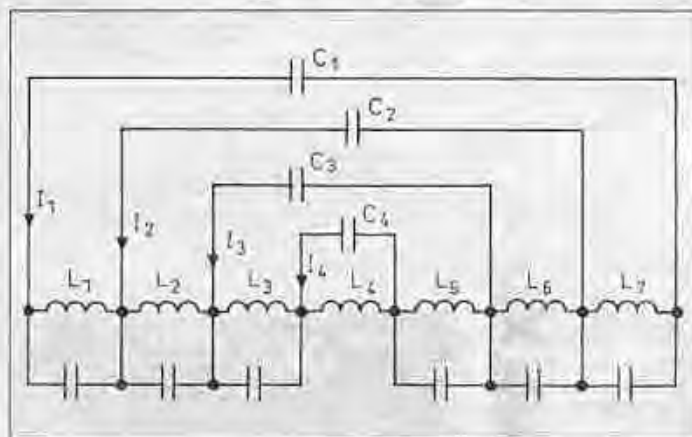
A dipólus két pólust jelent: két, közel  $\lambda/4$  hosszúságú huzaldarabot, amelyekre középen az ún. tápvonal csatlakozik. Erre az antennatípusra is vonatkozik az általános fontos szabály: az adásra alkalmas antenna vételre egyaránt alkalmas; a szakirodalom ezt az elvet a reciprocitás elvének nevezi.

## A félhullámú dipól

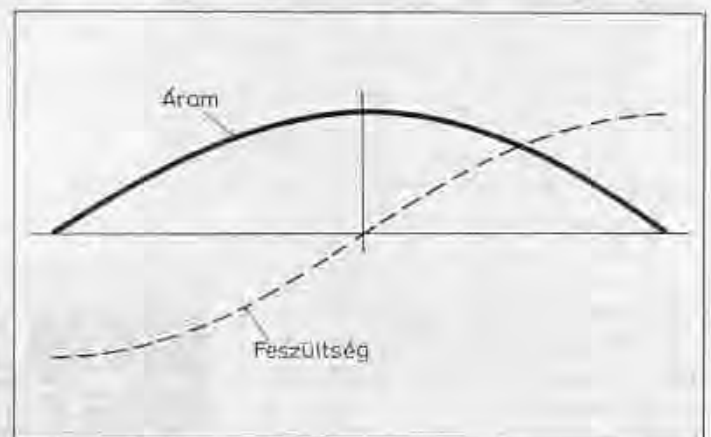
Az 1. ábrán felrajzoltuk a félhullámú dipólt. Az antenna geometriai mérete a használt üzemi hullámhossz közel felével egyezik meg és ennek következtében azzal rezonanciában van.

Eddigi tanulmányaink során – többek között – megismertük a zárt rezgőkör működését, amely induktivitásból (tekercs) 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.

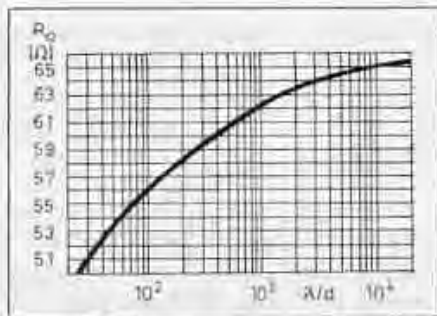
A kifeszített hosszú vezeték (huzal) ugyanúgy viselkedik, mint egy nyitott



3. ábra



4. ábra



5. ábra

rezgőkör. Kapacitása és induktivitása van, amelyek egyenletesen oszlanak meg a vezeték mentén. A hosszú vezetőket, tehát az antennát nyílt rezgőkörnek tekinthetjük. A 3. ábrán felrajzoltuk egy félhullámú dipólintenna kapacitás- és induktivitás-eloszlását, amelyből igen fontos következtetéseket fogunk levonni.

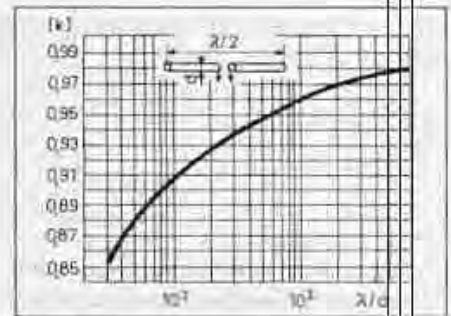
Tételezzük fel, hogy a  $C_1$ , a  $C_2$ , a  $C_3$  és a  $C_4$  kondenzátorban elektromos töltés van. Nyilvánvaló, hogy ez a töltés – akár az egyszerű párhuzamos rezgőkör esetén – a kapacitásokkal párhuzamosan kapcsolódó induktivitásokon keresztül ki fog sülni. Így a  $C_4$ -es kondenzátor az  $L_4$ -es induktivitáson keresztül, melynek következtében létrejön egyrészt egy  $I_4$  nagyságú áram, másrészt egy mágneses térerő (az  $L_4$ -en keresztül folyó áram hozza létre). A  $C_3$ -as kondenzátor az  $L_3$ , az  $L_3$  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 kiszűltek az induktivitásokon keresztül és az eredeti állapothoz képest ellenkező polarításra 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

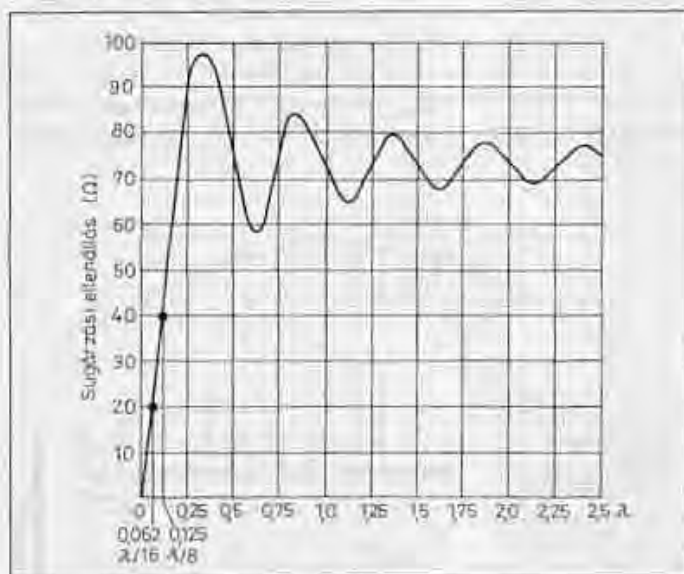
úgy fogalmazhatnánk, hogy az antenna közepén az áram nagy, a feszültség pedig kicsi, míg a végeken a feszültség nagy és az áram kicsi.

A 4. ábrán felrajzolt áram- és feszültségeloszlásból a dipólintenna 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.

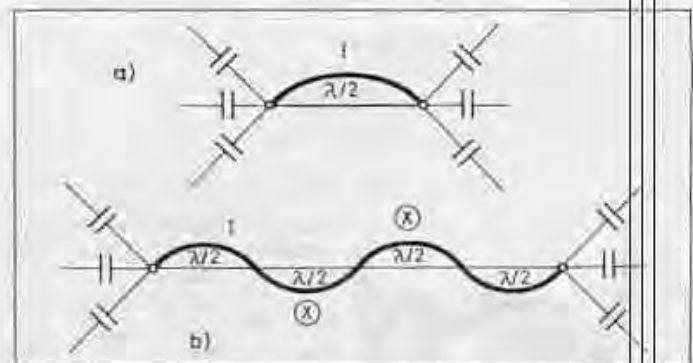
A dipólintenna rezonanciafrekvenciáján az impedancia valós („ohmos”), más frekvenciákon viszont reaktív, induktív vagy kapacitív összetevőket is tartalmaz. A rezonanciában levő dipólintenna valós értékű talpponti ellenállása az  $R_s$  sugárzási és az  $R_v$  veszteségi ellenállásból tevődik össze.

### 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** kiolvasható 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 amatőr 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 antennának 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 hosszal 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 helyezük 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 hosszal? 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 megrövidítését 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 értékeknél 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?

Sat-el

KFT

- 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 alapképlet 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 esigával 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 hosszakból 70–70 cm-t.

Az újabb mérés eredménye: 3434 kHz, alacsony még mindig, de már reménykeltően közelít a 3,5 megához. Újabb visszahajltás 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 dipólantennákkal 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 antennahossz.

Ezek után arra gondoltam, érdemes lenne „visszaszámolni” az én QTH-mra érvényes rövidülési tényezőt, hogy ne kelljen gyakran föl-le húzgatni és visszahajtogatással módosítani az antennahosszakat. 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 dipólantenna méretezése másként

A céloom tulajdonképpen két egyszerű képlet bemutatása, amelyek csaknem azonos eredményt adnak.

Elsőként a K. Rothammal „Antenna-könyv”-ében található képleteket említem. A rövidhullámú tartományban (30 MHz alatt) a károsítási 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:

$$l = 142,2/f_{[MHz]} \text{ vagy}$$

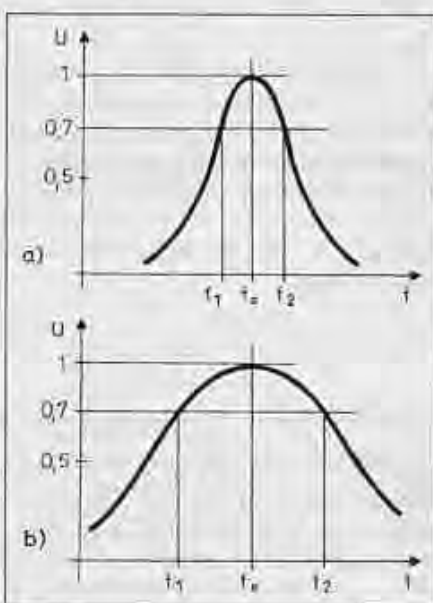
$$l = 142200/f_{[kHz]}$$

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.

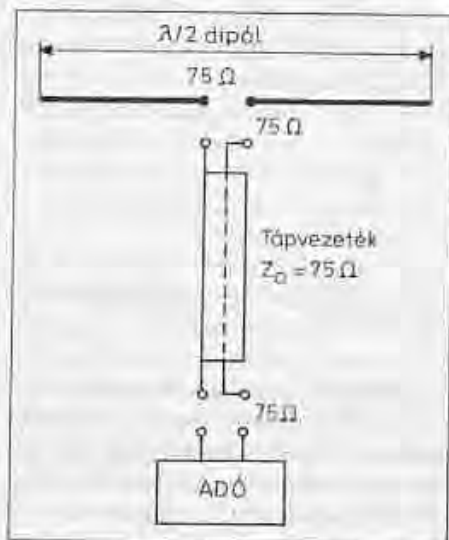
Az utóbbi képlettel kiszámított antennamérettel kapcsolatban feltétlenül meg kell mondani, hogy ez a képlet csak az alapfrekvenciára adja meg helyesen az antenna fizikai hosszát. Ha az antennát a harmonikusokon is használni akarjuk, akkor az előbb kiszámított antennahossz (40,14 m) rövid lesz. A 80 m-es 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 közbelső 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 működtetve 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 kellénél mintegy 2 m-rel rövidebbnek bizonyul.

## Az antenna sávzélessége

Nem beszélünk még az antenna sávzélességéről. A magyarizathoz ismét a rezgőkör példáját említem. A rezgőkör jóságát, a Q-t az L/C viszony határozza meg. (A körvesztésedet elhanyagoljuk.) Nagy L/C nagy induktivitást, nagy körjóságot és kis sávzélességet jelent (9.a ábra). Kis L/C viszony kis induktivitást és nagy kapacitást jelent, kis körjóságot és nagy sávzélességet (9.b ábra). Az antenna L/C viszonya a geometriai méretektől függ. Ebből következik, hogy a vékonyabb huzalból



10. ábra

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. tápvonallal, tápkábellel valósíthatjuk meg. A korábbiakban már megbeszél-tük, hogy a félhullámú dipól talpponti impedanciája, rezonancia esetén  $70 \Omega$  körüli érték. Ahhoz, hogy ezt az antennát energiával táplálhassuk, olyan tápvonalat, tápkábelt kell keresnünk, amelynek hullámimpedanciája, hullámellenállása illeszkedik az antenna bemeneti, azaz a talpponti impedanciájához.

Egy új fogalmat írunk le az előbb: hullámellenállás. A tápvezeték hullámellenállása az az impedancia, amelyet a véges hosszú tápvonal bemenetén akkor mérhetünk, ha a tápvonal kimenetét ugyanazzal az impedanciával zárjuk le. Ha tehát egy  $75 \Omega$ -os koaxiális kábel egyik végét (kimenetét) olyan antennával zárjuk le, amelynek talpponti ellenállása ugyancsak  $75 \Omega$ , a kábel másik végén (bemenetén) szintén  $75 \Omega$ -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, hullámellenállása  $50$  és  $75 \Omega$

közötti. Attól függően, hogy milyen antennát használunk, alkalmazzuk az  $50 \Omega$ -os kábelt pl. ground-plane antenna esetén, míg a szóban forgó félhullámú dipól esetén a  $75 \Omega$ -osat. Már most felhívjuk a figyelmet arra, hogy egy-egy kábelt megadott adatok csak általános érvényűek, ha lehetséges, akkor ellenőrizzük azt.

Az ismeretlen tápvezeték hullámellenállását 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 hullámellenállása:

$$C = 13 \text{ pF}, L = 1,2 \text{ } \mu\text{H}, \text{ így}$$

$$Z_0 = \sqrt{1,2 \cdot 10^{-6} / 13 \cdot 10^{-12}} = 303,8 \Omega.$$

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 hullámellenállásával azonos  $Z_0$  értékű impedanciával van lezárva. Ez valóban  $75 \Omega$ -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 előállított nagyfrekvenciás energiát teljes egészében az antenna veszi fel és sugározza ki.

### Az állóhullámarány

Mi történik abban az esetben, ha a tápvonal hullámellenállása 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 tételezzük fel, hogy a műszernek 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 állóhullámmal 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, amelyek következtében látszólag megnövekszik a kábel vesztesége, továbbá a reflektált teljesítmény egy része az

adóba jut vissza és ott további melegedést, 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 hatásokkal 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” kábellel. Ez magas állóhullámarányt eredményez, amelynek következtében erőteljes lesz a reflexió, így az adó teljesítményének csak bizonyos hányada kerül kisugárzásra.

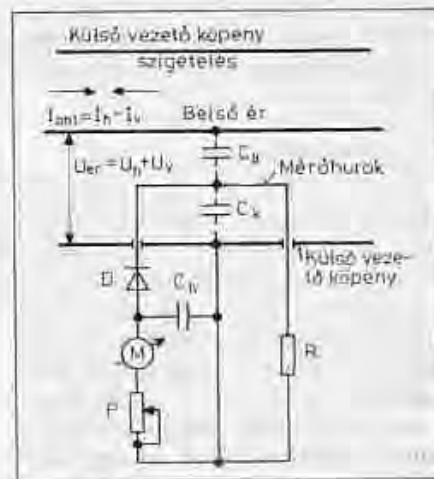
Ebben az esetben a kezdő amatőr hajlamos azt hinni, hogy meg tudja szüntetni „ki tudja hangolni” a durva illesztetlenségből adódó magas SWR-értéket egy adóoldali antennahangolóval vagy egyéb illesztőegységgel. Ez bizony óriási tévedés! Az SWR értékét csak a tápkábel és az antenna közötti illesztés határozza 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 méretezni a sugárzót, biztosítani kell a rezonáns antenna és a tápkábel jó illesztését.

Nem közömbös a tápkábel hossza sem, bár amatőrök egy része nem tulajdonít ennek nagy jelentőséget, pedig erre is oda kellene figyelni. Az a valamikori megállapítás, hogy pl. a Windom antenna egyszálalás 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.

Egyszálalású 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 a 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 kHz-re nézve 27,88 m, abban az esetben, ha olyan tápkábelt alkalmazunk, amelynek a rövidülési tényezője  $k = 0.66$ .



11. ábra

A tápkábel helyes hossz méretének megválasztása különösen többszálalású illesztő balunnal táplált antenna esetén fontos, mert a mérés csak akkor valós egyértelművé, ha a tápkábel „nem működik közre”, tehát nem transzformál, vagyis „lent” a „fent” tényleges valódságot „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, 0,89 rövidülési tényezőjű koaxkábelok is, ezek érszigetelése habosított polietilén. Tanácsos a használandó kábel rövidülési tényezőjét a szakkönyvekben közzétett 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 lezármaztatott állóhullámarány-mérőkről, idegen szóval reflektométerekről van szó.

A méréshez az antennához használt tápvonal hullámellenállásával megegyező hullámellenállású kábel darabot használunk fel. A kábel külső szigetájától szigetelten egy mérőhurkot helyezünk el. A mérőhurokban keletkezett nagyfrekvenciás feszültséget a D földre 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 hűdítést 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 keresztül folyik a vezetőkön. 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.

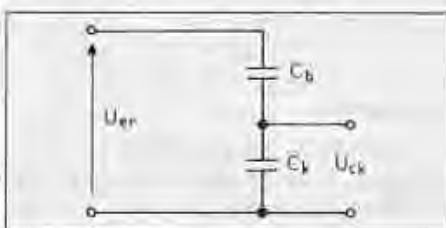
Feszültség vonatkozásában azt a megállapítást tehetjük, hogy a külső vezető köpeny és a belső ér között egy  $U_{er}$  nagyságú nagyfrekvenciás feszültség mérhető, amely mindenkor az  $U_h$  haladó és az  $U_v$  visszavert feszültségek összegével egyenlő. Azt a tényt, hogy összefeszültségről van szó, szeretném kihangsúlyozni.

A mérőhurok kapacitív, illetve induktív csatolásban áll a kábelcsoport 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 kábelcsoport belső ere és külső köpenye között helyezkedik el, s a mérőhurokra vonatkoztatva kapacitív osztót képez. A  $C_k$  kapacitáson, azaz a mérőhurokban

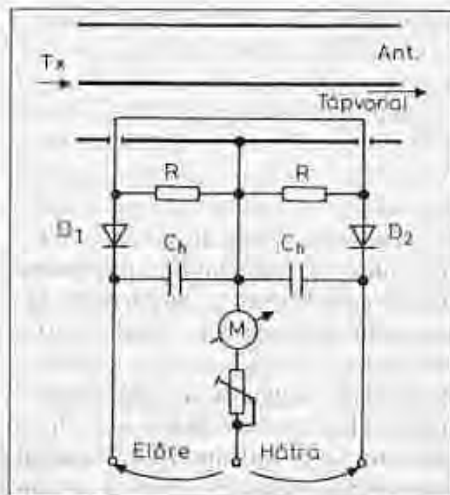
$$U_{ck} = U_{er} \frac{C_b}{C_k + C_b}$$

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 – összefeszültségként 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 mérőhurokban 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 mérőhurokban. A két áram egymáshoz viszonyított fázisától függően vagy összeadódnak, vagy kivonódnak egymásból.

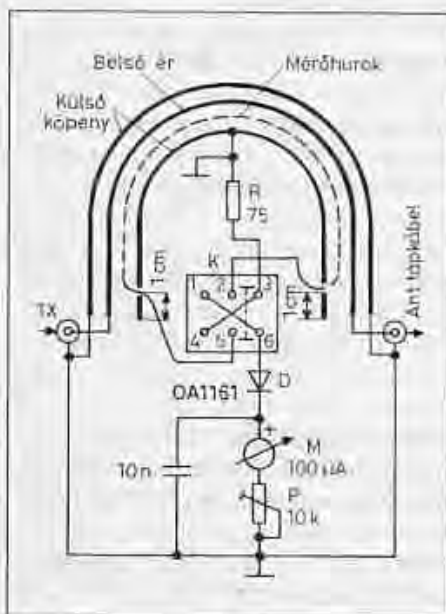
Ha feltételezzük a tápkábel és az antenna tökéletes illesztését, akkor a mérőhurok hosszát és a belső értől való távolságát úgy kell megválasztani, hogy a kapacitív és az induktív csatolásból keletkező áramok egyenlőek legyenek egymással. Ezek az áramok a mérőhurok „irányától” függően vagy összeadódnak 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 különbözethez követhetünk az illesztetlenség mértékére.

Hogyan lehet felhasználni az egyszerű iránycsatolót az amatörgyakorlat 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  $D_1$  diódot, „Hátra” irány esetén pedig a  $D_2$  diódot működtetjük. Az M műszer ennek megfelelően hol az egyik, hol a másik irány feszültségét indikálja.

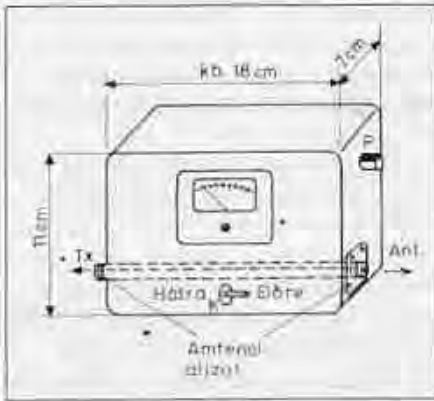
Az amatörgyakorlat számára nincs szükség a két diódás kapcsolásra. A kézikönyvek legtöbbször az állóhullám-aránymérő egydiódás változatát ismer-

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 kábelcsoport és az antennát tápláló koaxiális kábel azonos hullámellenállású legyen. Az amatörgyakorlatban pl. a névlegesen  $75 \Omega$ -os hullámellenállású RK1-es koaxiális kábelt használjuk a dipólan-tennák táplálására. Ebből a kábelből levágunk 15 cm-nyi darabot és lehúzzuk róla a műanyag védőköpenyt. A vörösréz szitát (harisnyát) a kábelcsoport két vége felől a közép felé összenyomjuk, így az a belső éret körülvevő dielektrikumról könnyen lehúzható. Következik a mérőhurok elhelyezése. Ezt úgy valósítjuk meg, hogy először a már üres réz szitát eredeti (15 cm) hosszúságúra széthúzzuk. Mérőhurokként kétszer selyem és zománc szigetelésű, 0,3 mm-es húzalt alkalmazunk. E húzalt 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 húzalt a szita belsejébe és a másik végétől számítva, ugyancsak 1 cm-re pedig kivevük azt. A külső szita szövése igen laza, így ezt a műveletet könnyen el tudjuk végezni. Ezután a külső szitát összenyomjuk egy kicsit és óvatosan rátoljuk – most már a benne levő mérőhurokkal együtt – a kábel dielektrikumára, majd a szitát széthúzzuk. A műanyagköpenyt nem helyezzük 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 szítát gondosan megtisztítjuk és az amfenol hideg végéhez (forresúcsra) forrasztjuk. A szita alá behúzott mérőhurkot a 14. ábrán feltüntetett módon az irányváltó két-áramkörös kapcsolójához forrasztjuk.

Az R-rel jelölt 75  $\Omega$ -os indukciómentes ellenállást pontosan az alkalmazott mérődarab külső szítájának a feléhez kell forrasztani, tehát az egyik végétől 7,5 cm-re. Az ellenállás számszerű 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

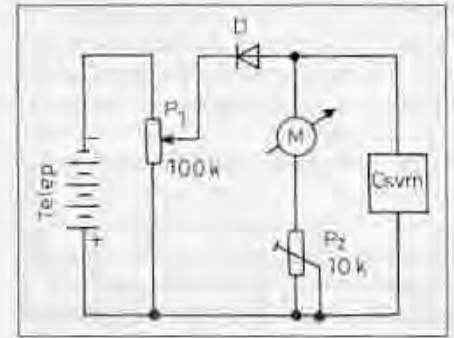
Az állóhullámarány-mérő kimenetét a tápvonal hullámellenállásával (75  $\Omega$ ) egyenlő értékű valós ellenállással zárjuk le. Erre a célra kizárólag indukciómentes (massza) ellenállást használhatnak, tehát spirálisan köszörült ellenállás nem megfelelő. A nagyobb terhelhetőség elérése céljából több tagból is összeállíthatjuk műterhelésünket. Így pl. 10 db 750  $\Omega$ , 2 W-os ellenállás párhuzamos kapcsolásával 75  $\Omega$ -ot kapunk, 20 W terhelhetőséggel.

Az adókészülékből kb. 10  $\Omega$  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 k $\Omega$ -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 esetlegesen mindaddig, amíg csak nem kapunk 2–3 fokos 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 kapcsolása, s a következők szerint.

A  $P_2$ -es érzékenységszabályozó potenciométert középállásba helyezzük, a  $P_1$ -gyel pedig akkora feszültséget adunk a telepről a diódára, hogy az M műszer mutatója csaknem végkitérést mutasson. A pontos végérték beállítását a  $P_2$ -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 csővoltmérővel vagy egy más, nagy belsőellenállású kéziműszerrel. Miután a  $P_2$ -vel beállítottuk a műszer mutatójának végkitérését, azt megjelöljük a skálán. Majd a  $P_1$  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 csővoltmérővel így könnyebb a tizedrésznyi csökkentést



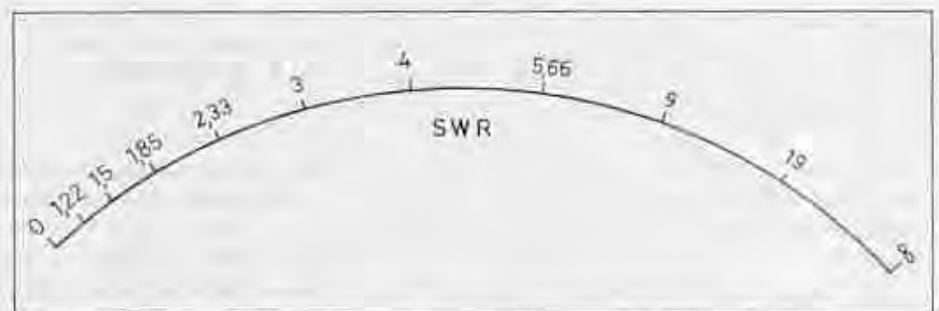
16. ábra

beállítani. Miután a tíz feszültségszökentést 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.

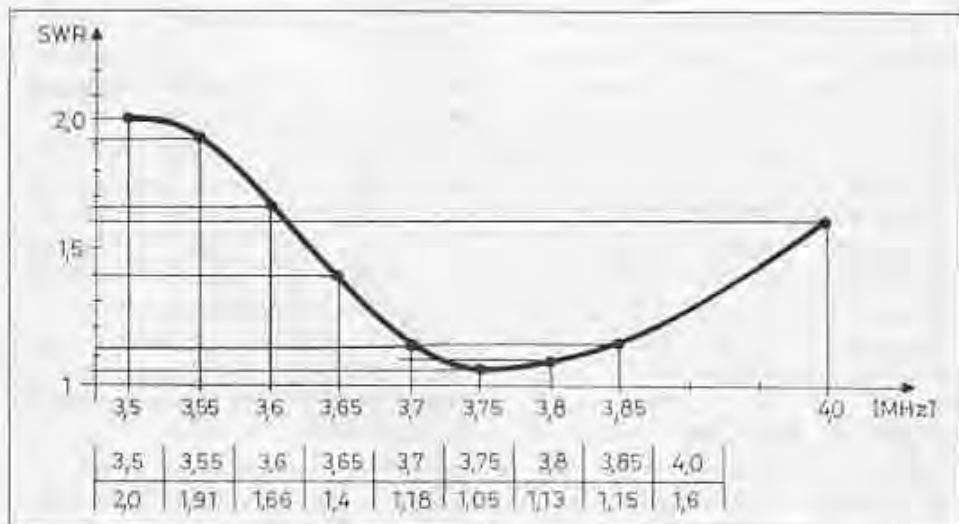
### Mérés az állóhullámmérővel

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 potméterrel (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 készítettünk új skálát, hogy arról közvetlenül leolvashassuk az állóhullámarányt. Ezért a tízes osztásoknak megfelelően (10, 20, 30 stb.) kiszámítjuk az állóhullámarányt. Ha az iránykapcsoló „Hátra” állásában 10, 20, 30, 40 stb. fokot



17. ábra

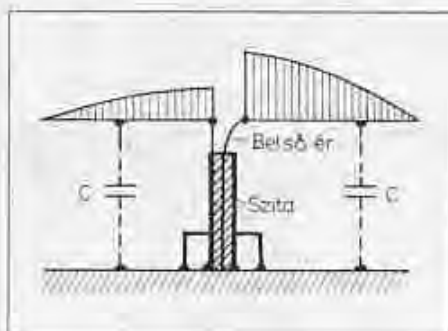


18. ábra

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, üzemi közben bármikor ellenőrizhetjük az állóhullámarányt és emellett „Előre” állásban fel tudjuk használni a maximális kimeneteljesítmény indikálására. Ilyenkor a műszer P potencióméterével a mutatót kb. a skála felére állítjuk, ez után hangoljuk adóinkat úgy, hogy a műszer mutatója minél nagyobb kitérést mutasson.

Eldőfordulhat, 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. Rájzolunk egy koordináta-rendszert, amelyben a 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 „légmélyebb pontja” egyértelműen mutatja, hogy az antenna melyik frekvencián rezonál.

### Az antenna szimmetrizálása

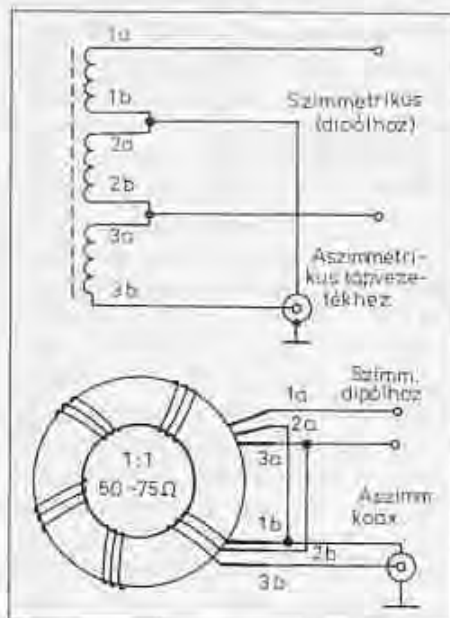
Cikkünkben igyekszünk minél több alapvető elméleti és gyakorlati szempontra felhívni a kezdő amatőr figyelmét. Ilyen – többek között – az antenna építésével kapcsolatban a szimmetrizálás kérdése.

Az általunk használt dipól szimmetrikus felépítésű. Ehből 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 vevőnköt, amelyek nem árnyékolat 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

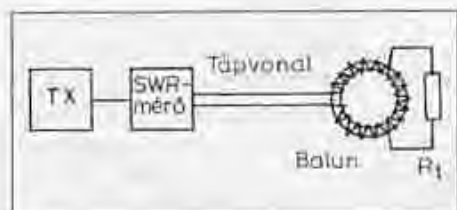


20. ábra

**BISCHOF Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. H-1085 Budapest, Stáhly 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 IGBTk, 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 vezetőben 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 sugárzást teret fog létesíteni, amely eltorzítja az antenna irányjelleggörbéjét (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. Un. baluntranszformátorral a táplálást szimmetrikussá tehetjük anélkül, hogy a tápvonal hullámellenállását 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, ugyanítt feltüntettük 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 terhelésig 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 amatőrtábor 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 frekvenciatartományban, 0,5 dB alatti átviteli csillapítás mellett, az átvihető csúcs teljesítményt 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. Némí módosítást hajtottam végre rajta – az adottságok miatt –, de ebből semmi problémám nem adódott. Így a balun tekercs teste 35 mm átmérőjű, 10 cm hosszúságú műanyagcső. A tekercselés trifiláris, három szál, szorosan egymás mellett tekercselte huzalból áll, a menetszám háromszor 12 menet, 1,2 mm átmérőjű CuZ huzalból. Célszerűen először az első 12 menetet tekercseljük fel, majd közvetlen mellé a második 12 menetet, végül a harmadikat.

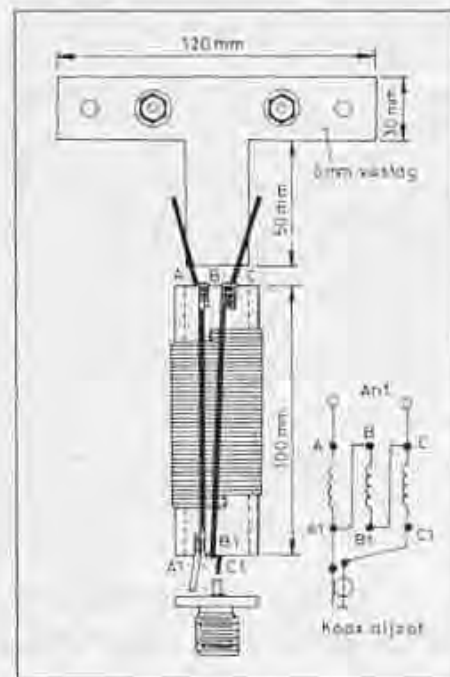
A tápkábel csatlakoztatását biztosító amfenol „mamát” a műanyag cső alsó végébe készített négy furatba, rézhuzallal tudjuk odaerősíteni. A huzalt ötször-hatszor fűzzük át a furatokon. Természetesen ezt megelőzően a megfelelő vezetéseket, tekercsvégeket beforrasztjuk az amfenolra. A „T” idom két megfelelő tekercsvég, illetve a dipólszárak bekötésére szolgál. Az egész balunt célszerű az időjárás viszonyaitól ellen egy megfelelő méretű flakonban elhelyezni, előtte a tekercselést le lehet fűjni valamilyen védőlakkal.

## A balun felhasználása

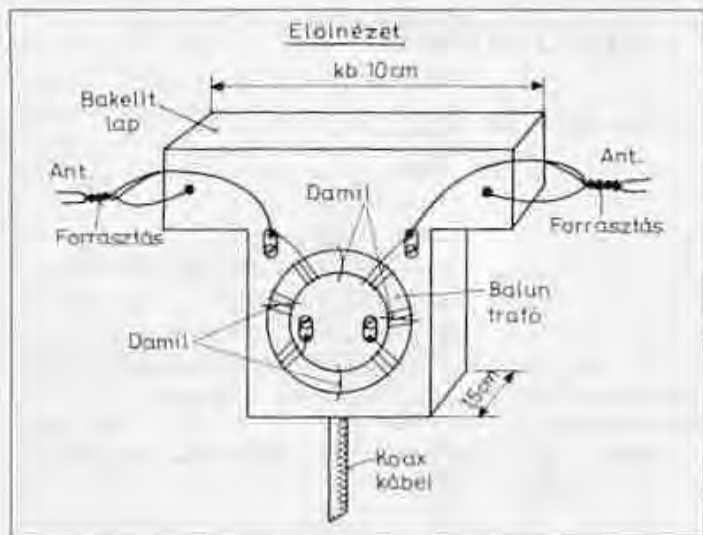
Az elkészített szimmetrizálót valamilyen módon a dipól betáplálási pontjánál rögzíteni kell úgy, hogy a nem kicsi súlyú koaxiális kábelt is elbírja a rögzítés. Egy lehetséges gyakorlati kivitel mutatunk be a 23. ábrán. A rajz szerint textiltakelit vagy más jó szigetelésű és jó szakítószilárdságú anyagból 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 készítünk. A ferritgyűrűt damillal erősítjük a lapra. A balun be- és kimeneti huzalvégeit forraszcsokhöz forrasztjuk.

A 24. ábrán látjuk a koaxiális kábel felerősítésének módját: két alumínium-eszköből készült bilincsel rögzítjük a kábelt a laphoz. A tápkábel belső erét és külső szitáját ugyancsak forraszcsokhöz forrasztjuk, ide kell csatlakoztatni a balun vezetéseit is. Szimmetrizáló balununkat óvni kell az időjárás viszonyaitól, ezért egy megfelelő nagyságú flakonba helyezhetjük el, pl. a 25. ábra szerint.

Befejezésül talán nem lesz haszontalan még néhány tanácsal ellátni kezdő amatőreinket, akik most építenek először adóantennát.

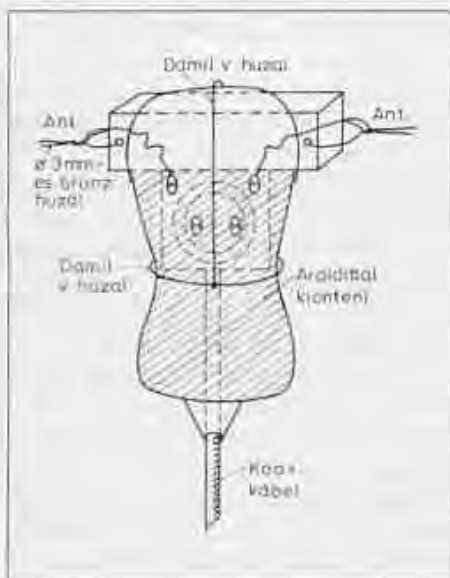


22. ábra



23. ábra

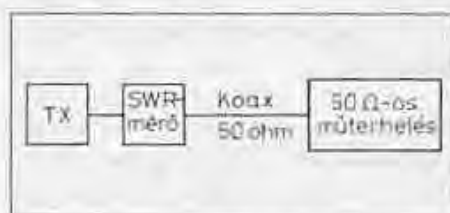
A méretezés, számolás előtt is van néhány teendőnk. Ilyen a szükséges anyagok beszerzése. Itt elsősorban az antennahuzalra gondolok, mert ennek minősége nem közömbös. Ne alkalmazzunk litze, tehát elemi szálakból álló, fonott huzalt. Ez a típus nem tartós, eléggé hamar tönkremegy. Az elemi szálak, az időjárás viszontagságai miatt (pl. savas eső), folyamatosan kezdenek elszakadni, míg nem – 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 igenesak tetemes



25. ábra

súlya van. És ne feledjük, hogy ehhez a súlyhoz még hozzá kell adni a tápkábelét is...

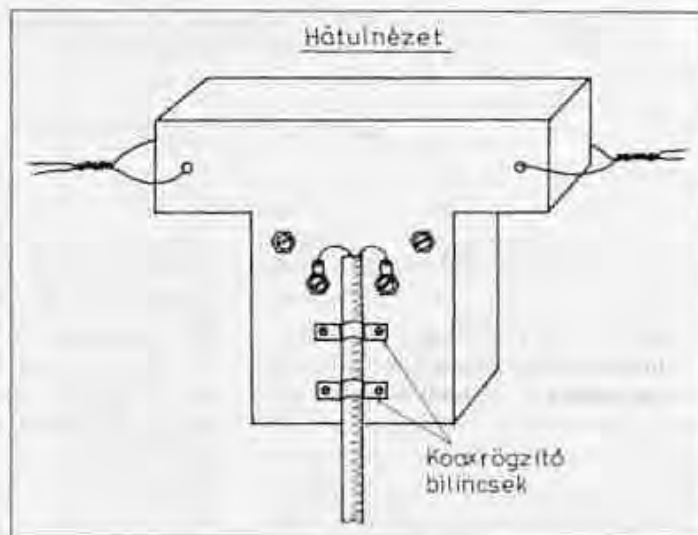
Használjunk jófajta porelán vagy műanyag szigetelő diókat. A végeffektus miatt nem közömbös a szigetelő minősége és technikai kivitele sem.



26. ábra

A méretezés során kiszámolt érték-nél valamivel hosszabbra hagyjuk a dipól szárait. A bemérés során pedig a hosszúnak bizonyuló huzaldarabot hajtsuk vissza, de ne esikpedjük, 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 tápkábeffel kapcsolatban egy alapvetően fontos tanácsunk van: minden esetben meg kell mérni, még mielőtt rákötjük 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 RKL-es kábelre a számolás 81 Ω feletti értéket eredményezett. Gyári hibás is lehet a kábel, ami idő-



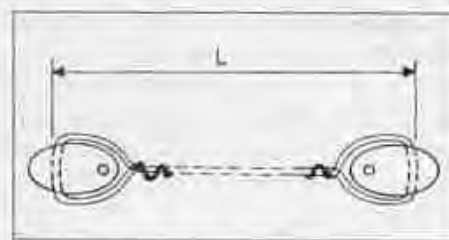
24. ábra

rablóan sok munkát és bosszúságot okozhat.

A kábelrel 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

## »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**

okt. villamosmérnök

Tel./fax: 280-2441

1196 Budapest (Kispest) XIX., Nagysándor J. u. 157.

# Az R-107T felhasználása rádióamatőr célokra

Szabó Zoltán okl. üzemmérnök, HA9PN ha9kr1@freemail.hu

*Az utóbbi időben egyre több ilyen URH FM adó-vevőkészülék kerül rádióamatőrökhöz. Néha bűrzenen is előfordul. Nem nagy a kereslet iránta. Nem nagyon ismert. Van aki a pincéjében pihenheti. 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 elégteleni igényeinket. A tranziver 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 átalakítani!*

## Mire érdemes az R-107T-t alkalmazni?

A vevője kis módosítással alkalmas tehető AM, SSB, CW üzemmódok vételére. Az adón kevés átalakítást kell végezniünk, és CW adó-vevőként használhatjuk. Komolyabb munkával megvalósítható az SSB adás is.

Az antennajelhez 20 MHz-et hozzákeverve kiterjeszthetjük a sávátfogást egészen a hosszuhullám alsó régióig. 100 MHz hozzákeverésével a rádió üzemképessé tehető a 120...152 MHz-es frekvenciatartományban.

Még mielőtt belemélyedtem volna a készülék átépítésébe, az FM detektorhelyére „berepülöztem” egy produkt-detektort BFO-val. Figyelgettem a 20 MHz feletti RH sávokat. Érzékenység szempontjából olyan volt, mintha egy eredeti amatőrvetőt 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 amatőrkészülék-gyártói rádióknak 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 évekkal 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 sávzűrésesség (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 fordulattal 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 megszokotti 25 kHz/fordulattal 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 használunk lokáljel-frekvenciaként. Így az R-107T által mutatott frekvencia + 100 MHz lesz a vételi (adási) frekvencia.

Hasonló URH/RH konverterekről bőségesen 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 kétszeresizzük!

A keverő kimenetét természetesen 44...46 MHz-re kell hangolni. Amennyiben a vevőt 120...152 MHz között akarjuk használni, akkor a nagy sávszélesség 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 belekezdenünk, el kell dönteniünk, 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 elég 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 elhelyezni. Egyébként az FM-nek akkor van értelme, ha valaki a 2 m-es szimplex vagy átjáró forgalomra kíváncsi. Ehhez azonban keverőt is kell építeniünk.

Akarunk-e AM adásmódot? Az AM-nek akkor van jelentősége, ha valaki műsorszóró adókat is kíván hallgatni, vagy ha érdeklő, mi folyik a CB sávban. Esetleg ha a rádiót URH konverterrel kiegészítve a repülésávot 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 együtthangolódik a nitrogéngázzal védett VFO-val. E két egység nem más, mint egy igazi rádióamatőr csemegé. 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

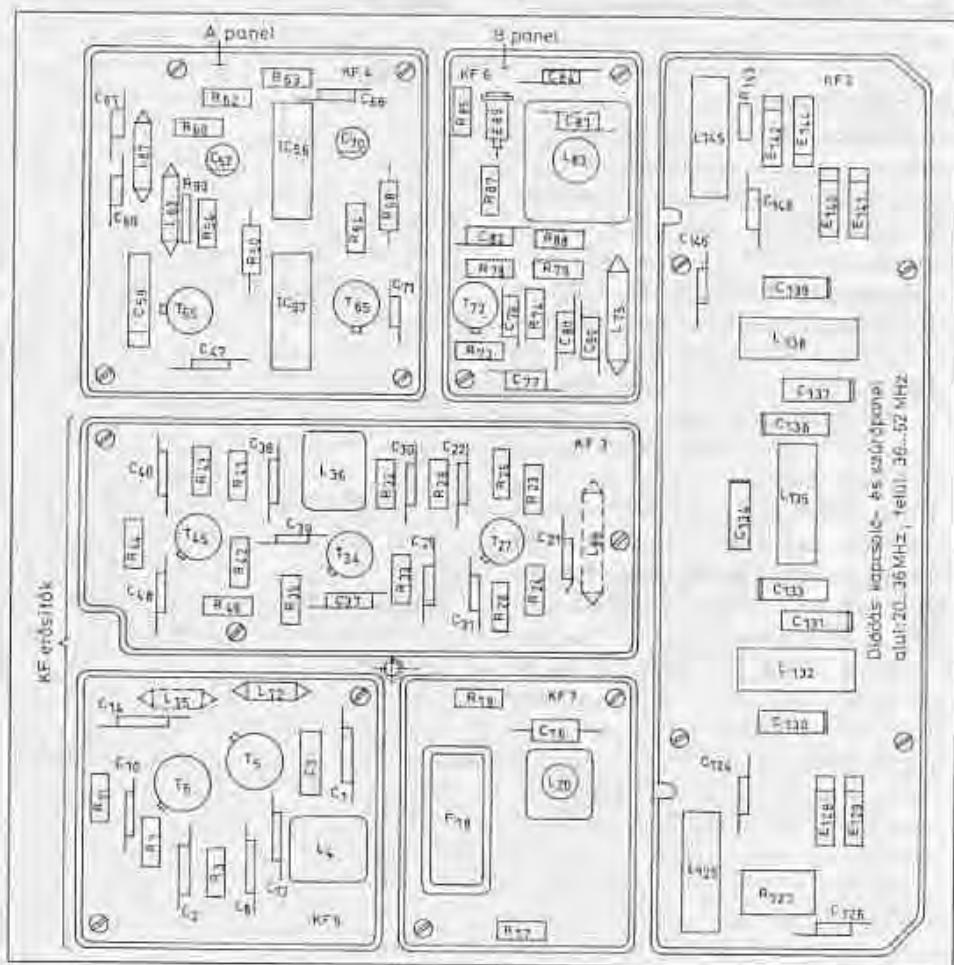
A mért frekvencia a bekapcsolás után (MHz)			
3 perccel	30 perccel	1 órával	2 órával
28,000018	27,999992	27,999991	27,999988
35,99999	35,999962	35,999958	35,999969
44,000015	44,000031	44,000032	44,000040

csodálatos rádiót lehet készíteni. Ha keresztsávós 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 elektroncsöves 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 rádióval 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

zéseken is. Néha bőrzéken is találkozni ilyen áttétellel. Van ismerősöm, aki színesfémhulladék-telepen talált megfelelőt.

A védőgáz „megszökésétől” nem kell félni, hiszen a tömítés többszörös és túlnyomásos. 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 ismertett átalakítások mind kipróbáltak, négy átalakított példány közel két éve kifogástalanul működik. Ki-ki igényei szerint váltosíthatja meg azt, amire szüksége van. A mintadarabok nyák nélkül készültek, négyzetátló-mintázatúra maratott, 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 frekvenciátfogása 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 frekvenciátfogást 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 a két átkapcsolási hely közelében DIL tokozású, morze érintkezős REED reléket 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 üzemmódú lehetőséget csak megemlítettem. A következőkben e leírás az FM üzemmóddal nem foglalkozik.

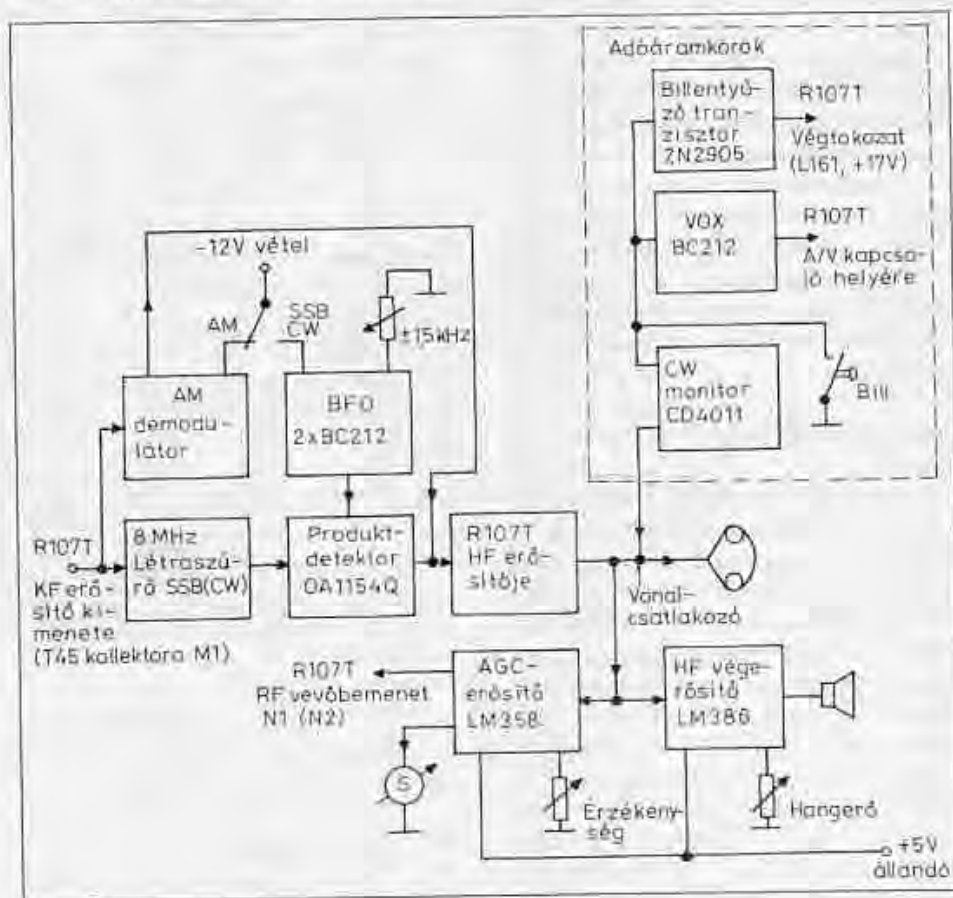
Az átalakítás előtt vegyük ki az A és B paneleket. Mindkettőt feszíti egy-egy vezeték alulról. A B panelt jobb oldalon a vételi -12V-os vezetéke, az A panelt a földvezeték. Az eddig átalakított készülékeknek a paneleket rögzítő csavarokat kivettük és a nyakokat óvatosan felfeszítettük. A rövid, feszülő 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 ráadásul, 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 onnantól 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 panel felőli 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 egyúttal 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.

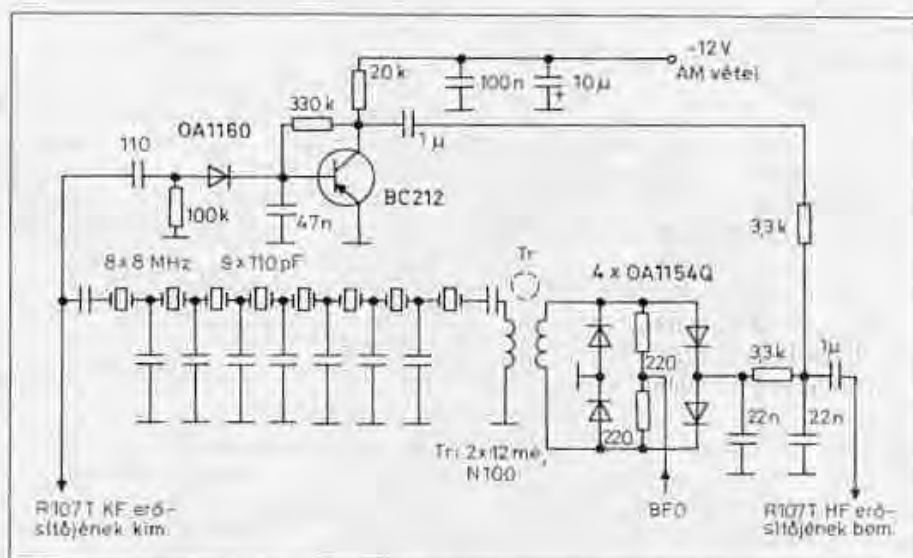
Az alsó, illetve a felső oldalsávhoz átkapcsolható BFO-t kell készítenem! Itt néhány mondat erejéig érdemes elidőzni. Ha valaki adó-vevőként akarja használni a rádiót, felmerül egy komoly probléma. A vevő elhangolása az adási frekvenciától a VFO-val nem valósítható meg. Ha keverővel más frekvenciákon használjuk a rádiót, akkor jobb a helyzet, hiszen a keverő oszcillátorának frekvenciáját vételkor elhúzzhatjuk.

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 előszerűen 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.

En ezt a potmétert az eredeti eszengő nyomógomb helyére építettem be. A potméteren tengelyirányban működethető 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-



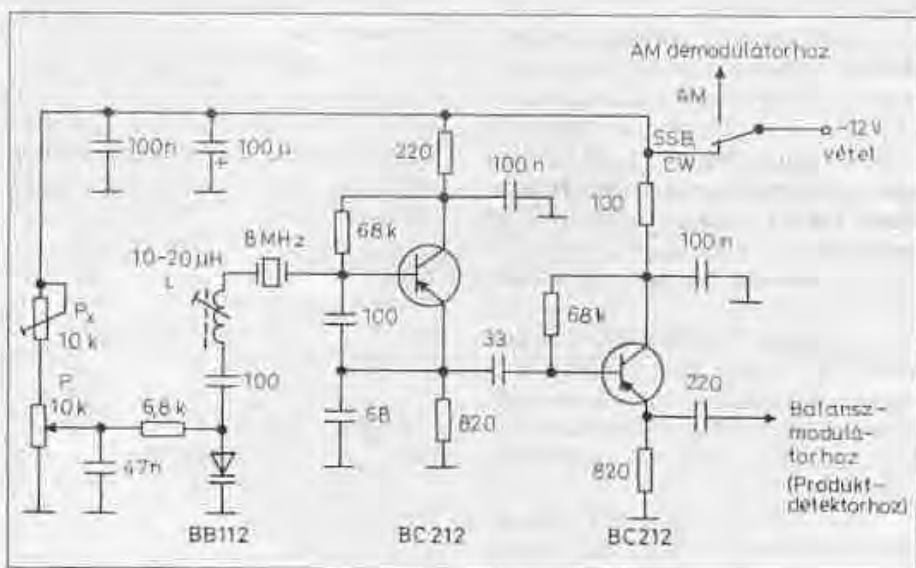
**3. ábra. Az SSB szűrő és a demodulátorok kapcsolási rajza**

zött hangolható legyen. A BFO tápfeszültsége -12 V. Ezt össze kell kötni a B panel alatt maradt vezetékkel. Ezen vételkor -12 V feszültség van.

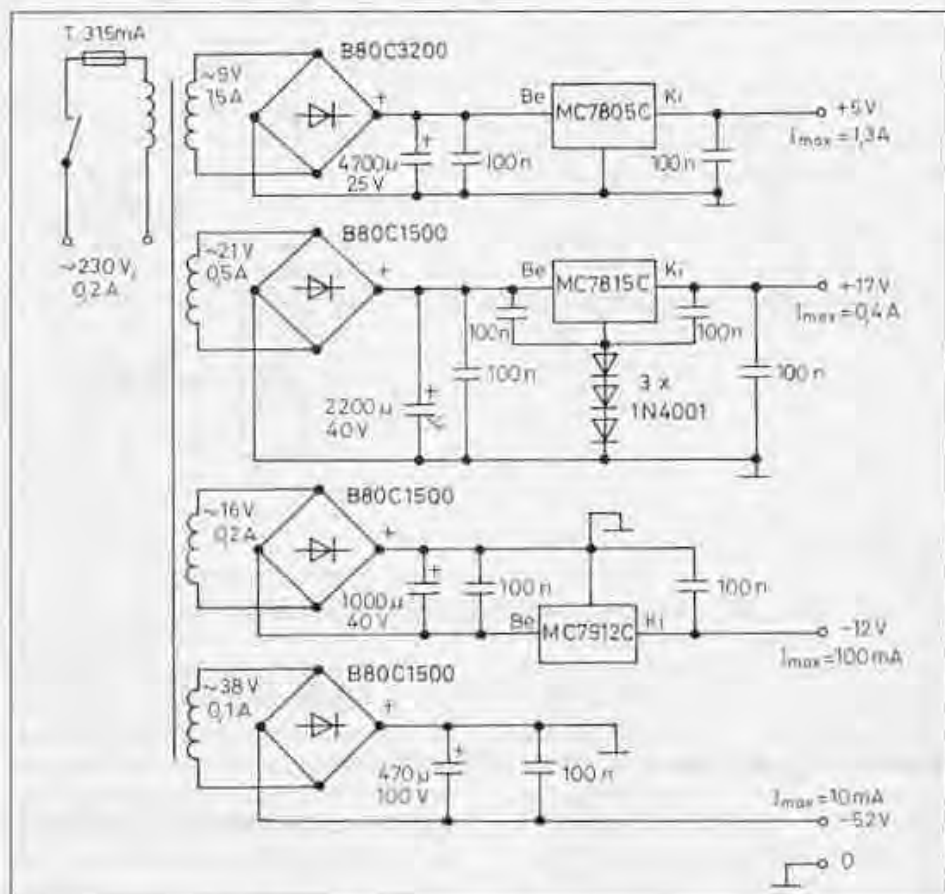
Az átalakítás során a vevő előerősítő, a vevőkeverő, a KF erősítő megmarad eredeti állapotában. Az egyszerűség kedvéért az SSB szűrőt a KF erősítő kimenetén iktatjuk be. Jobb lenne előbb, de azért a helyzet nem veszélyes, hiszen a KF erősítő elején helyén marad a 14 kHz sávzélességű FM szűrő. Ez a szűrő már biztosítja a jó elszелеkciót, 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 - nyáklemezre 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 kapcsolóüzemi tápegység helyén vannak. Az eredeti kapcsolóüzemi 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 melegezésre 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

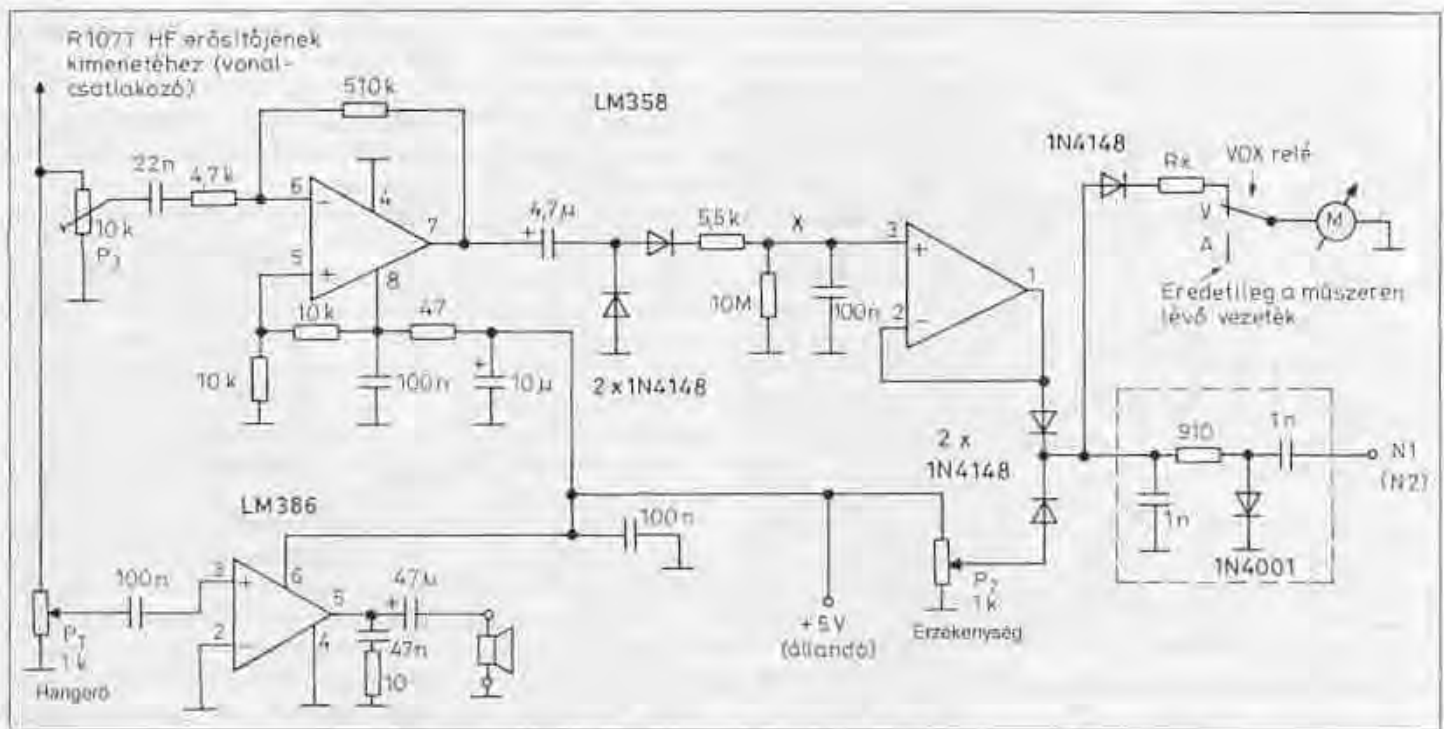
A 6. ábrán látható áramkör megépítése nélkül már használható a rádió. A HF erősítőt csak annak kell elkészítenie, aki hangszórával is akarja hallgatni. Kis impedanciájú hallgatót valamilyen zsebrádió kimenőtranszformátorán keresztül kell csatlakoztatni. A hallgatókimenet két helyen is ki van vezetve. Egyik a beszélőkészlet csatlakozója, a másik a vonalesatlakozó.

A HF erősítő nagyon egyszerű, egy LM386-os IC-vel készült. Az IC bemenetére kötött  $P_1$  potméterrel lehet szabályozni a hangerőt. A vonalesatlakozóról le kell forrasztani az eredetileg rajta levő két vezeték. Ez lesz a HF erősítő bemenete. A hangfrekvenciás erősítő kimenetét a vonalesatlakozó banánhüvelyéhez kell kötni. Nem szükséges árnyékolt vezeték használni.

Az AGC kétfokozatú erősítőjét egy LM358-as IC-vel készíthjük el. Bemenete ugyanaz, mint a hangfrekvenciás erősítőé. A  $P_3$ -trimmerpotméterrel lehet az AGC erősítő érzékenységét beállítani. Az első fokozat a hangfrekvenciát erősíti. A felerősített jelet diódás feszültségkészszerző egyenirányítja. A második fokozat az elválasztó. Az x RC taggal lehet a szabályozás gyorsaságát beállítani.

A  $P_2$  potenciómterrel 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 növekedésével 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 ármékölt 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 térerőséggel 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 adaskor, 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 keletkeznek. Ezek közül a legbosszantóbb a 12,5 kHz-enként jelenlévő zavaró fűtő.

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 árméköltőket alkalmaztam.

Számottevő javulás nem történt. (A zavarok fő okozói nagy valószínűség-

gel az egész készüléket magában foglaló fémlház és öntvény ketrecék, 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 fűtők 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, ITT, 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 legyártatunk.

A tőlünk vásárolt rezgőkvarcok paramétereit garantáljuk, ellenőrző méréseket a helyszínen végzünk.

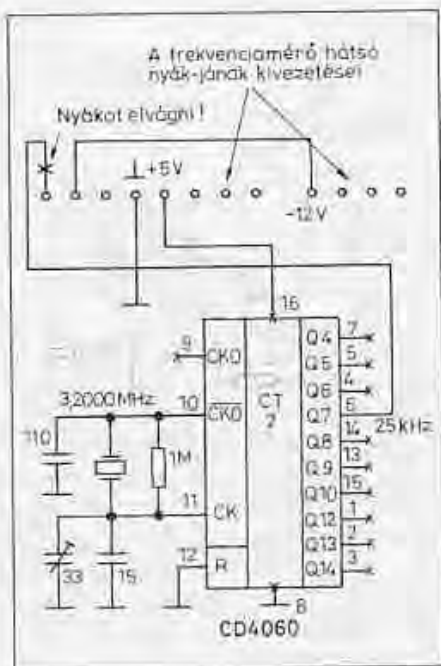
Forduljon hozzánk bizalommal!

**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 rögzítésesavarjánál van szabad hely. A trimmerkondenzátorral lehet a pontos frekvenciát beállítani. Frekvenciamérő hiányában a beállítás történhet valamelyik 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 többtápasús fokozatkapcsoló külső tárcsáján levő 60-as jelölésű csatlakozási pontot összekötjük a mögötte levő tárcsán található 84, 101 jelű vezeték 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 esökkentjük 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 fóliacsík. Ezen kapja a

kijelző a +5 V-ot. Ezt kell elválni és átkötni a sorba kapcsolt diódákkal úgy, hogy a dióda katódja felfelé mutasson.

Ez a 12,5 Hz bizonyos frekvenciákon pattogáshoz hasonló zavart okoz. Amatőrsávokon 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 terhelhetőségre 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.

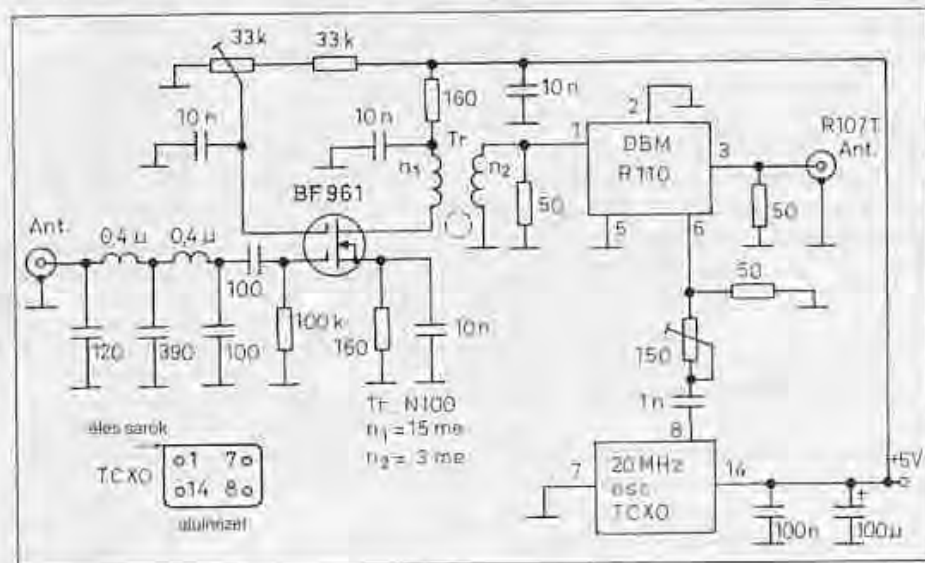
Az RT-ben közölt digitális frekvenciakijelzésű rádiók skáláinak nagy része is változtatás nélkül alkalmazható.

## 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 tükrőfrekvenciás zavarérzékenysége. A vételi frekvencia a rádió 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 duplexert nem készítettünk, hanem 50 Ω-mal lezárjuk a DBM-et.

Jó terjedés esetén az alsóbb sávokon az antennajelet csillapítani kell,



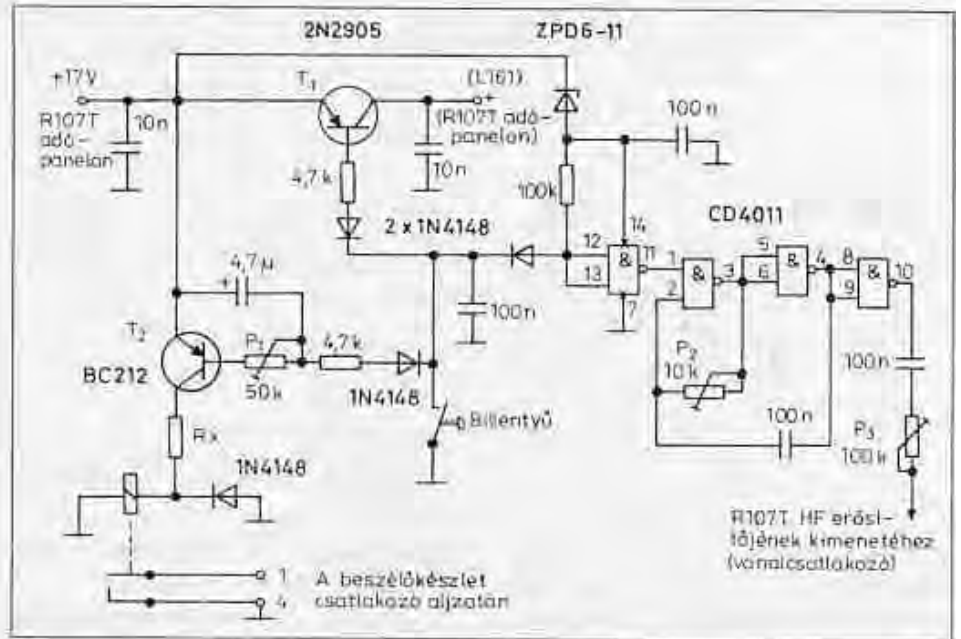
8. ábra. A 100 kHz...20 MHz-es vevőkeverő kapcsolási rajza

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 tekeréset 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 vevő 1...3 W teljesítménnyel. A vevő 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 mintajelét 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 adáskapcsolott állapotban, felengedett billentyűnél a közeli környezetben hallani lehet a vevőt. 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 leesökken 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.

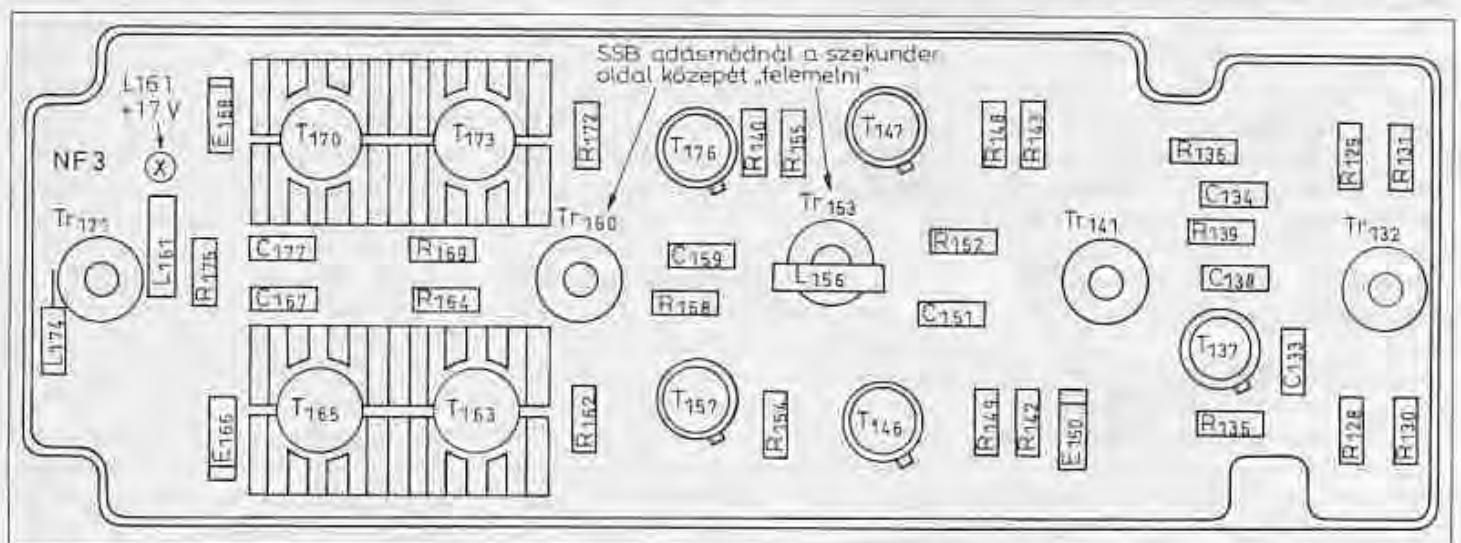
### A billentyűző áramkör, a VOX áramkör és a CW monitor

A VOX áramkört nem feltétlenül szükséges megépíteni, de ha valaki nem

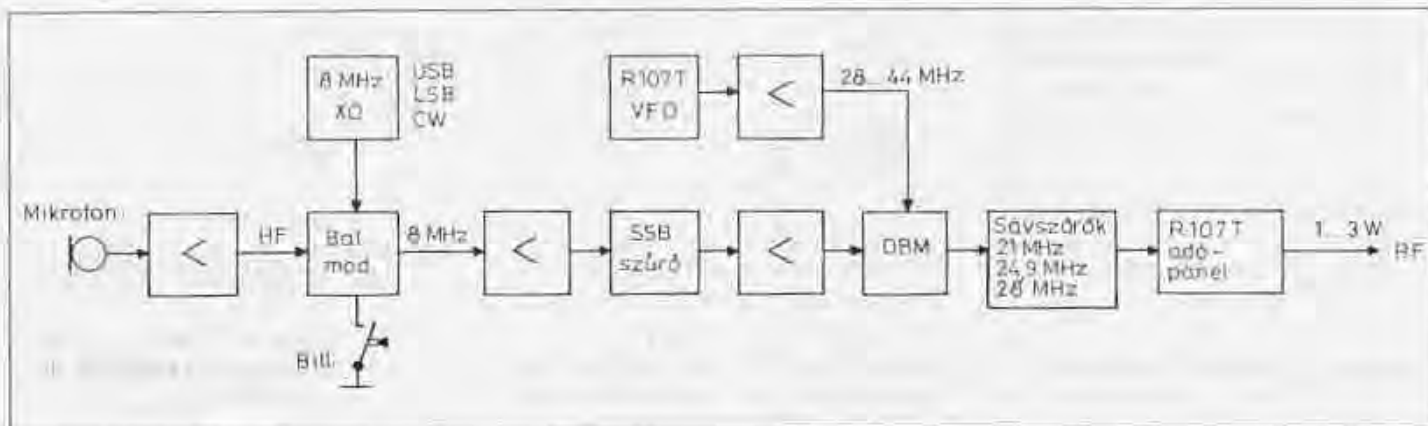
építi meg, akkor annak meg kell oldania a kézi adásvétel-átkapcsolást. (A beszélőkészlet csatlakozóján az 1, 4 kivezetésekkel, vagy pedig a működési mód kapcsolóval.)

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 hátra 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  $P_1$  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.  $P_2$ -vel a hangmagasság,  $P_3$ -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 mikrofonbemenet 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 üzemművé. Ez legegyszerűbben úgy valósítható meg, hogy ha a meghajtó- és a végfokozatok bemeneti transzformátorainak szekunder oldali középpontjait „felemeljük” ( $TR_{153}$ ,  $TR_{160}$ ).

Nem kell túlbonyolítani, ekkora teljesítménynél tökéletesen megfelel 1-1 nyitóirányban előfeszített szilíciumdióda.

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 vevőfrekvencia. A nem megfelelően megválasztott vevőfrekvencia felelmetesen 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 csatlakozó 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 nyákok. 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 produkt-detektor elkészítése. Ez jó lesz „kedy csinálónak”. Mindenki kellemesen fog csalódni. Ki-kí eldöntheti, hogy akarja-e folyamatosan látni a frekvenciát.

4. A 25 kHz-es referenciajel 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/érzéketlen). Az amatőr gyakorlatban használatos antennák impedanciája kicsi, 100  $\Omega$  alatti. Ennek eredménye az, hogy a műszer kitérése meglehetősen kevés. A felirattal ellentétben a műszer nem antennáramot, hanem antennafeszültséget mér. Ha valaki nagyobb műszerkitérést akar, akkor csökkentse az  $R_1$  27 k $\Omega$ -os ellenállást az antennacsatlakozó mögötti egyenirányító nyákon.

A kapcsoló FR. M (frekvenciamérés) állásban 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. Előinte 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 végtranzisztorra – a jobb hatásfok elérése érdekében – C-nosztályú beállításban működik, tehát a kimenőjelben jelentős harmonikustartalom van. Ezek a nem kívánt harmonikusok más rádiószolgálatok 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 harmonikusugárzását 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 túlvezérelhetik, „leültethetik” a viszonylag gyenge szelektivitású

432 MHz-es készülékek bemeneti fokozatait. Amennyiben egyszer már a vevőbemeneti fokozatban létrejött a keresztmoduláció, akkor a zavaró jeleket a továbbiakban semmilyen eszközzel nem lehet kiszűrni. Egy megfelelő tulajdonságokkal rendelkező, adóoldali felülvágó szűrő nemcsak harmonikuszegény 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 térrősségek sokszorosai is előfordulhatnak...

Külön gondot jelent, ha azonos QTH-ról, egyidejűleg többsávós üzemben dolgozunk, mert a rádióamatőr-sávok többsége harmonikuskapcsolatban áll egymással. Versenyállomásoknál, 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 oldalmereksége (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. Hozzáérhető 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 árak miatt ezek gyakorlatilag elérhetetlenek számunkra. Olcsóbb és praktikusabb megoldásnak bizonyult az áramkör-szimulátor-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 áramkör-szimulátorok 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 keresztcsávós 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 vagyonsvédelmi rendszerek
- ◆ Távfelügyeleti eszközök
- ◆ Digitális átjászók
- ◆ 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 áramkórszimulátorainak „student”, illetve „eval” változatait, amelyekkel egyszerűbb feladatok az otthoni gépeken is elvégezhetők. Ezen korlátozott teljesítőképességű változatok mellett, a témát mélyebben megismerni szándékozóknek 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 áramkórszimuláció, 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 képernyőképeket, 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 emyőképeit. 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 emyőképehez. 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 polinómok (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 bevitelők 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 tápvonallhatásokat, 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 alkatrészre 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 zárótartományon belüli ingadozásokat (visszalógásokat) az átviteli függvény zérusai okozzák. A visszalógások frekvenciái az áramkórszimulátor segítségével az optimalizálás során, az adott feladatnak megfelelően módosíthatók.

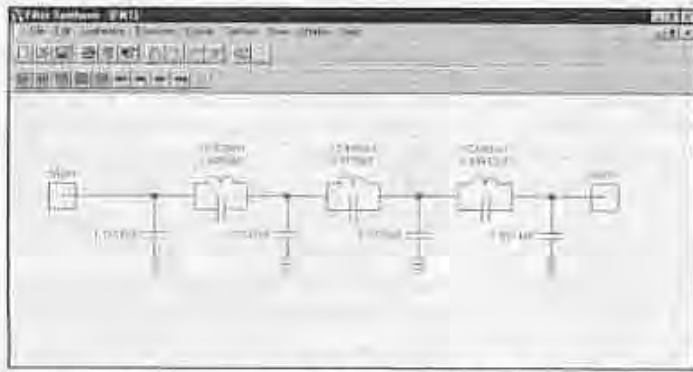
Nyissuk meg a szűrőtervezőt és válasszuk a Design New Filter parancsot. Ezután az első ablakból a szűrő típusának a Lumped lowpass, a Design Method ablakból az Elliptic, a technológia

ablakból pedig a Lumpedet jelöljük be. A további 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 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 további 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 emyőképet mutatjuk be a megtervezett szűrő kapcsolási rajzával.

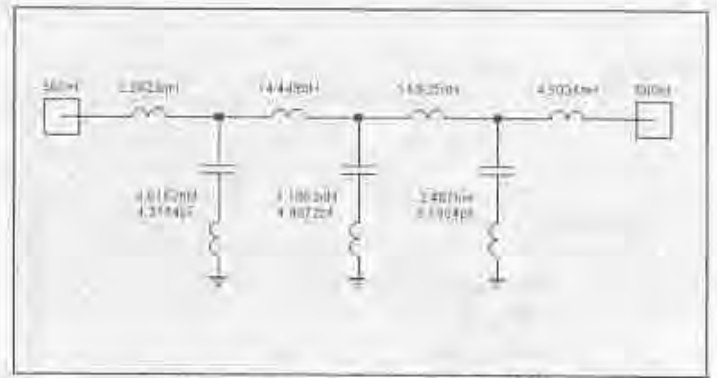
A képernyő tetején lévő menüsorból először a Settings/Preferences parancsot célszerű választani. Itt értelem szerűen megadhatjuk a legfontosabb paramétereket. Fontos a mértékegységek beállítása, a Sweep érték (milyen frekvenciatartományban rajzoltatjuk ki a szűrő karakterisztikáit), a kapcsolási rajzon a rács és a feliratok mérete, valamint a Global ablakban az egyes alkatrészek jósági tényezőjének megadása. Ez utóbbi értékek helyes beállítása után a mérési eredményekhez jól közelítő jelleggörbék kaphatunk. Természetesen ez a program pontatlanabb, mint a Serenade órási matematikai apparátust felvönultató 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



2. ábra. Az elliptikus szűrő duálja

párhuzamos ágakban lévő soros RC-tagokat egy egységként kezeli a program), s egy apró tévedés folytán az R- és a C-elemek felíratát 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 valóságos (pozitív előjelű) alkatrészekké alakíthatjuk. Átrendezhetjük az áramkört, és összevonnhatjuk 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 kétségtelenül 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.

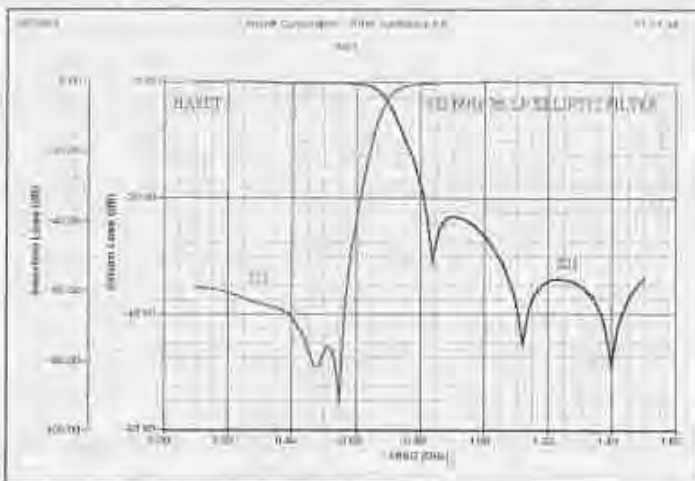
Következő legördülő menü a Display. Ennek legelső pontjára kattintva, a korábbi beállításoknak megfelelően megjeleníthető a szűrő átviteli függvénye és reflexiócsillapítása (3. ábra). Itt az S21 és az S11 paramétert különböző léptékben rajzolja ki a program, a jobb kiértékelhetőség érdekében. Ezen kívül megjeleníthetjük a Smith-diagramot, a csoportfutási időt, az S11 és S21 paramétereket táblázatos formában is, a KQ és G állandókat, vagy a Net-listát

(kötéslistát). Számunkra most a legfontosabb ikon az felső sor utolsó előtti ikonja, amelyre kattintva, egyből átvihetjük az áramkört a Serenade programba, további feldolgozásra.

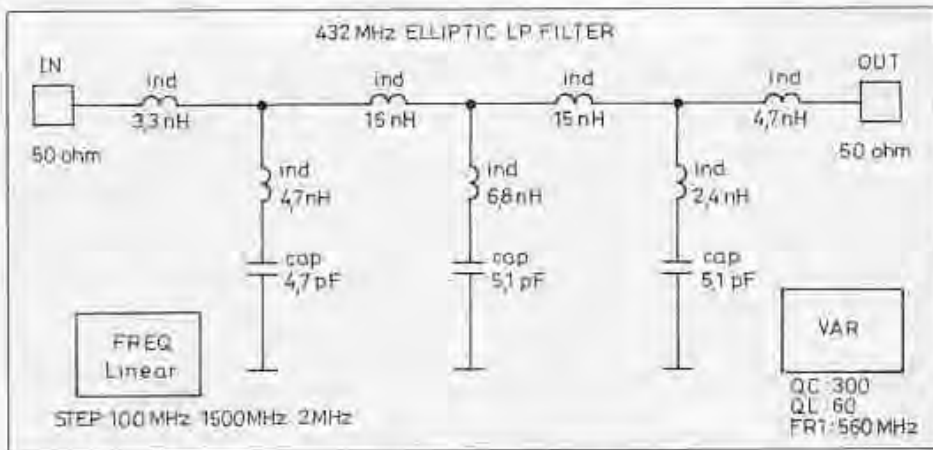
Az adott elliptikus szűrő rajza szabványos LC-értékekkel a Serenade-ban, a 4. ábrán látható. Minden elem értékét a hozzá legközelebb álló szabványos értékre átvittük, majd optimalizáltuk a szűrőt. Többszöri optimalizálás, és néhány elem értékének változtatása után elérhető, hogy valamennyi alkatrész 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, önholdó 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 görbéivel, 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 meghatározhatjuk 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-köaxiális kábelesonkokkal 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 tekereselt 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

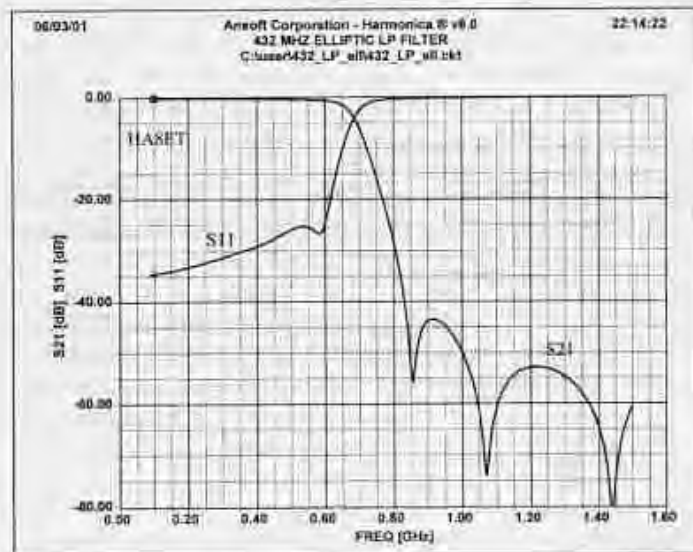
Adott fokszám esetében ez a szűrőtípus biztosítja a legnagyobb oldalmeredekséget, ennek megfelelően a legérzékenyebb az alkatrészek szórására is. Amennyiben a megadott jósági tényezőjű, gyári 5% értéktűrésű alkatrészekből tudjuk összerakni a szűrőt, akkor nem lesz jelentősebb eltérés az átviteli függvényében, a szimulátor által szolgáltatott jelleggörbéhez képest. Az áramkör nem igényel különleges nyá-

lon 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 javaslom a szűrő megépítését, akik vagy be tudják szerezni az ajánlott gyári induktivitásokat, vagy rendelkeznek a szűrő beépítéséhez szükséges műszerparkkal. A beépítéséhez legalább 100...1300 MHz-es mérési tartományú műszerek szükségesek (pl. poliszkop, vagy spektrum-analizátor tracking generátorral, vagy hálózati analizátor, vagy sweep generátor és a szükséges mérőfejek, kiegészítők).

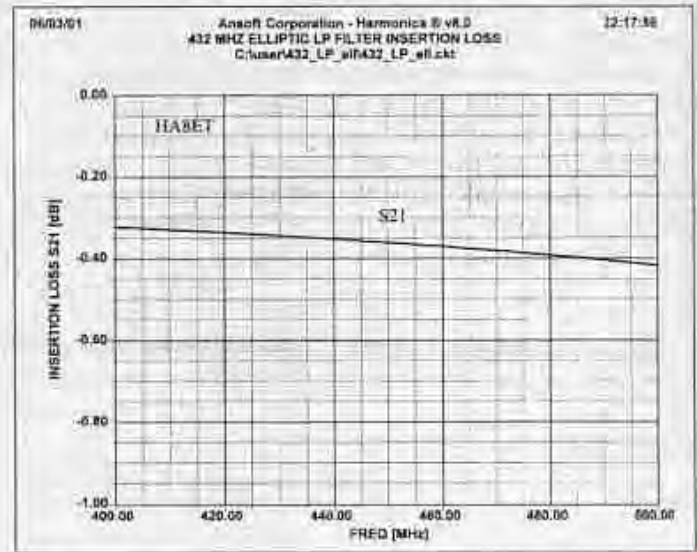
Azok számára, akik valamelyik oknál fogva nem tudják ezt a szűrőt elkészíteni, a következőkben két olyan kapcsolást ismertetünk, amely a korszerű hangolásmentes technika alkalmazása következtében, semmiféle utólagos behangolást nem igényelnek. Megéri a tervezésre és az optimalizálásra több időt szánni, 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 hangolhatóra készíteni. A kész szűrő karakterisztikáit minden esetben méréssel is ellenőrizni kell, ezért a megfelelő műszerek hiányában kevesen vállalkoznak ilyen szűrők elkészítésére.

Az elosztott paraméterű szűrőknél két alapvető technológiát különböztetünk meg. A *stripline* technika alkalmazása komoly gépipari háttérrel feltételez, ezért a valamivel nagyobb vesztések 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  $\epsilon$  tényező még nem jelentős. Mivel a szűrők nem tartalmaznak hangolható elemeket, ezért elegendő csupán a prototípust méréssel ellenőrizni. Az ilyen technológiával kialakított áramkörök közelítő számítását, és néhány egyszerűbb gyakorlati alkalmazást már bemutattuk [4], majd pedig olvasó, 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 áramkör-szimulátor programmal, az ANSOFT Serenade Design Suite 8.0 programjával méretezünk egy 432 MHz-es elosztott paraméterű szűrőt, majd optimalizáljuk azt.

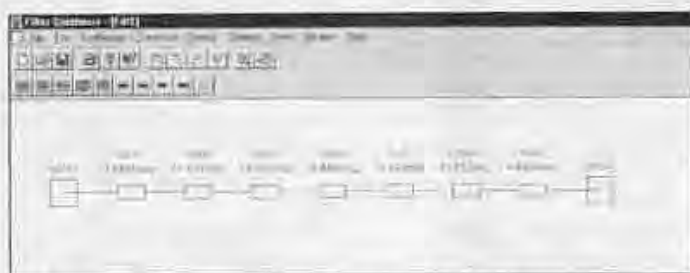
A tervezés menete teljesen hasonló az előző, elliptikus szűrő tervezéséhez, csak az egyes párbeszédéses ablakokba most az elosztott paraméterű szűrő jellemző adatait írjuk be, illetve választjuk ki. A „project” munka előnye, hogy akkor is meg tudjuk nyitni a szűrőter-

vezőt, ha közben egy másik feladaton dolgozunk. Tehát a Tools menüből a korábban leírt módon nyissuk meg a Filter Synthesis programot. Válaszszuk a New Design parancsot, és a megnyíló ablakban a következőket jelöljük be: Filter Type – Distributed Lowpass, Design Method – Tchebishev Prototype, Tecnology – Microstrip. Sajnos itt már nem kínálja fel a program a nagyobb oldalmeredekségű elliptikus szűrő tervezésének lehetőségét. Így a Czebisev-approximációt választottuk, amelynek jellegzetessége, hogy az átvitele az átérésztő tartományban a megengedett értékhatárok között ingadozik, majd monoton esőken.

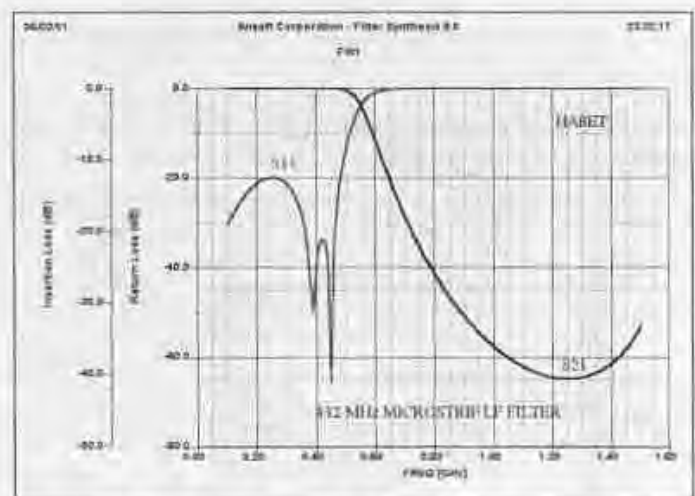
Ezután a tovább gombra kattintva, a következő ablakban beírhatjuk a szűrő adatait. Most is az előző példával azonos adatokat írtunk be ( $f_c=560$  MHz  $-3$  dB-nél, fokszám=7, ki- és bemeneti impedancia 50  $\Omega$ , az első elem párhuzamos). Egyetlen új adat a Czebisev-szűrő átviteli sávjában az ingadozás nagysága; Ripple [dB]=0,0001. A fokszámbebecslést 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 üvegszálas 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 párbeszédéses 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 átérésztési tartományban).

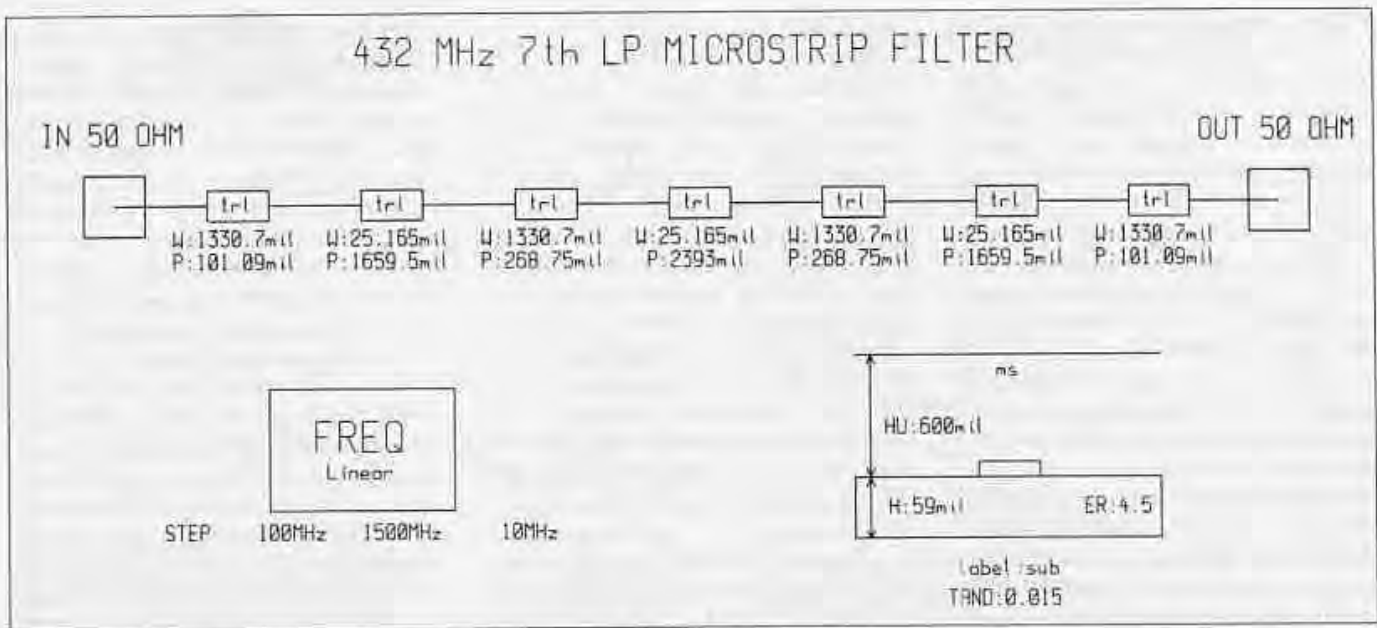
A tovább gomb után, a következő ablakban meg kell adni a felhasznált hordozó (nyák lemez) adatait. Alapanyagul az olvasó és könnyen beszerezhető, jól megmunkálható FR4-es anyagot választottuk. Sajnos a frekvencia függvényében a dielektromos állandója nem állandó, valamint tapasztalható egy bizonyos gyártási 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  $\mu$ m, a dobozfedél távolsága pedig 15 mm. Előfordul, hogy a megadott rezonátor-impedanciákkal a szűrő nem tervezhető meg, ilyenkor visszafépünk 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



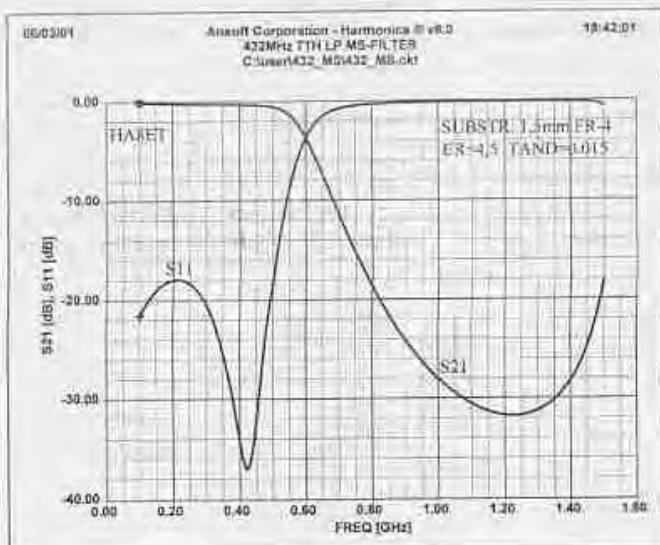
9. ábra. A 7. ábra elméleti szűrőjének exportálása a Serenade fizikai (valóságos) kapcsolási rajzába

természetesen egy elméleti kapcsolás, 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 görbékétől (lásd a 8. ábrát), hogy a hordozó dielektromos veszteséget és a fólia rézvesztését is tartalmazzák. 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 jósági tényezőjű alkatrészeket használtunk. A veszteség oka a hordozó anyagában keresendő. Az FR4-es anyag dielektromos vesztesége mellett a rézvesztés szinte elhanyagolható.

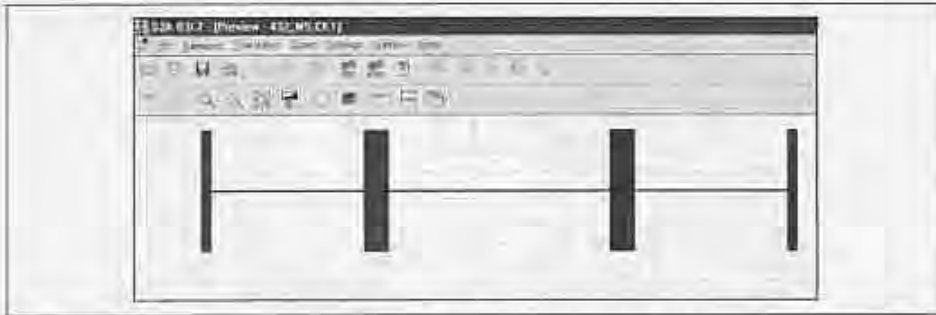
A Tools legördülő menüből most választjuk az S2A Layout menüpontot. Ekkor a Serenade automatikusan betölti a netlistát, és megjeleníti a **12. ábrán** látható nyomtatási képet. A betöltés után kijrja az esetleges hibáüzeneteket, amelyek alapján a kapcsolási rajzon elvégezhetjük a szükséges módosításokat. 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 esőken a harmonikuselnyomása. Akik P-20-as fényérzékeny lakkal szeretnék elkészíteni a panelt, azok számára az S2A Layout programból átkonvertáltam a nyákot Tango PCB-be, amely a 13. ábrán látható (TOP oldal,  $M=1:1$ ; a túlföld test-telefólián).

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-

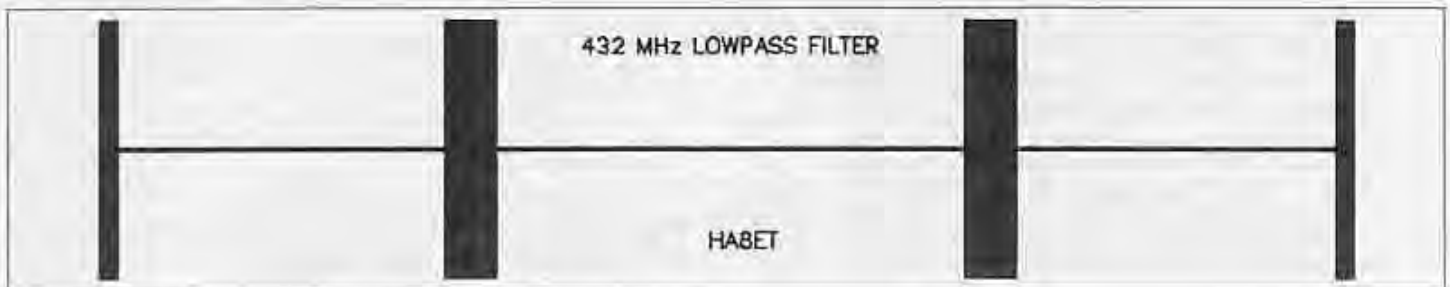
ometriai elrendezésű változatot. Ebből már sejthető egy másik hátránya, a viszonylag alacsony frekvenciából eredő nagy mérete. Nemcsak a panel költségei tetemesek, hanem további probléma, hogy ilyen méretű szabványos doboz nem kapható a kereskedelemben. Az elliptikus szűrővel összehasonlítva feltűnik, 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 élesatolt 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 elhangolódhatnak. 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, önozott lemezből készült dobozba.

Ahhoz, hogy a szimulátor minél pontosabb eredményeket szolgáltatson, ezek minél jobban közelítsenek 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 alkutrést. 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-

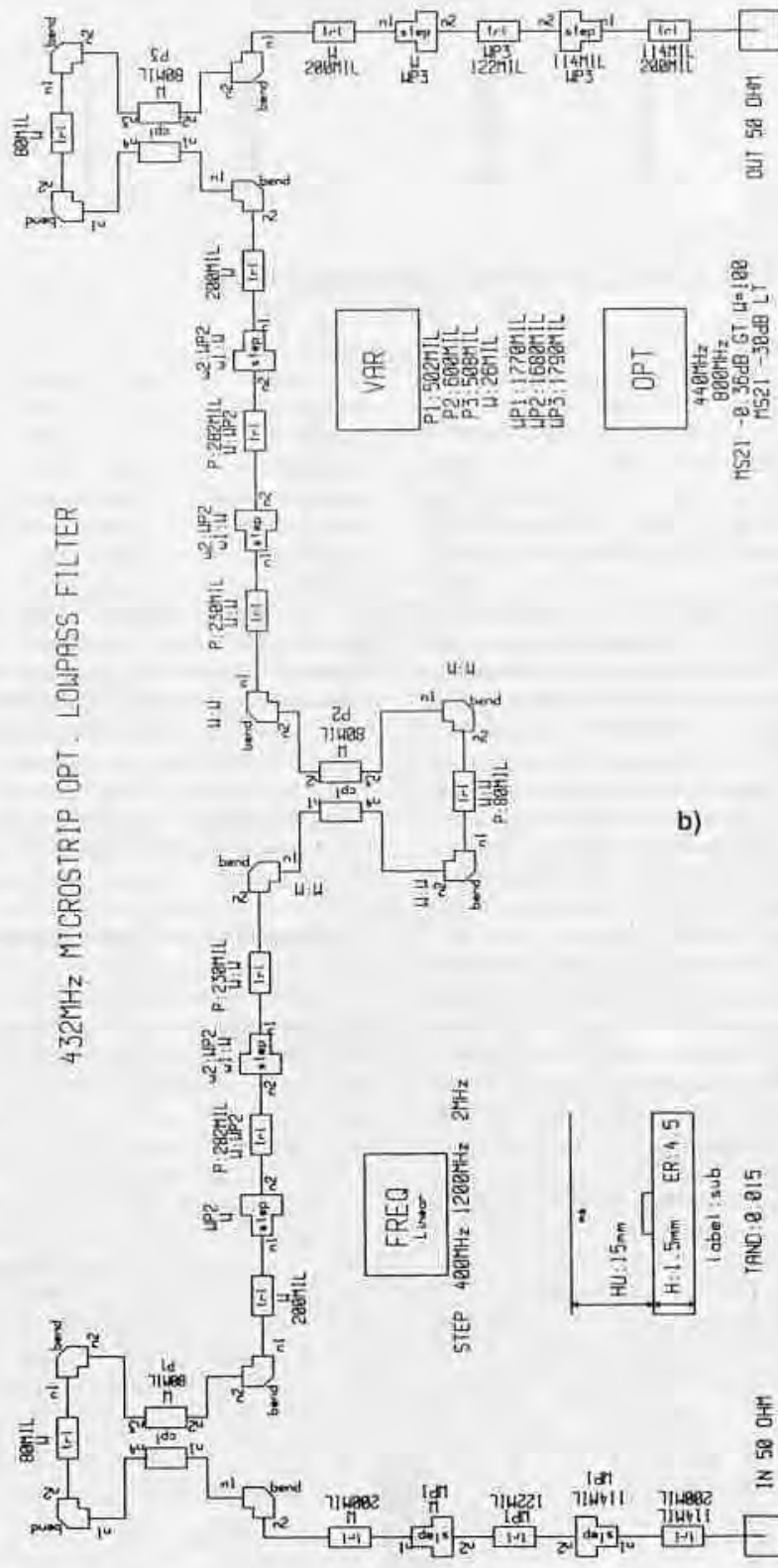


13. ábra. A kész hetedfokú microstrip szűrő nyák-rajza

csolási rajz látható, közvetlenül a Serenade-ból kinyomtatható.

Az a kapcsolás természetesen a kiindulási 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 szimmetriájától, így közelítünk az elliptikus szűrő jellegzetességeihez.

Az optimalizálás során a Yield optimalizáció „random” beállítása (legalább háromszoros értéket 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)

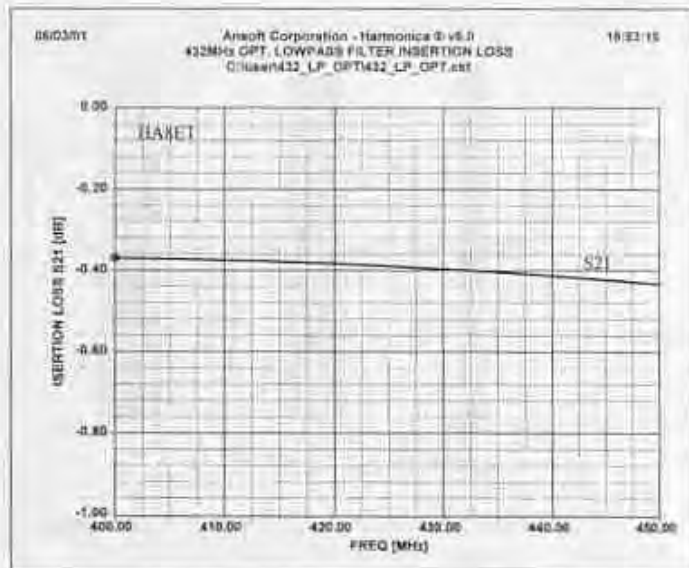


15. ábra. A „Linear Optimization” ablakbeállításai

malizálást tekintjük a legfontosabb célnak, 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 tápvonalak mil-ben megkapott geometriai méreteit páros egész számokra kerekítjük. A szimulátor ikon sorában bekapcsoljuk az akkumulátor funkciót, ami tárolja az eredeti görbét. Így közvetlenül láthatjuk az eltéréseket a változások után. Ha nagymértékűek a változások, akkor a sok geometriai adat közül néhányat ismét optimalizálunk, miközben a többi állandónak vesszük. Ezeket a műveleteket addig kell ismételni, amíg az optimális, de nem kerek értékeket tartalmazó eredeti görbét minél jobban megközelítjük. Ekkor az utoljára 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 automatikusan elvégzi ezeket a kerekítéseket, de ezáltal ellenőrizhetetlen módon változtatja meg a szűrő jelleggörbéit.

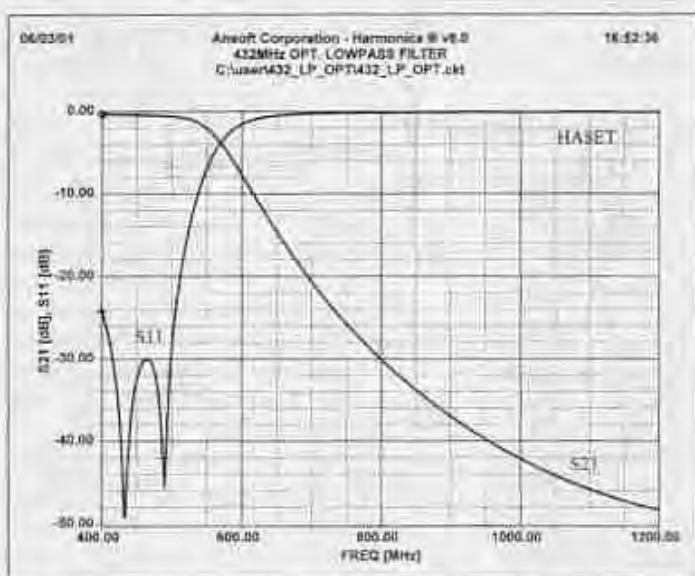
A többszöri optimalizálás után a 16. ábrának megfelelő jelleggörbéket kaptuk eredményül. A második harmonikuson, 480 MHz-en a szűrő 36 dB-t csillapít, a harmadik harmonikuson pedig 50 dB-t. A saját reflexiója az üzemi frekvencián jobb, mint  $-38$  dB. A 17. ábrán 400 és 450 MHz között ábrázoltuk a szűrő beiktatási csillapítását. 434 MHz-en a beiktatási csillapítás 0,39 dB. Ez az érték mindössze 0,02 dB-lel rosszabb az eredeti, nagy méretű



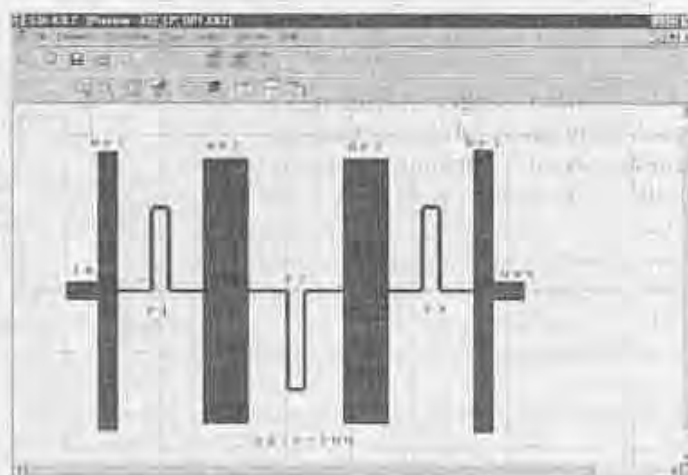
17. ábra. Az optimalizált LP szűrő beiktatási csillapítása 400...450 MHz-ig

Chebisev-szűrő beiktatási csillapításánál, viszont a zárótartományban az optimalizálások után jelentősen sikerült javítani a szűrő csillapítását. Oldalredekessége megközelíti egy elliptikus szűrő ezen jellemzőjét. Így tehát gondos optimalizálásokkal, annak ellenére sikerült az elliptikus szűrő jellemzőit megközelítő szűrőt tervezni, hogy a program szűrőtervezője ezt közvetlenül nem teszi lehetővé.

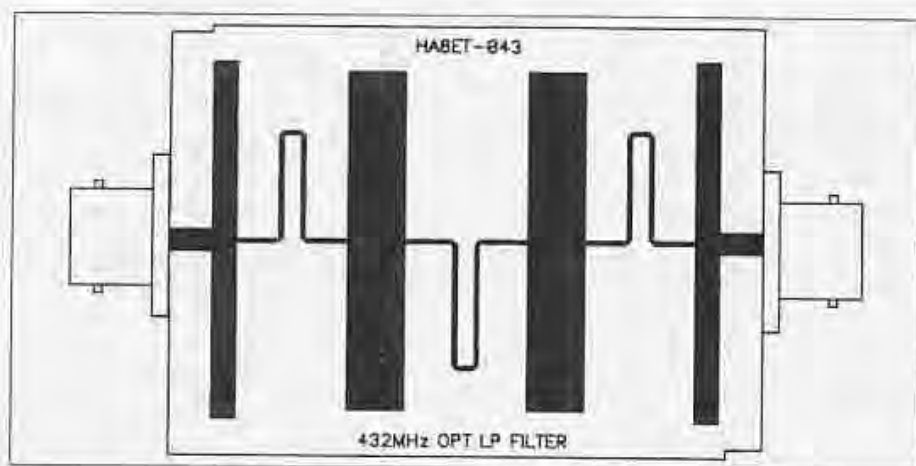
Miután az elvárásainknak eleget tesznek a szűrő jelleggörbéi, a Tools menüből indítuk el az S2A Layout programot, és ellenőrizzük a PCB rajzolatot. Célszerű a kitöltést (Fill) funkciót is kikapcsolni, hogy bizonyosságot szerezzünk arról, hogy az egyes tápvonal-elemek sehol nem kerültek fedésbe egymással. Egyébként az S2A minden esetben hibáüzenetet ad, ha bármilyen



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 közepére 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 hibajelzést, tehát semmilyen módosításra nincs szükség.

A Serenade Layout programja közvetlen exportálási lehetőséget biztosít az ismertebb nyák-tervező programokba, valamint az AutoCad számára DXF fájlt, vagy a nyomtatott áramkör gyártósora számára Gerber fájlt 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 ismertetett 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 lézeryomtatóval 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 házálag elkészített prototípus mérési eredményei alig tértek el a szimulátor görbétől. Teljes biztonsággal utánépíthető a kapcsolat a Tango PCB gyártófájla 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 ismételten a mérést! Ezután a szűrő beiktatásával és szűrő nélkül is mérjük meg a készülék kimenőteljesítményét. 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 harmonikusellápitást ezekkel a mérésekkel nem tudjuk ellenőrizni, ahhoz speciális nagyfrekvenciás műszerek szükségesek.

### A szűrő alkalmazása

Az adó-vevő készülékek harmonikus-szűrőit 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 ismertetett 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 nyaktól függ	a nyaktól 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 érzékenységesökkenést 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 bekötni 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 előről 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 leírható 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 (HABET): 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 (HABET): Mikroszalagvonalak a rádióamatőr-gyakorlatban. Rádiótechnika Évkönyve 1998.

5. Nagy Gyula (HABET): Hangolásmentes diplexer 144/432 MHz-re. Rádiótechnika Évkönyve 1999.
6. Elektronikai linkek: <http://www.poltak.sulinet.hu/www/elek.html>
7. HABET WEB-lap: <http://www.poltak.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 lermészetes hűtés biztosítva legyen (perforáció, szellőzőrács). Célszerű az is, ha a dobozba – pl. a számítógépekben alkalmazott – keretes ventilátort építünk be.

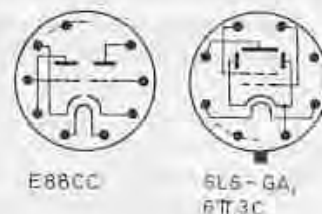
Az elektroncsövek helyettesítési típusai

$V_1, V_2$ : ECC88, PCC88,  
 $V_3, V_4$ : 6L6, 6L6-G, 6L6-GA,  
6AH5G, 6F13C.

Amennyiben PCC88-as elektroncsövet használunk a  $V_1$  és a  $V_2$  pozíció-

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).



## 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:

Viszonteladókat nagyker áron szolgálunk ki.

**Illyés & Tsa Bt.**

**ANALOG DEVICES**

- AD DA komponensek
- Digitális elhődrögző inverterek
- Műanyagok és gyomlárszerek
- Analog multimerok, kapcsolt IC
- Analog optoelektronika
- Analog és digitális szűrők
- DC/DC konverterek, kapcsolóüzemű tápegységek
- Különböző elemek
- Nívózási komponensek
- Nyúlás üzemeltető csatlakozók, foglalatok
- Dinamikus mértékű, mérőműszerek
- Mérőeszközök, probapincék
- Kiszáradtatók, akadémia
- Kiválasztók, szűrők

**GEYER ELECTRONIC**

**ELECTRO FUP**

**VISHAY**

**EBG**

**RESISTORS**

További kapcsolatok:  
-EPD áramszedőszerek  
(NTE), IP, ACE (szűrés)  
nagyáramú SMD lámpák, autószték  
-Cito Wilbich (szék)

**WELLS-CTI**

**SIT Resistor Technology**

Magyarországi Disztribútor:

**SMD TECHNOLOGY KFT.**  
1042 BUDAPEST, Rózsa u. 35. V/31.  
Fax: 231-8544 Tel: 290-40-28, 370-79-94  
E-mail: [smd@smd.hu](mailto:smd@smd.hu), honlap: [www.smd.hu](http://www.smd.hu)

# CQ de HA... CQ de HG... 2001

Fáber József okl. villamosmérnök, HA5JJ/7

*Rovatunk is köszönti szerkesztőségünk folyóiratát, a –2001 novemberében 50. évfordulóját elérte – Rádiótechnikai 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 nosztalgiazásra is kényszerül a 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 gyakorlatiá 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 tárlta 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 RTL 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 rádió kerestül (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. Magyar Béla cikke a beatoszillátorról. Június: Egyesüves híd-kapcsolású esővoltage. Amatőr adóvevő (A-vizsgálókhoz 160 m-re: EL3-mal, 10 W-os; a II. Magyar Rádióamatőr Kiállítás anyagából válogatva. A szerk.) Október: 1–V–2 amatőrvevő (százi-méretekkkel, kapcsolási rajzzal, tekeresadatokkal, fényképekkel; a szerző: Schnöller Antal). ADOSZAAF rádiótávírási 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: Csöbűgő (HA5BT Stefanik Pál írása).

1954. február: Készülünk a III. Magyar Rádióamatőr Kiállításra! (Felhívás a május 7-i Rádió Napjára.) Amatőrvevők szelektivitásának fokozása – HA5BG. Majd több lapszámban is: Ultrarövid hullámokon – HA5AM. (Pl.: Szuperregeneratív vevők kapcsolásai.) Mit hallunk az amatőr sávokban? – HA5-2564. November: A tére-rősségmérésről – 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 rezegekörjei – Sass András HA5AD. A mi állomásaink: HA5BI Bíró István bemutatása: «1939 óta rövidhullámú amatőr: ex HA11, HA21B, HA4SB. Adója 5 fokozatú, 807-es végfokkal, bemenő teljesítmény 50 W. Az antena 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 adóeszközök, antennák, segédeszközök, műszerek, áramkörök ismertetésének, a mozgalmi híreknek, amelyek a Rádiótechnikában megjelentek. Ehelyütt nincs mód arra, hogy csak a tízedüket is felsoroljuk. Érdemes a megsárgult oldatakat fellapozni, mert nagyon tanulságosak – és nemcsak a technikátörténet vagy a nosztalgiaúzás szempontjából. Emlékezzünk a múltra és azokra, akik írással 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, HII), 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 hullámok 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 „ az 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 rácafóltak. Sikertült 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 eléremék 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 esücseredményeket:

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 – HA0HO** – 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, UE, 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 vezeteti 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 élvonalas 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 helyezettje:

	160	80	40	30	20	17	15	12	10	Össz.:
HA0DU	253	312	326	312	333	316	333	308	324	2817
HA8BE	279	305	303	305	333	303	321	303	315	2767
HA8IE	207	304	305	281	327	301	329	299	304	2657

### Rádióamatőr VHF – UHF – SHF rekordok

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.
	HG3UU – CT1FAK	2.291	MS	1996. VIII. 12.
	HG8ET – E16AS	2.021	A	1989. III. 13.
	HG1YA – EA1BLA	1.973	FAL	1987. VI. 25.
	HG5FMV – GM6LNM	1.846	T	1987. XI. 7.
432	HG1YA – VK5MC	17.000	EME	1990. X. 13.
	HG8ET – G3CCJ	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	G3POI – ZL2BGJ	18.321	EME	1985. V. 26.
	I4EAT – ZS3B	7.843	TE	1979. III. 30.
	OE1XLU – RI8T	4.281	Es	1989. VII. 21.
	GM0KAE – EA8BML	3.264	T	1988. IX. 9.
	GW4COT – 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.
	IOYLI/IE9 – IO5NY/EA9	1.660	T	1983. VII. 8.
24000	IW3EHQ/3 – IOLVA/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 – DL6NC/P	53	T	1997. IV. 7.

MHz	Állomások	QRB (km)	Terjedés	Dátum
241000	DB6NT/P – DF9LN/P	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.
	NGRMJ – 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	18.480	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 – IOLVA/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 – DF9LN/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

**MARION SZAKÜZLET**  
a belvárosban, a körüttől 2 percre

Magas-, mély-, középhangszórók számtalan méretben, sokféle típusban, kedvező áron

Autórádiók, erősítők, autóhifiek, tokarcsek, kondik, hangváltók, hangfalselyem, hangszórók, keretek, rácsok, előkeretek, hangfalcsavarok, csatlakozók.



**Fantasztikus árak! Csak nálunk!**

Magnet, Gelhard, MTX, Fenner, Philips, Grundig, Videoton, Manacor, 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 Szó 10-13 óráig



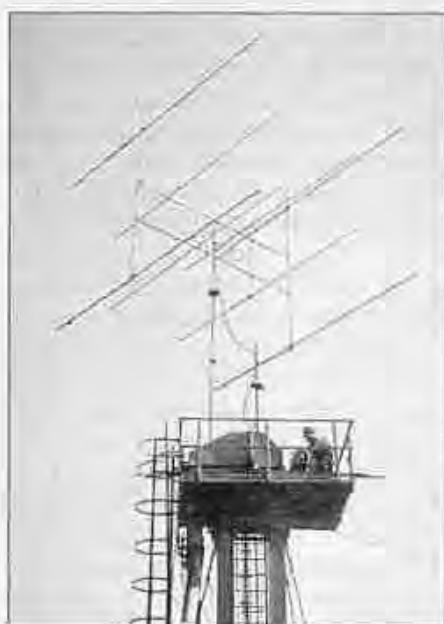
Az összsávon elért, illetve nyugtá-  
zott országok kimutatása, nem csak az  
„első” körzeteket és a megszerzett okle-  
veleket figyelembe véve (az első 20,  
15, illetve 10 állomásunk):

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 hó-  
napja vizsgázott le két új amatőr. Min-  
den szerénytelenség nélkül: büszke va-  
gyok rájuk, mivel 4 hónap tanulás után  
elsőre vették az akadályt. Az egyik fi-  
úru különösen büszke vagyok két okból  
is: az egyik, hogy a fiáról van szó, a  
másik pedig az, hogy 11 évesen (!)  
sikerült neki az RH-A engedélyt meg-  
szerezni. Születésnapjára pedig – mint-  
ha a HIF tudatosan csinálta volna (HI!)



**HA8MV/P Kistrátán, 30 m maga-  
san, egy silő tetején**

- megérkezett a hívőjele is: **HA8LQG**.  
Most pedig elindult élete első verse-  
nyén is ...”

- „2001. április 22-én, a Föld nap-  
ján kezdett működni a **HA2ZOO**, a  
Veszprémi Állatkert Kittenberger Zoo  
Alapítvány támogatásával. Jó propa-  
gandának szántuk, hiszen az állatkert  
anyagilag gondokkal küzd. Képeslap-mi-  
nőségű QSL-ek is segítettek a hívve-  
rrest.” - **HA2EQD, Gyuri**.

- **Dr. Jukka Heikinheimo OH2BR**  
június elején Magyarországon tartó-  
zkodott. Videós-diás élménybeszámolót  
tartott a Pitcairn-szigeten folytatott rá-  
diózásáról, a debreceni egyetem Agrár-  
tudományi Centrumában. Előadását  
szinkrontolmács útján kísérték figye-  
lemmel a hallgatók. Utána **dr. Rudócz  
László HA0NAR** videós beszámolója  
következett A Mount Athosi élmé-  
nyek, avagy hogyan voltam egy napig  
SV2ASP/A címmel. **OH2BR** június  
11-én a Budapesti Hegyvidéki Műve-  
lődési Házban is vendégeskedett. Az  
előadása előtt a meghívott diploma-  
checkpointjaink (**HA7XL** és **HA5WA**)  
is dolgoztak, hogy sokasodjanak a  
WAZ, WPX, USA-CA igénylések.

- **HA1ZH Zoli** 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 elhajózhathatnék 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 hang-  
kártyája, a modem és az internetről le-  
töltött **MMITY 1.58-A** program pri-  
mán működik. Már olyan sok szívessé-  
get tett Laci, hogy szinte resteltem ezt  
is kérni tőle. Ezúton is köszönöm a  
segítségét!” - **HA6QJ**.

- **HA5OJ Pisti**ől tudjuk:

● „A **HA5KHC** Puszkás 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.

**Vége  
magyarul!**

Megrendelhető: **WQL Medical Kft.**, 6720 Szeged, Kazinczy u. 12. Tel./fax: (06) 62 423 820.  
Ára postázva: 4800 Ft.



A QRP-s expedíció egyik nyugtalanja

század/évezred beköszönté 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 éjfél előtt 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** Tata-bányáról.

● A HA5KHC operátorai a rádióamatőr hölgyeket a Nemzetközi Nőnap alkalmából, március 1-10. között, a **HA5HWD (HA5 Happy Women's Day)** hívójellel köszöntötték RH-n és URH-n. A QTH Pécsen 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. Beféjezéskeppen, 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:

„Felláb” kategória:

Gorjánácz Éva HA3FRE 3'50"

„Teknőc” kategória:

Lukács Béla HA5BH 21'23"

És végül az esti szokásos tréfi amatőr-tótó, 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 résztvevőit, 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, szörös szívű zsűrit jobban megkacagattatta (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 PITT 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. 0NBG
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 támogatás-

sával, a lelkes kollektíva szilveszteri éterversenyt, országos konstruktív-továbbá készülékpítő-versenyt és távfűrészesenyt 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 alaszakai amatőrök QSL-irodása. Az ARRL plakettal 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. Segítségért kért a két amatőrtársu berendezéseinek pótlásához, ezért kapcsolatot keresett a gm6hgw@hotmail.com e-mailen keresztül. Itt említjük meg, hogy **ZD9IL Jan** az ottani műorszóró adó főoperátora. A nyugtalapjait **ZS5BBO** kezeli, de a menedzselés fedezéséhez IRC-k formájában támogatást kér.



**Csendeletrészlet a BKV Rádióklub (HA5KDO) 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 **IZ8AIQ**.

– **7J4AAL** Hiroshimában 3 elemes Yagi-antennát épített egy 45 m (l) magasságú, rácsos szerkezetű antennatoronyra. A szereléshez 12 ember és egy emelődaru kellett.

– **KQ6XA Bonnie** Kaliforniában és **ZLIBK** 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 rigéket 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 kladá-sok. Állítólag a költségek felét a NOKIA 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/honlapon](http://www.wrtc2002.org/honlapon), az interneten.

– **DJ5MN Bernhard** az egyik leg-szorgalmasabb kísérletező 23 cm-en, a Föld-Hold-Föld (EME) módszerrel. Az egyik alkalommal SV1OE, KD5IU, W1ZX, K9BCT, LU8EDR, JF3HUC, W7SZ, VE6TA és DK5MV jelei akadtak fenn a 3 m átmérőjű „Jávörban”. Az utóbbi állomás nem más, mint a bátyja, *Mike*! A köztük lévő földi távolságot nézve valószínűleg ez a világ legrövidebb QRB-jű 23 cm-es EME-QSO-ja!

– Közkezdvelt 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 HamVention alkalmával „Az év rádióamatőre” elismerést kapta **W3ASK George Jacobs** az amatőröknek tett félévszázados szolgálata-ért. (A CQ Magazine terjedéselőrejel-zési rovatát épp 50. éve írja.) Ugyanitt „Különleges Teljesítmény”-plakettal tüntették ki **KA3HDO Frank Bauert** az amatőr űrrádiózás terén kifejtett tevékenységéért és **G3PLX Peter Martinezt** „Műszaki Teljesítmény”-plakettal 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 legelsőbb 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-e az vagy erőtlén, kevés-e 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 törekcsenek, hogy egymás adásait lehallgassák, egymás hírszereibe betörjenek. Az első drót nélküli, azaz az üzenet továbbítására rádióhullámokat használó távíró 1896-ban mutatták be, s az akkor áthidalt távolság esupán 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 egyszerű eszköz a szikratávíró, hogy a segítségével kapcsolat tarstsnak a szárazfölddel vagy egymással. A katonák is az elsőik 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-t 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 legnagyob 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 gabonasisófa hasonlít. Az építményről fényképek is készültek, s azokon világosan látszott, hogy a henger alakú torony tetején különleges antennák sorakoznak. A leplezett 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 „siló-ból” 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 berendezések segítségével képesek lehallgatni a rádió- és a telefonvonalakat, elolvasni a fax- és az e-mail-forgalmazásokat.

A vizsgálat során az is kiderült, hogy a 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 adalábázis, mely kulcsszavak, nevek, szervezetek, a megfigyelés-céljából kijelölt ügynökségek stb. milliónyi adatait tartalmazza. A lehallgató-posztok összeszedett adatai 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 az 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 diplomáciában és a katonai hírközlésben a legfontosabb szerepet a rövidhullámú rádiórendszerek alkották. A rövidhullámok az ionoszféráról, s a Földről visszaverődve sok-sok ezer kilométer megtételre 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 kör alakban 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 lehallgató-állomás 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), Karanürsel (Törökország).

### A mikrohullámok is lehallgathatók

A mikrohullámú rádiózás az 1950-es észteendőkhöz 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 felderítések végeztek az ún. öbölháború idején. Az ellenőrzőközpont az angliai Menwith Hillben volt.

Az elektronikus felderítésben mindennél fontosabb a fejlesztés, a legújabb találmányok és technikai újonságok 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 Gapban van.

Az Echelon „óriási füleinek” kiváncsisága 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 – beszírpantanak, 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 „betörték” ezekben a tengeralatti telefonvonalakba is.

Az 1850-es észteendőkhöz megkezdődött a földrészeket összekötő, tengeralatti távirókábelek 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 kábelekben másodpercenként 5 Gb 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 Kamesatka-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 Kamesatka közelében lévő tengeralatti kábel észrevétlen lehallgatása 10 észteendőig 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 „csapol” meg egy tengeralatti telefonkábel; San Franciscoból indulva az Északi-sark jégtakarója alatt jutott el a Barents-tengerig. 1992-ben ezt a lehallgatási is felderítették...

### Hírközlési műholdak lehallgatása

Az Echelon lehallgatási rendszer részét 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-, táviró- és fakszimile-adatok továbbítására is.

1999-ben az Intelsat 19 db műholdat üzemeltetett (5. és 8. generációsokat). A távközlési műholdak által továbbított adatok megfigyelése 1971-ben kezdődött. E célra két földi vevő-állomást építettek. Az első az angliai Cornwallban, Morwinstow 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 információforgalmá 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 jönnek. 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 tette 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 névvel fémjelzett szoftverek segítségével.

Mint láthatjuk, az Echelon történetének írását napjainkban is csak ab-bahagyni 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-abelsín háború eseményeiről. Néhány év múlva már az olasz adók arab nyelvű adásait is figyelni kezdték. 1937-től a Külügyminisztérium figyeletetni 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 Empire Service nevet viselte.

1938-ban már egy hírbulletint is kiadott a Tatsfieldi Vevőállomás, benne a legtöbb európai, valamint tokiói és New York-i rádióállomás hírszolgálatával. A II. világháború közeledtével egyre jobban felismerték a rádiólehallgatás fontosságát, ez a szervezeti átalakulásban is megmutatkozott. 1939-ben a Vevőállomás nevét Monitoring Unit-ra, Megfigyelő Egységre változtatták, s az új állomást távgepírvonal 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 továbbtúntek azok az idők, amikor már csak az olaszok híradásait hallgatták. Jelenleg 154 ország 100 különböző nyelven sugárzott műsorait figyelik a rövidhullámokon. Lehallgatják a különböző hírügynökségek 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 hosszuhullámú vételhez több, egy kilométernél is hosszabb antennát állítottak fel. A Beverage-antennákat olyan rádiuszban 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 puldjára.

Az télepen szép számmal található parabolaantennák is, amelyek szintén távirányítással választhatók ki. A méreteik változatosak: 11 méteres-ünnérőig sok-sok méretű megtalálható. Az első parabolát 1981-ben állították fel, s ezzel az akkori Szovjetunió 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 Racal RA1793-as vevő is.

## Lehallgatni a világot 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 tehettek, külső vevőállomásokat létesítettek. Már 1961-ben létrehozták az ún. Kelet-Afriai 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 Üzbegisztáni 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 figyélése.

Korábban a grúziai rádióadásokat egy – Tbilisziben 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-állomásról 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 szöveggel, 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 má is a BBC Newsroomjába vezet. Itt csupán percek kérdése, hogy a világ legtávolabbi pontjáról érkezett anyagból szerkesztett információ kerekedjen, s az a rádió következő hírperiódusában el is hangozzék.

Külön vonalon jutnak el a közlemények a Foreign and Commonwealth Office, a Külügy 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. Őlni 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 válogattak munkatársainkat. Ma már inkább mérnökök, tudósok, számítógép-szakemberek, nyelveket anyanyelvi szinten beszélő fordítók dolgoznak itt bő négyszázan. A tevékenységük nem annyira szórakozás, mint inkább rendkívül kemény munka. Az is bizonyos, hogy a világban történő eseményekről elsőnek ők hullanak, s a legtöbb világesemény háttéréről is ők tudják a legtöbbet!

## FORRASZTÁSTECHNIKA, KÉZISZERSZÁMOK KIS- ÉS NAGYKERESKEDELME

**etalon**

1139 Budapest, Gömb u. 30.

Tel./fax: 329-6453, 350-4326

Nyitva tartás: H - Cs 8<sup>00</sup> - 16<sup>00</sup>, P 8<sup>00</sup> - 15<sup>00</sup>

e-mail: etalon@etalon2000.hu

www.etalon2000.hu

**Weller**  
forrasztástechnika

**SANDVIK**  
kéziszerszámok

**HEPCO & BECKER**  
szerszámotaskák

**triplex**  
minifűrógépek

**PANAUSE**  
műszerészszakuk

**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 közelebből 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 találkozzunk 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 hatástalanítási 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 navigációt (GPS) alapuló feltalálási rendszert ajánlatos a kocsihoz beszerezletetni.

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 azonnali kiszállási szándék esetén a gépkocsivezetőt kénytelen legyen a zárrendszer bezárására, különben az ajtónyitást követően folyamatos szirenázás 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 bemutatottuk a gépjárműbűnözés módszereit (lásd ott!). Itt csak az utóbbi időben elterjedően 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 szétzerelés 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 „pán-celszekerénynek” használják járműüket. Pénzt, különböző értékes tárgyakat tárolnak benne könnyű zsákmányként

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 matalás közben lovasítja meg a (többnyire gyújtás és kódkulccsal fityegő, nem egy esetben járó motorú) kocsit a tolvaj.

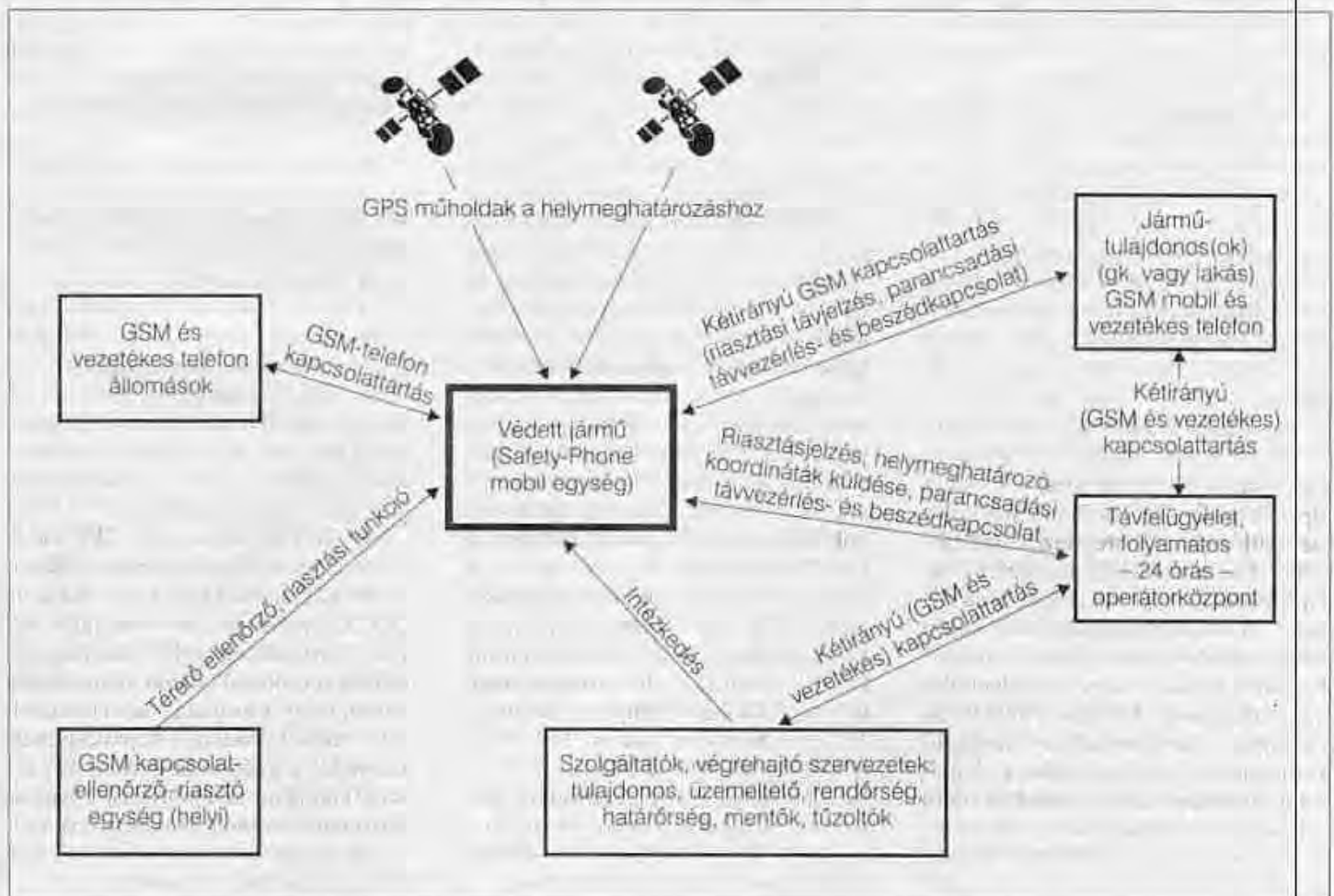
Ugyancsak terjednek a koccanásos balesetet okozó, puha gumira utaló, e módon a kocsiból kiesalogatott „felingerelt” járművezető helyébe beugró „újdonsült vezetők”. Ezért igen fontos, hogyha bármi okból a kocsiból kiszálunk, a gyújtásindító- és kódkulcsot feltétlenül vegyük ki és tegyük zsebre.

Egyes tolvajbandák napjainkban már a hagyományos trélereken túlmenően karos autómotókkal 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 kapcsolatot 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 hátterükkel 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 elhagyásánál kénytelen legyen a védelmi berendezés bekapcsolására (ill. automatikus élesítésére).

- amely a lehető legnagyobb biztonságot nyújtja, hatástalaníthatósága gyakorlatilag kizárt, vagyis várhatólag hosszútávon 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 bűnesetek 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 tenni 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 vészjelek szelektált távközlésre. Az interaktív kommunikáció, a távjelzés, ill. a parancsadás speciális GSM telefonon történik.

Et az 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 szeretgázó szolgáltatásain keresztül alkalmas bármely jármű (gépkocsi, teherautó, kamion, hajó, jacht stb.), sőt értelemszerűen 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 rablók-tól járművéket. 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 (alapképzítettség)*

A Safety-Phone távfelügyelő járművédelmi rendszer elemei a következők (lásd 1. ábra):

- a védett járműbe rejtetten szerelt Safety-Phone távfelügyelő járművédelmi rendszer mobil egység,

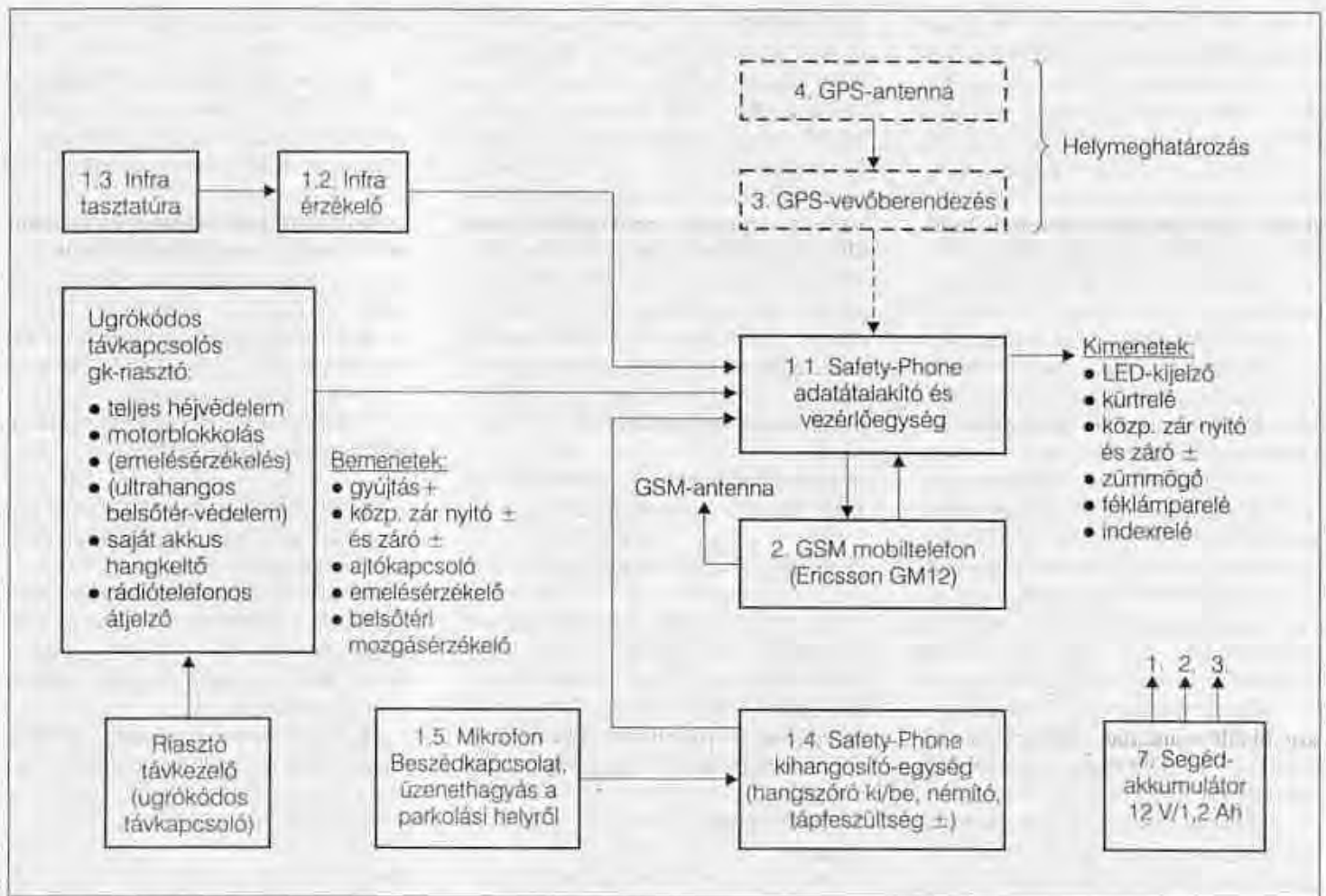
- GSM mobil ill. vezetékes telefon (a járműtulajdonosnál, ill. tulajdonosoknál). Az interaktív kapcsolattartás (a riasztási távjelzés, parancsadási távvezérlés és beszédkapcsolat) GSM telefonon történik,

- 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 térrerő megszűnése, vagyis a védett járművel való kapcsolat megszakadása esetén riasztójelzést küld a tulajdonos (ill. a távfelügyelet) mobil-, ill. vezetékies 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 (alapképítettség)

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, infrabilentyűzettel 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 rádió-némítási és automatikus hívásfogadási és memóriás hívásismétlési funkcióval.

Telefonhívást a járműből az infrabilentyűzet használatával kezdeményezhető a mobiltelefonoknál megszokottak szerint.

A beszélő partner a rádió hangszórójából hallható, míg mi a Safety-Phone kút mikrofonjába beszélünk, mely kihangosítás a KRESZ előírásainak megfelelően került kialakításra.

- GPS vevő berendezés (a Safety-Phone főegységbe behelyezhető modul) a GPS vevőantennával (opcionálisan). 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 belsőtér-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 lábán” 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 kinyitása túlmenően az utasterbe történő bármilyen behatolás (szélvédők, oldalablakok betörése, benyomása, ill. kiemelése, elefántfűl, 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. Ütközésses 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 biztosítani. Riasztania kell az összes nyílászáró (ajtók, motor-, és poggyásztér, esetleg tolotető) kinyitásokor, továbbá bármely elektriomos fogyasztó bekapcsolásakor (pl. önindítózás, világítás stb.).

Igen célszerű, hogy a meglévő ill. a beszerelésre kerülő riasztó feszültségfigyelő funkcióval is rendelkezzen. Védelmi funkciója a működési alapelvéből következően igen sokrétű:

- késleltetett (ill. azonnali) riasztással jelzi bármelyik nyílászáró jogosulatlan kinyitását (az ajtók, motor-, és poggyásztér világításának kigyulladásakor),

- a jármű bármelyik további elektriomos fogyasztójának bekapcsolásakor (gyújtás bekapcsolása, önindítózás, világítás-, féklámpa stb.) riasztó jelzést ad,

- ügyel a jármű elektriomos 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. díszpécserközpontjának).

**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 hang-üzeneteket küld a kívánt telefonokra (tulajdonos, felügyeleti központ stb.),

- meggátolja a riasztókód feltörését,

- nyithatatlaná teszi a központizárat,

- meggátolja a járműmotor elindítását, megghiúsítja a járó motorú jármű elrúhlását,

- 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 működtetésével, 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 kihangosítón keresztül,

- támadás esetén pánikriasztás lehetséges indításgátlással (GPS modulal koordináták küldésével).

**Helymeghatározási funkció:**

- kiszállás előtt elektronikus hangrögzítőn üzenet hagyható a jármű pontos parkolási helyéről,

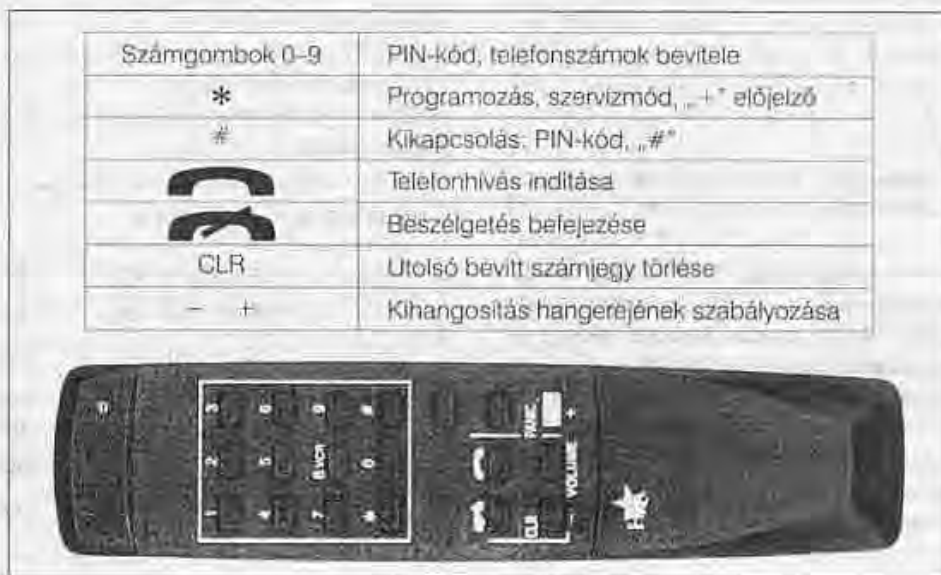
- GPS modulal kiegészített változat esetén a jármű mobil egysége másodperceken belül továbbítja 5...10 méter pontossággal a jármű koordinátáit a távfelügyeletnek,

- 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 azonnal jelzést kap, melyről a tulajdonost telefonon történő hívással tájékoztatja,

- szervízfunkció, 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 töltöttségi-állapot jelzés.** Hosszú időre leállított kocsinál, ha annak akkumulátorfeszültsége 10 V alá esik, a tulajdonos SMS üzenetet kap CARBAT OFF szöveggel. Ez arra hívja fel a parkoló jármű tulajdonosát, hogy töltsen 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 órás – 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 szervezettek ügyeletének riasztása és megkezdődik a rendőri intézkedés.

- még akkor is megakadályozza a jármű ellopását, ha annak indítókulcsa ill. kódolt távirányítója illetéktelenek kezébe került. A jármű központjára nem csak a dekódolt, vagy lemásolt, de az esetleg elulajdonított távirányítóval 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 lévő 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 aktiválva (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 leállítás 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 előszóval is figyelmeztethetjük a behatolni szándékozót vagy a már járműben ülőt. Ilyen esetben a Safety-Phone automatikusan maximális hangerepre 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 PÁNİK 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)

PÁNIK jelzés törlésére kényszerítenek, akkor egyszerűen (a rablás ill. túszejtés elleni védelmet szolgáló) II. ún. biztonsági azonosító jelszóval jelentkezhetünk be a távfelügyeleti központba. A diszpécser ilyenkor a GPS adatközlés megindításával vezeti a jármű nyomára a rendőrséget.

- a járműben ülők a Safety-Phone GSM modul telefonját normal telefonbeszélgetések lebonyolítására is használhatják. A rendszer eleve kétfunkciós, vagyis távfelügyelő járművédelmi berendezés és egyben kommunikációra használható (a KRESZ előírásainak megfelelően kihangosított) mobiltelefon. A védelmi funkció feloldása után a rendszer GSM üzemmódba kapcsol. Hívás kezdeményezés és -fogadás az infraszattúrura segítségével lehetséges a mobiltelefonoknál megszokott módon. A kapcsolat létrejöttekor esetleg működő HIFI készülék automatikusan elnémul, s szabadon, kéz használata nélkül beszélhetünk, a beszélő partnert a jármű hangszórójából halljuk. A kényelmet és közlekedésbiztonságot

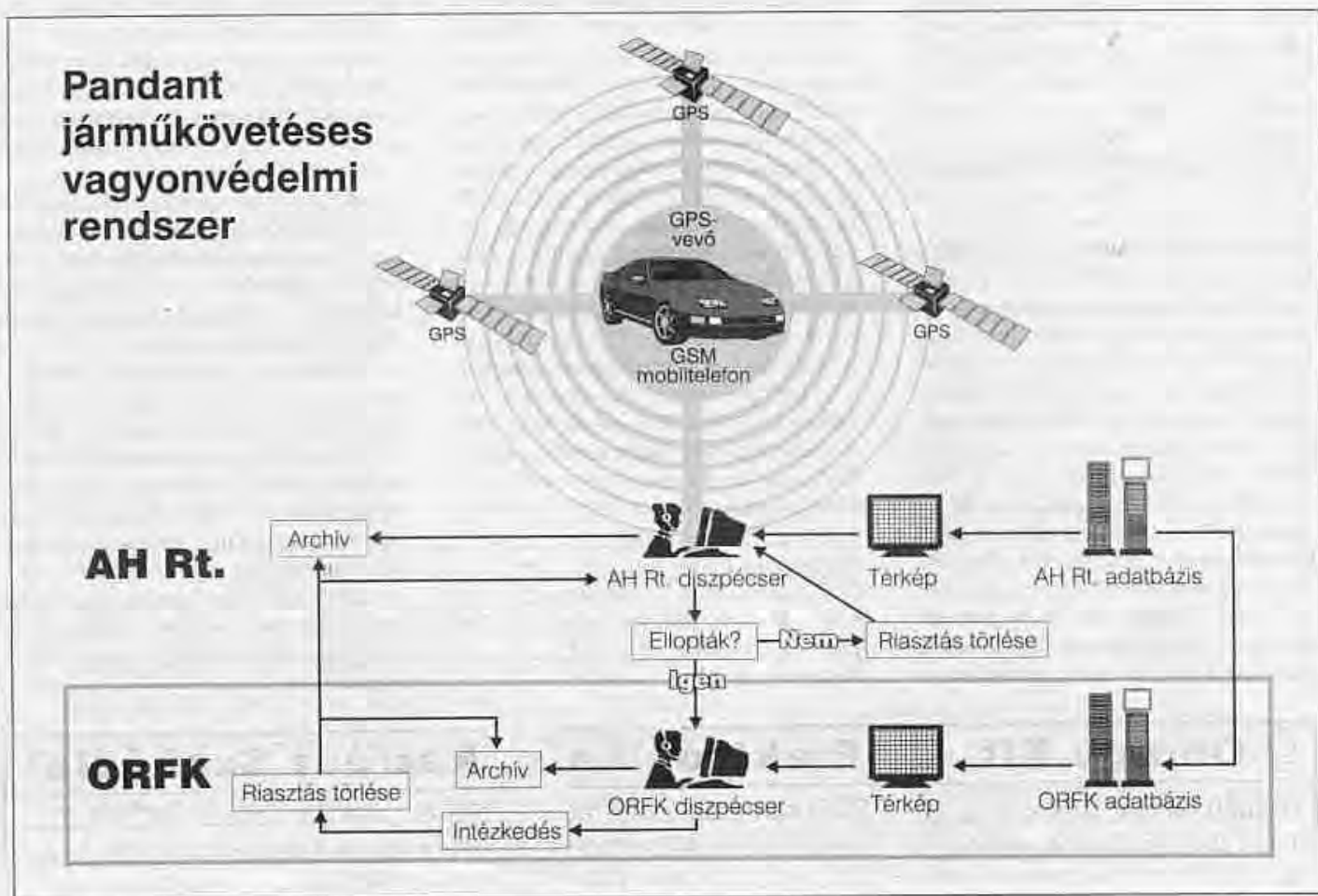
szolgáló automatikus ún. kéznélküli hívásfogadás mellett, fülhallgatóval kihangosítás nélküli magánbeszélgetés is folytatható.

- GPS nélküli változatnál a távfelügyelő központ számára parkolóhely- vagy címmegadási lehetőség van üzenethagyással és hívószám kijelzéssel. Mielőtt tulajdonosa elhagyja járművét, mikrofonjával (vagy ha elfelejtene, akkor később mobiltelefonjával) rámondhatja parkolóhelyének pontos címadatait az elektronikus üzenettárolóra. A riasztást fogadó távfelügyelet a riasztást kiváltók és az üzenettárolón megadott helyszín ismeretében azonnal intézkedhet. Ekkor rendőri intézkedés csak akkor szükséges, ha a jármű tulajdonosa egymagában képtelen (vagy nem vállalkozik) megvédeni járművét a bűnözőkkel szemben vagy, ha a tulajdonos telefonon nem érhető el.

- a járműoldali egyéb funkciókat ill. szolgáltatásokat már az előzőekben ismertettük (szabotázs védelem, szervíz funkció, automatikus GSM és GPS kontroll és automatikus akkumulátor

töltöttség állapot jelzés). Ezen túlmenően még megemlítendő a közös autóhasználat esetén az értesítendő (korábban már beprogramozott) telefonszámok egyszerű átválthatóságának lehetősége és a használat csendes begyakorlásához és bemutatásához kifejlesztett TESZT üzemmód.

- az Antenna Hungária Rt. az ORFK és a Határőrség közreműködésével szolgáltatja a GPS napi 24 órás műholdas távfelügyeletet PANDANT néven (lásd 4. ábra). A diszpécserközpont feladata a beérkező hívások, távjelzések fogadása és ellenőrzése. A központ számítógépeinek képernyőin, egy térképen jelenik meg a gépjármű pozíciója (5...10 méteres pontossággal), kódszáma, a riasztás oka és a tulajdonos telefonszáma stb., ami egy adatvonalon jut el a rendvédelmi szervekhez. Az ORFK és a Határőrség munkatársai állandó online kapcsolatban vannak. A diszpécser folyamatosan követheti a jármű mozgását, a pozícióadatok segítségével pedig tudja, hogy milyen irányban, milyen sebes-



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 PÁNİK gomb használatával is riaszthatja a központot.

A fentiekén túlmenően számos előnyös felhasználási lehetőség rejlik az ilyen interaktív kapcsolatot fenntartó rendszernél. Itt említhetők meg a sokoldalú logisztikai és flotta-követési funkciók, pl.: útelőjárás 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, amelyekben a járművek mozgása megjeleníthető.

### A Safety-Phone rendszer előnyei

A Safety-Phone távfelügyelő gépjárművédelmi rendszer előnyei a következők:

- már az alakításban (GPS nélküli változat) is hihetetlen nagy előnye a rendszernek, hogy a tulajdonos bárhol, bármikor önállóan kezébe veheti a gépjárművédelmi kapcsolatos védelmi teendőket, s lehetőséget biztosít az általa legjobbnak tartott beavatkozásra. Ez esetben lényegében függetleníthető 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 alakítású 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 körülményektől függetlenül mindig megbízhatóan működik,

- kikapcsolt állapotban a jármű biztonsági berendezéseinek rendeltetésszerű 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-letiltás, vagy pl. csak a gyújtás letiltása 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 feszültségés-ellenőrzés következményeként !),

## Ω Omega Kft. Ω Elektronikai Alkatrész Szaküzlet

H-8600 Siófok, Szűcs M. u. 2.  
Tel.: 06-84-313-673, -510-558  
omegakft@elender.hu  
www.omegakft.hu

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 má már a feladatok elvégzésére is adott.

#### A rendszer egyéb felhasználási területei

A Safety-Phone rendszerhez kapcsolt különböző feladatkörű érzékelők nem csak járművek, hanem banképületek, üzletek, irodák, családi házak, lakások, nyaralók, továbbá cégek raktárainak, telephelyeinek védelmére és távfelügyeletére is alkalmas. Még a háztartásokban is hasznossá válhat: 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 használójának vagy megbízottjának, másodikként pedig egy felügyeleti központnak küld értesítést. Nekik módjukban áll TONE üzemi vezetékes vagy mobiltelefon felhasználásával és a végrehajtó szervezetek segítségével közbeavatkozni.

A riasztás helyi és telefonon azonosítható távriasztásból áll. A távriasztást elsőként a tetszőleges helyen tartózkodó (előre beprogramozott) telefonttal 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 zárrás elmaradásának figyelését, a szabotázsjelzést, s a helyszíni intézkedés lehetőségét stb.

#### Hatástalaníthatóság- és szabotázs 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 szabotázsvedélt és még az önszabotázs is riasztást vált ki a felügyeleti központban.

A rendszer automatikus GSM és GPS kapcsolatellenőrzéssel rendelkezik. Ha a GPS navigációs jelek egy adott szint alá esnek, 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 leányékolva (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 zavartalansága 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 készülékeknek 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 telefontól adathívás és nem beszédforgalomban továbbítódik, így nem az elnyomó számára értelmezhető csörgési jellel kezdődik. (A telefonálást azonban lehetetlenné teheti!)

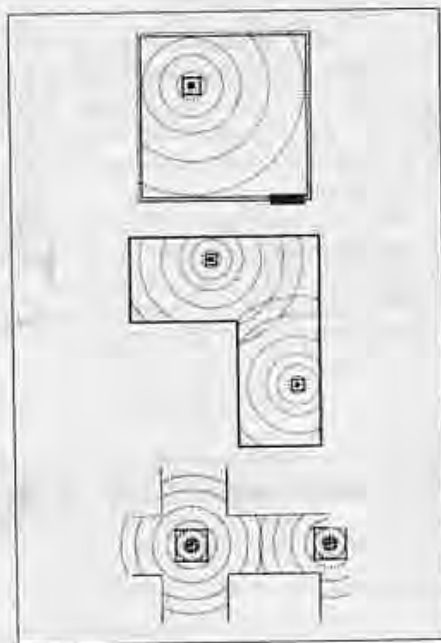
A fentiekben már említettük, hogy az ilyen jelelnyomási próbálkozások esetén a tulajdonosnál és a felügyeleti központban azonnal riasztójelzés váltódik ki.

Az utolsó nem lényegtelen tényező, hogy az autótolvajok 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 zavartalansága 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 benné 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 kézitelefon 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 hírlék, 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 kommunikációjá-

érdekében kikapcsolná, akkor a gépko-csi azonnal nyomon követhető lenne.

Nemcsak a védelmi eszközöket fejlesztők, hanem már a mobiltelefonok gyártó cégek is dolgoznak azon, hogyan semlegesítsék a jövőben esetlegesen megjelenő nagyobb teljesítményű jelelnyomó készülékeket. Ezek már pár száz méter sugarú körben is lehetetlen-né tennék a mobilkészülékek használa-tát, amely a szolgáltatóra nézve is igen kellemetlen következményekkel járna. Azt, hogy hol működik egy ilyen jelelnyomó zavaró adó, a szolgáltató a tér-képén látható „fehér zajból” nyomon tudja követni, és az ellenlépéseket már ma is képes megtenni. A gond csak az, hogy ez (egy autó trélerrel való elszál-lítási időszükségletéhez viszonyítva) időigényesebb tevékenység.

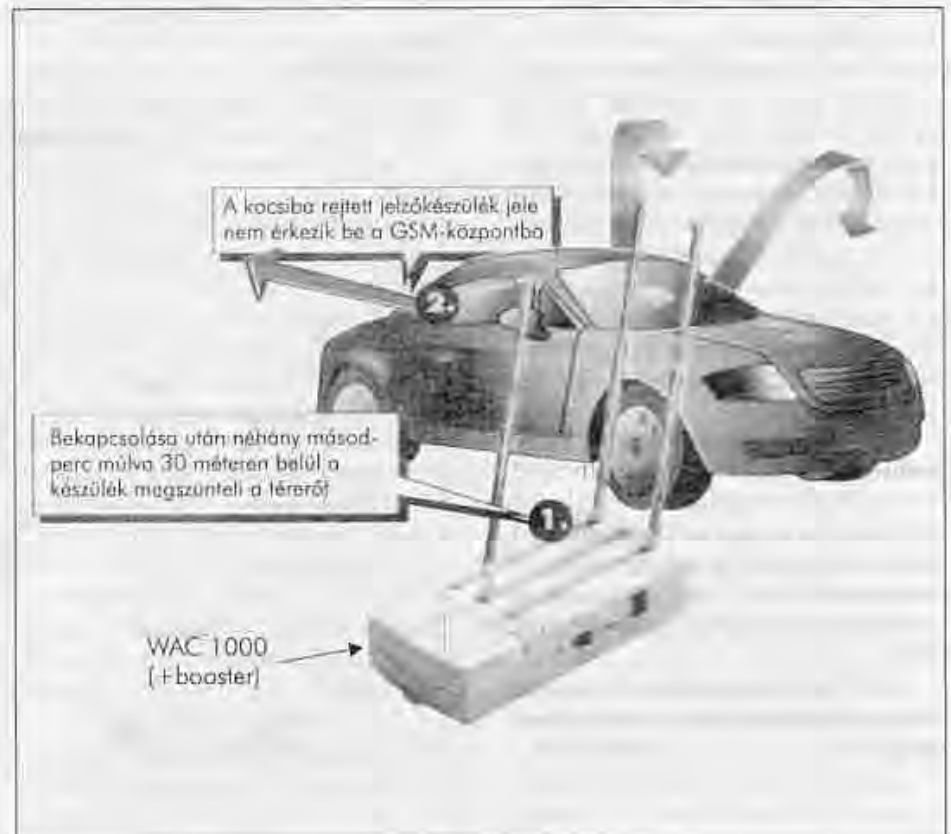
Ma már a mobiltelefont használó helyzetének meghatározására is meg van a lehetőség. A fejlesztések igen sokrétűek. Arra is rájöttek, pl. hogy a darabonként 500 milliárd Ft-ot érő „lát-hatatlan”, lopakodó repülőgépeket egy egyszerű, mobil-átjátszóállomással észre lehet venni, s a mobiltelefonok jeleivel azt kiválóan be lehet fogni, az-tán pedig lelőni. A gépek ugyanis za-varják az átjátszóállomások egymás közötti kommunikációját, így pontosan

megmondható, mikor halad át közöt-tük, pl. egy repülőgép. E módon gya-korlatilag bármelyik mobiltorony kivá-ló „radarállomássá” bővíthető.

További, jövőbeni járható út, ha a rendszert többesatornás, védett hírköz-lési csatornával látják el. Az első rádió-frekvenciás csatorna lehet a már meg-levő GSM-hálózat, a második, ill. har-madik pedig pl. kisebb frekvencián (pl. 430 MHz-es sáv) működő, pl. relézett kis hatósugarú jeladókból épülne fel, melyek csak a GSM-hálózat „összeom-lásakor” kerülnének aktív állapotba. Ma már erre is megtörténtek a kivitele-zési lépések.

Végezetül a fenti kitérő után a Sa-fety-Phone berendezésről elmondható, hogy azt a legkorszerűbb elektronikai megoldásokat tartalmazó mikrocsipek, speciálisan a jármű ipari felhasználásra gyártott laptelefon stb. alkotja. A be-rendezés minden eleme rejtett és sza-botázsvédett, mely az ISO 9001 szab-vány szerint készül. A KERMI és MA-BISZ tanúsítványokon kívül a berende-zés CE minősítéssel is rendelkezik.

A beszerelés precíz, szakszerű és lelkiismeretes elvégzése (mely lega-lább olyan fontos, mint maga a beépítés-re 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 (vétel, 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 eszhatatlan 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 HI-FI-készüléket felelőten dolog védelem nélküli kivételben beszerelni.

Akinek pénztárcája megengedi, célszerűbb értékesebb készüléket vásárolni. Ezekre egyre inkább jellemző a minőség és a komfort előtérbe kerülése. Itt már megtalálhatók a szalagtípusválasztók, 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 kocsii biztonságát veszélyeztetnénk,

- a tápfeszültség-vezeték hossz- és keresztirányú szakaszait lehetőleg a fő- (ill. mellék)kabel-köteggel azonos nyomvonalon helyezzük 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 alkalmazunk 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 építünk be! Testvezetéként minél nagyobb keresztmetszetű és minél rövidebb vezetéket használunk 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, a levált vezetékek pedig rövidzárlatot, stűzet 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 ellenére, a rendszer összes egységét szilárdan kell helyére rögzíteni,

- a hangszóró-testek ne kerüljenek vezető érintkezésbe a fém karosszériával,

- amennyiben a szerelés során nem kerülhető el a hangszóró-vezetékek közelkerülése az elektromos kábelkötegekhez, akkor feltétlenül árnyékolt kábelt alkalmazunk.

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 ajtókba történő beépítésnél az ablakemelő-kar mozgásterületét vigyük figyelembe! Hasonlóan fontos az ablaküvegek teljes mozgási pályájának felmérése,

- nagyobb, berezgésre hajlamos részeket öntapadó csillapító bevonattal lássuk el (pl. az ajtók hordozófelületei stb.),

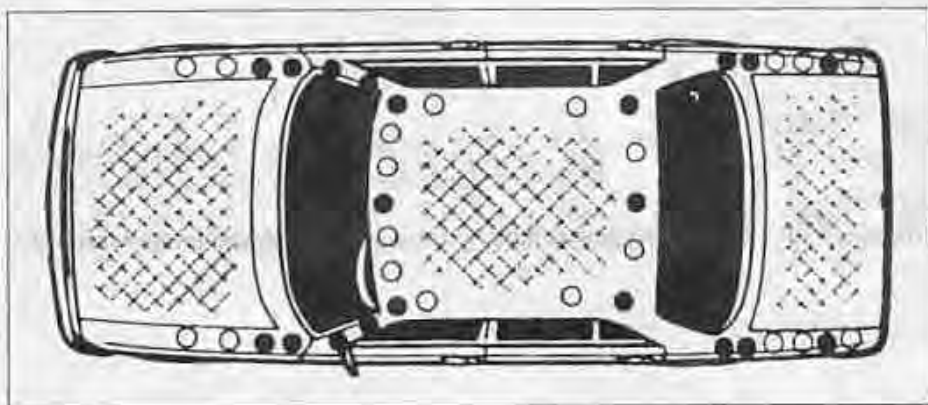
- a hangszórókábel csatlakozások minőségére fordítsunk fokozott figyelmet. Azok megfelelő keresztmetszetűek és lehetőleg azonos hosszúságúak legyenek. Az érintkezők későbbi oxidációját feltétlenül meg kell előzni,

- a testvezetéket 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 ajtókba 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 reflexiós hatások miatti erős hangtorzítások. A kocsiban ülők aránytalanul közel vannak a hangszórókhoz és a hangszórók ehhez képest a legkülönbözőbb távolságokban találhatók. A hangtér oly kiesi, hogy az „igazi hangkép” kibontakozására nincsen lehetőség.

A további kérdés, hogy milyen antenntát szerelünk kocsinkra? Árban és működésben is legelőnyösebbek azok a rúdantennák, amelyek a járművön kívülre kerülnek felszerelésre. A megfelelő csövön átvezetett külső antenntát, 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 antennták elhelyezési helyének minősítését a 7. ábrán láthatjuk. A fekete köröng az előnyös elhelyezést, a kör az elméletileg lehetséges területeket, a kereszttel áthúzottak feltétlenül kerülendő antennatelepítési helyek.

Az antennták 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 antenntákba 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 vezetékkezése

Az autó-HIFI rendszerek vezetékkezése 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 csomagteremben elhelyezett CD-váltó a szükséges lemezserét vegrehajtsa, amikor erre egy gombnyomással parancsot adunk. A különálló érkező feltüntetett jelölés rendszerint 12 V-os feszültség továbbításra utal.

- Kisfrekvenciás vezeték. Tipikus példák erre a hangszórók vezetékjei. Mindig párosan haladó vezetékekről van szó, ugyanis a hangszórók plusz és mínusz vezetékkel csatlakoznak. A hangszórók elhelyezésének jelölése FL vagy VL=baloldalt, elől; FR vagy VR=jobboldalt, elől; RL vagy HL=baloldalt, hátul; RR vagy HR=jobboldalt, 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 egyszerű árnyékolt vezeték.

### A szabványosított csatlakozóelemek jellemzői

A DIN-szabvány szerinti készülékek-nél 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 készülékek-nél 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 vezetékjei, a középső blokk a hangszóró-csatlakozások részére van fenntartva, a felső (vezérlő) blokkhoz csatlakoznak az előerősítő, az erősítő, a CD váltó stb. készülékek vezetékjei.

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 vezetékjeinek 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, iváthűzések, villamos távvezetékek stb. esetében természetesen nincs mit tenni.

- Hogyan keressük meg a zavarforrást? Gondoljunk arra, hogy csak a bekapcsolt készülékek okozhatnak zavarforrást. 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-

# bevért kapcsolások

Ferenczi Ödön okl. villamosmérnök

*Ez évi kapcsolástechnikai összeállításunkban is igyekeztünk sok ötletet adó áramkör 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 a technikai megoldásokból a leírtakait a lakás, a műhely ill. az autójához 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 izzószálanak, fűtőbetéjének kímélése,
- hagyományos fűtőbetétes forrasztópáka esetében pl. a páka-hegy 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 szőban forgó szerszámoknál készenlét üzemmódban a teljesítményfelvételt kb. a felére célszerű csökkenteni. Forrasztópákáknál pl. azok teljesítmény-felvételét úgy kell megválasztani, hogy a készenlét üzemmódban a forrasztóon a páka hegyén éppen hogy megdermedjen.

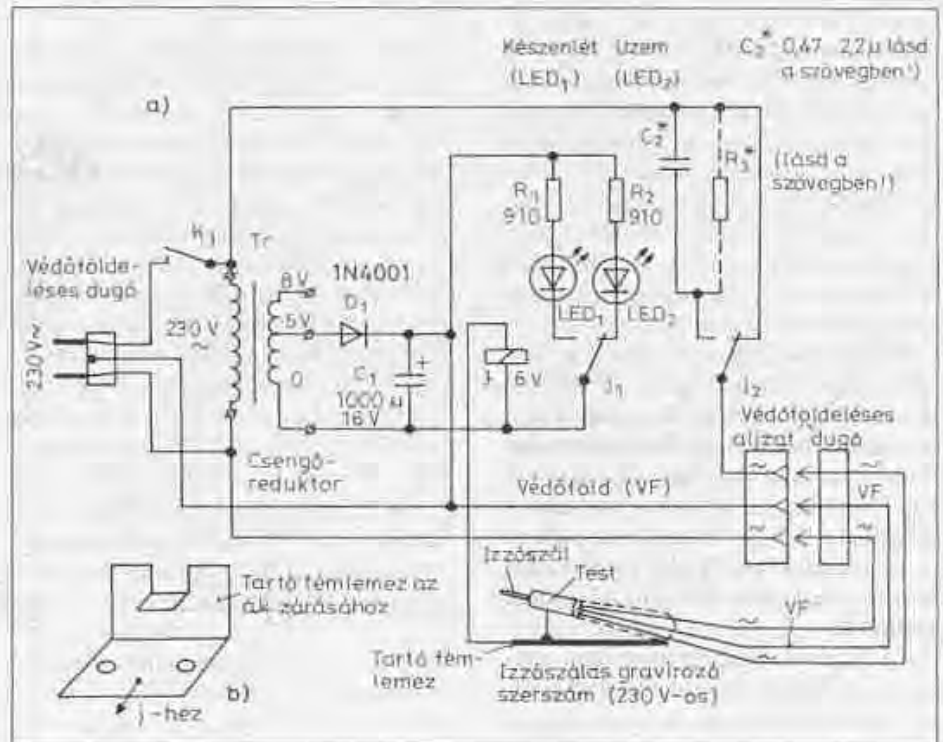
A készenlét üzemmódban a teljesítménycsökkentést a szerszámok áramkörébe sorosan beiktatott kapacitív vagy ohmos ellenállás segítségével érjük el, mikor azt a tartójára helyezük.

(Folytatás a 237. oldalról)

romos egységek bekapcsolásával! Végeterül magát a motort is indítsuk be. Ha sikerül a zavarforrást is behatárolni, akkor már meghatározhatjuk az elhárítás módját is.

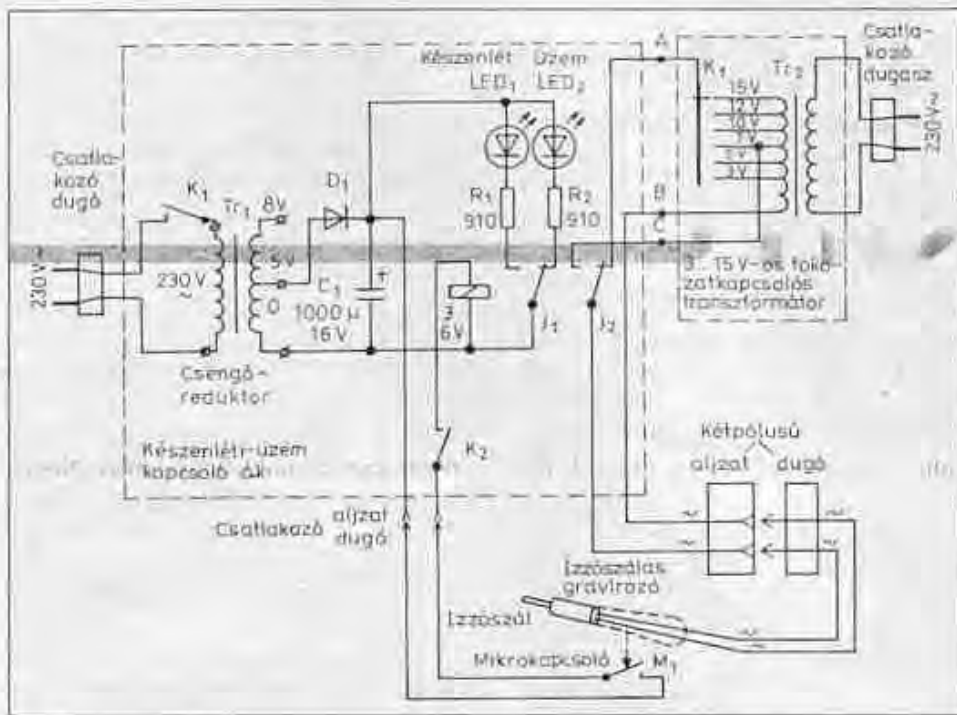
### Forgalmazók és forrásirodalom:

1. PANDANT járműkövetéses vagyonvédelmi rendszer: Antenna Hungaria Rt. 1119 Bp., Petzval J. u. 31-33. Tel: 203-6060/2046
2. Safety-Phone távfelügyelő vagyonvédelmi rendszer: Global 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 a 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 használatkor az „Üzem” feliratú világító dióda kap feszültséget. Amikor a szerszámot a tartójára helyezük, 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 ellenálláshuzalú műanyagvágó szerszám kíméletes működtetésére alkalmas. A szerszám felvett teljesítménye a 3...15 V-os, foko-

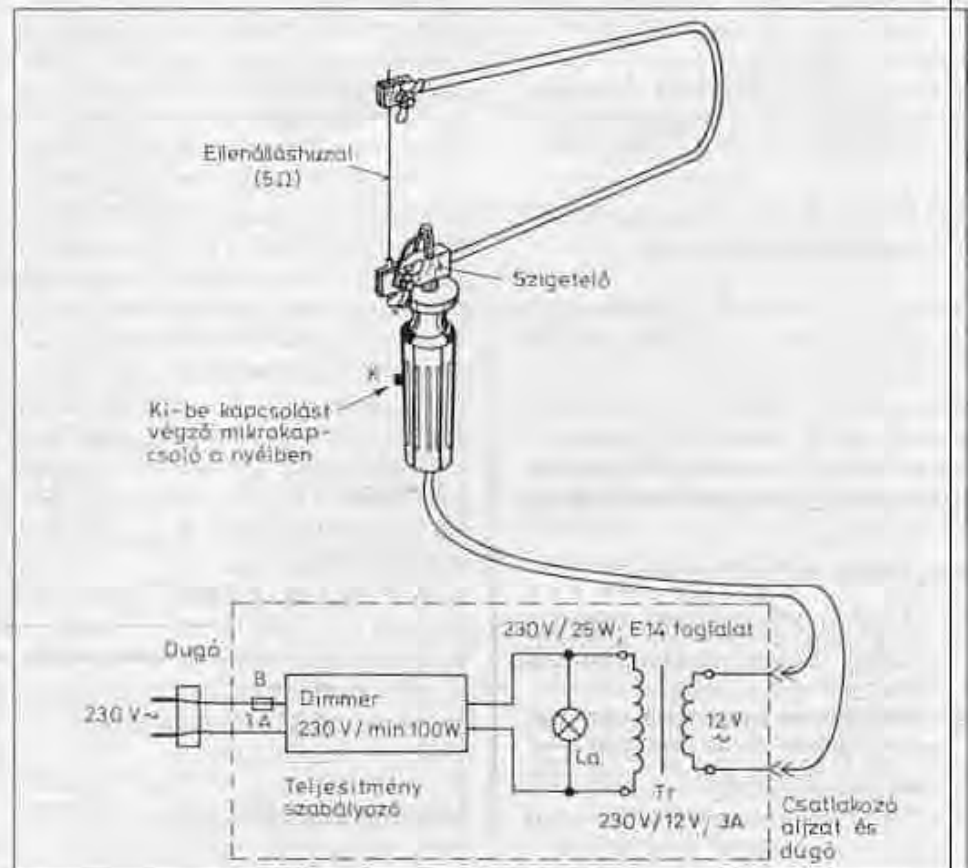
zatkapcsolóval ellátott transzformátor segítségével állítható be a legmegfelelőbb értékre.

Amikor a szerszámot a tartójára helyezük, a mikrokapcsoló érintkezőjének záródása a jelfogó gerjesztését eredményezi. Ekkor annak második morzeérintkezője a beállított teljesítményszintről, a csökkentett (készenléti), vagyis a transzformátor kisebb feszültségű szekunder megcsapolására kapcsol át, így csökkentve a megfelelő értékre a szerszám által felvett teljesítményt. A szerszám használatkor az „Üzem”, annak a tartóra történő helyezésekor pedig a „Készenlét” feliratú dióda világít.

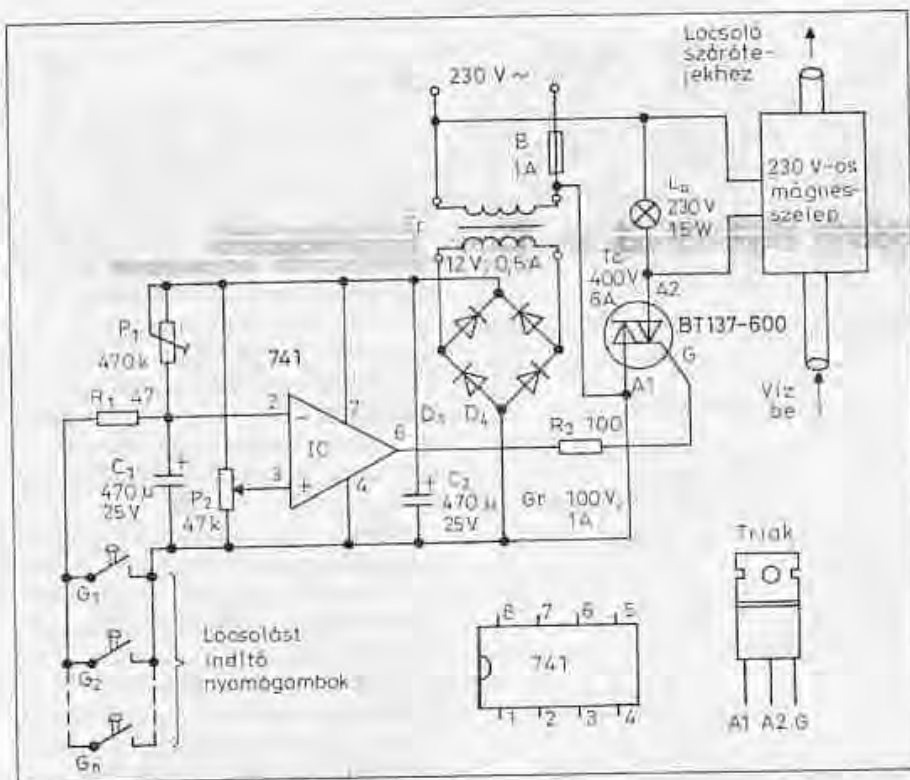
Ennek a kapcsolásnak a felépítése gyakorlatilag megegyezik az előző ábrán látottakkal, itt azonban kétpólusú (euro) csatlakozó dugó és aljzat beszerzése is megfelelő.

Mindkét kapcsolást elláttuk egy a transzformátor primer körébe iktatott hálózati kapcsolóval. 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 e szerszám segítségével igen szép és egyenes 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. Megfelelő 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 izzószálas gravírozókészülékek transzformátoráról működtethető.

### Időzített kerti locsoló

A családi házunk kertjében lévő növények és a füvesített terület locsolása

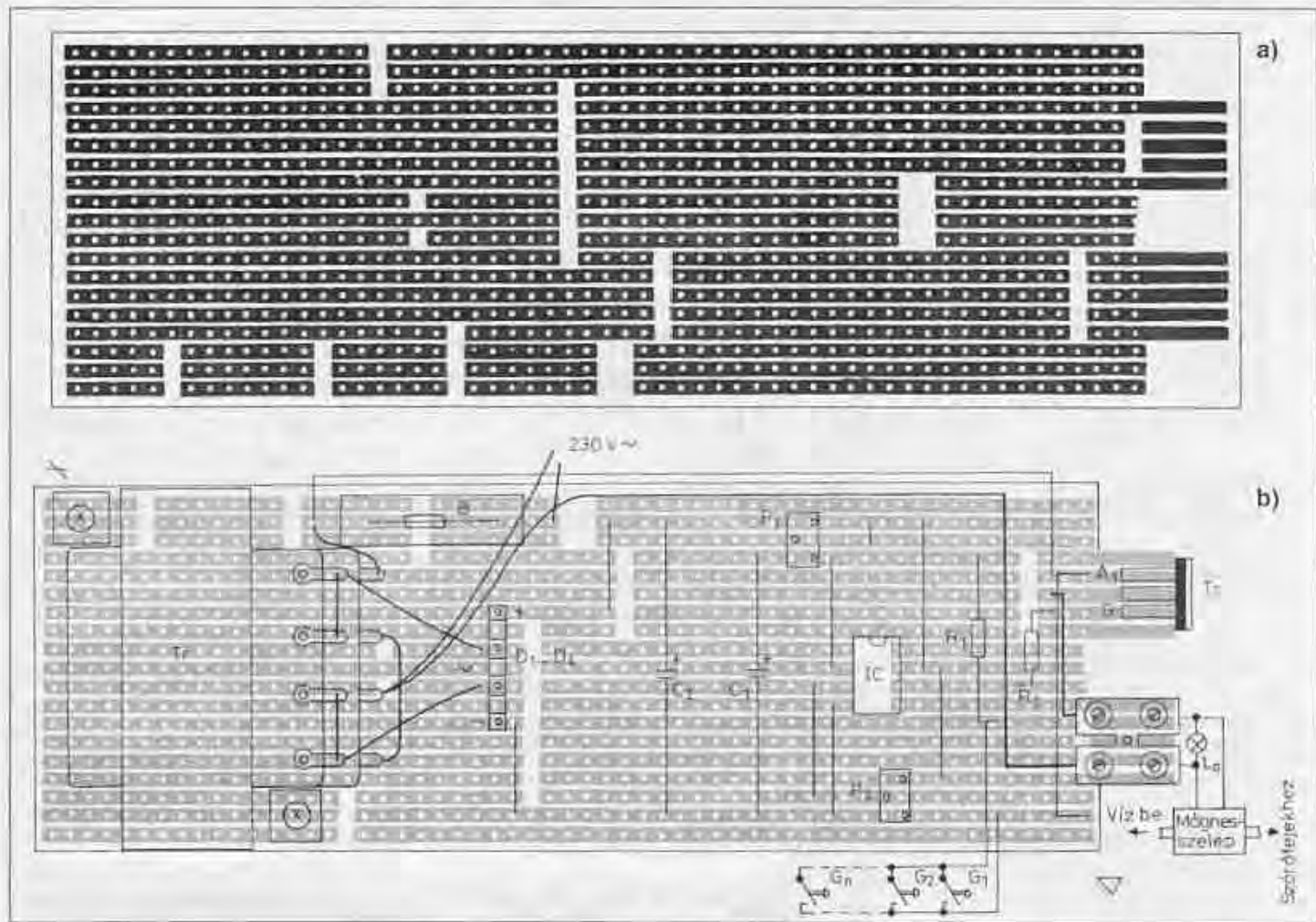
napjainkban nem kis költséggel jár. Az elektromos energiával és a vízzel való takarékoskodás napjaink égető kérdésévé vált.

A 4. ábrán látható kerti locsoló-szórófejeket 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 vezeti 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 kapacitív lévő feszültsége 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 feszültségszintre 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  $I_a$  ohmos terhelést adó jelző izzólámpa kialszik) és így a szórófejek vízellátása megszűnik.

A locsolás indítása a nyomógombok valamelyikének megnyomásakor a



5. ábra

470  $\mu$ F-os kondenzátor kisütésével újra megtörténhet. Ha valamelyik nyomógombot a lecsolási 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 „nyomtatót áramkörét” 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 lecsolási időtartamok a kereskedelemben kapható, a hálózati csatlakozó aljzatba dugaszolható egyszerű napi vagy heti időkapcsolóval is vezérelhetők. A lecsolási periódusok (pl. az esti ill. kora reg-

geli órákban) automatikusan történnek, a beprogramozásnak megfelelően. A gond az, hogy nem vesszük figyelembe pl., hogy éppen nem esik-e az eső és így teljesen szükségtelen locsolni.

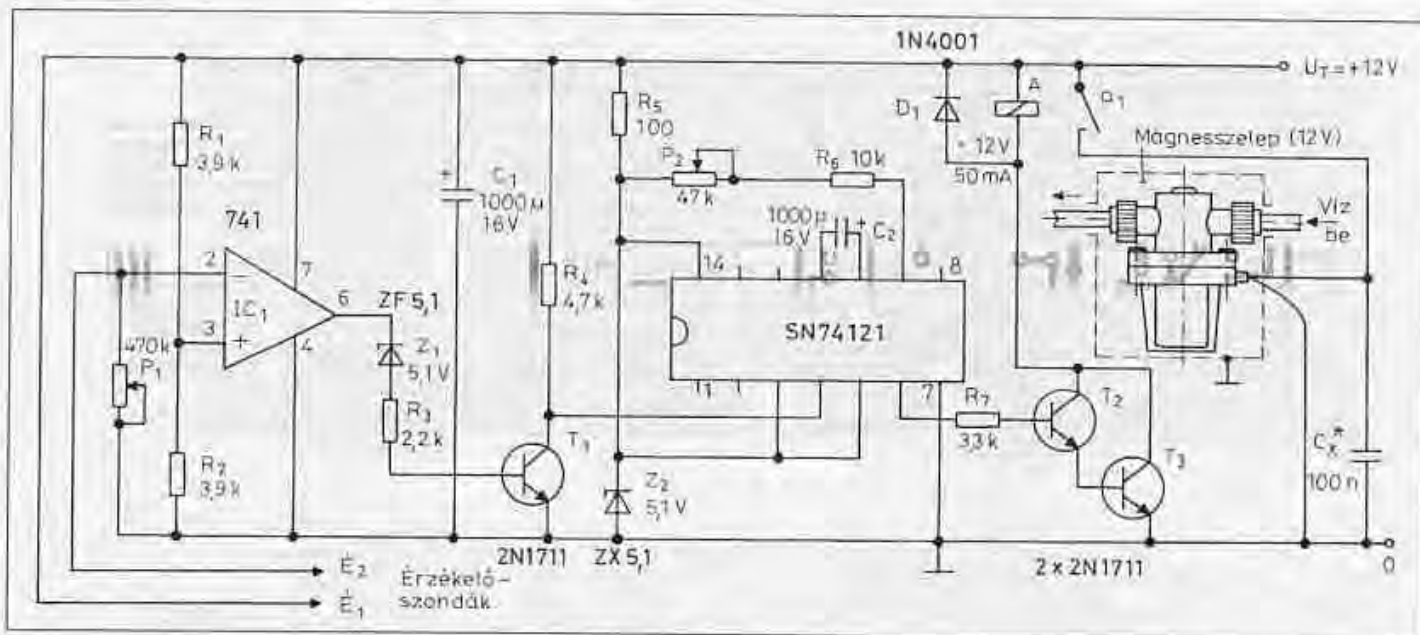
(A szerkesztő megjegyzése: Az áramkör alapötlete jó. Mjutan azonban a kapcsolás minden eleme a hálózattal vezetői kapcsolatban van – tehát a működtetési vezérlő nyomógombok, a hozzájuk tartozó vezetékkel együtt is – az „egy az egyben” utánépített berendezés használata életveszélyes lehet! A probléma egy, a hálózati táplálásba beiktartott 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 kör-forgást 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 lecsolás (lásd később). A forgó szórófejekkel történő terület hiánytalanul való öntözését úgy is elérhetjük, hogy a lecsolást 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 értéknel kell kikapcsolnia. Így a forgó locsoló szórófejek vízszugara a változó víznyomás eredményeként a teljes területet betérítik. Követelmény, hogy a lecsolás szükségességének megállapítása a talaj nedvességnek mérése útján a kert több pontján történjen. Igen fontos továbbá, hogy az automata igen erős nap-sütésben ne kezdeményezzen lecsolási 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 eszik, akkor a 741-es IC kimeneti feszültsége alacsony szintről magas szintre vált át. Az 5.1 V-os Z-dióda az ideális közeli állapóváltozások biztosítása céljából került alkalmazásra.

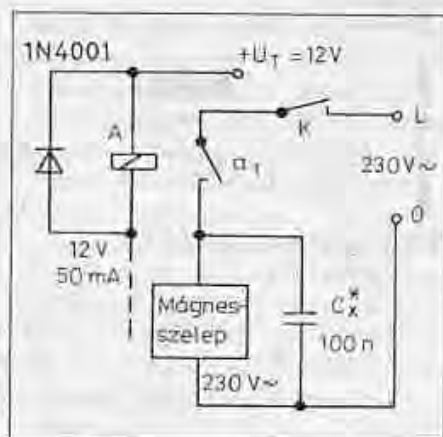
A 741-es kimenetén megjelenő magas szint hatására a Z-diódán keresztül a tranzisztor vezetővé válik és a kollektorán létrejövő 1-0 átmenet indítja a monoflop kapcsolásban működő második integrált áramkört. Feladata ennek, hogy a kimeneti jele által vezérelt Darlington kapcsolású tranzisztor-páron keresztül 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 tüi rozsdamentes acélból készítsük. Abban az esetben, ha a kapcsolásban 230 V-os



7. ábra

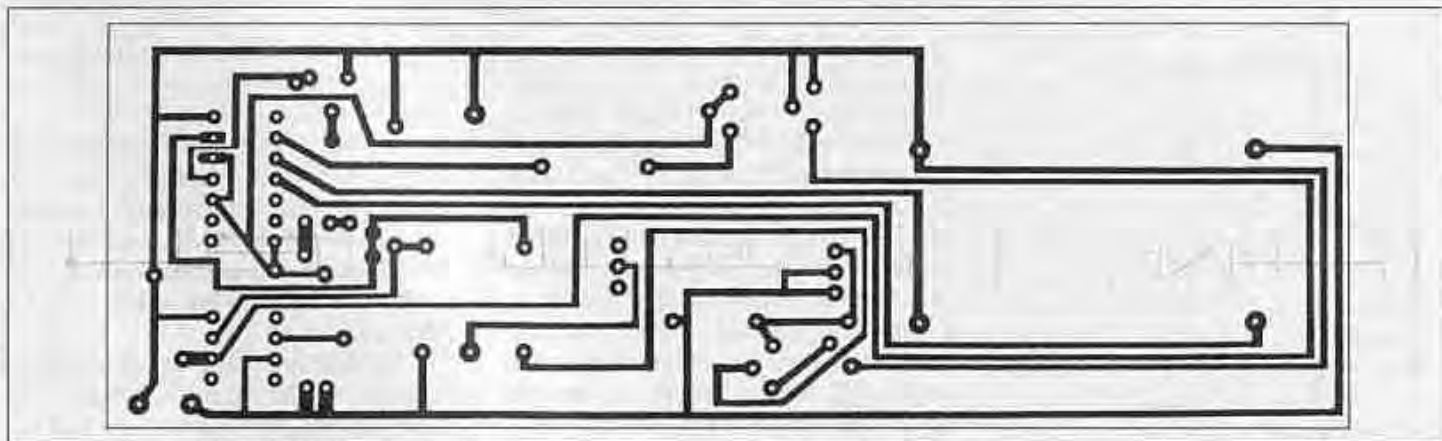
mágnesszelepet kívánunk alkalmazni, akkor a bekötést a 7. ábrán látható módon kell elvégezni. (A szerk. megj.: Ez utóbbi esetben még gondoskodni kell a megfelelő érintésvédelmi intézkedésekről is. L. például az előző kapcsoláshoz fűzött megjegyzést!)

A kapcsolás nyomtatott áramkörnek rajzát és az alkatrészek bekötését a 8. ill. 9. ábrán mutatjuk be.

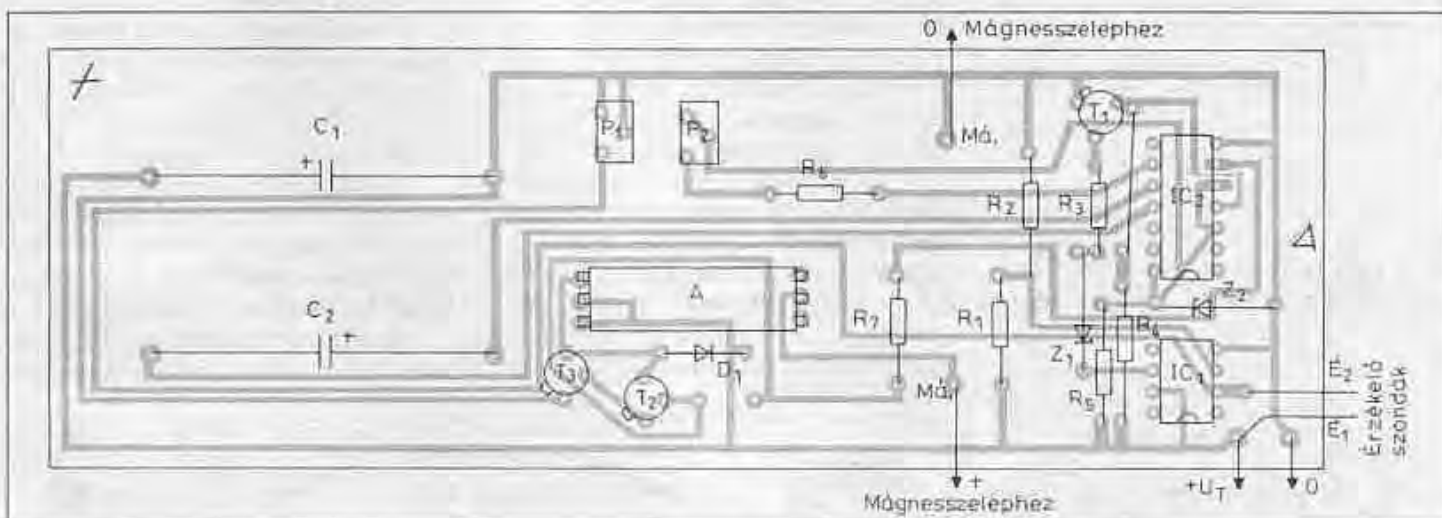
A kapcsolás felélesztésekor, az első IC 6-os kimeneti kapcsán ellenőrizzük, hogy egy érzékelő szonda két tüje közötti ellenállás növelésekor (pl. eléggé száraznak tűnő talajból egyre inkább kihúzva az érzékelő szondát) megtörténik-e egy adott értéknél a komparátor átbillenése. Az első IC neminvertáló 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 tranzisztor 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 háztetőkön lé-



8. ábra



9. ábra

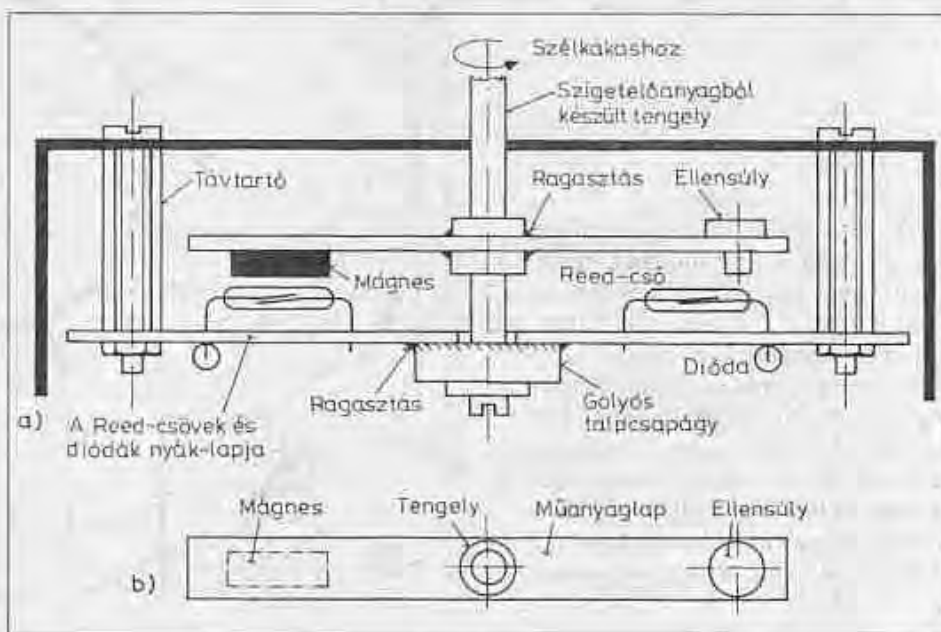
vő szélkakas megfigyelése azonban nem éppen kényelmes feladat. Sokkal egyszerűbb lenne, ha egy a szobánkban lévő kijelzőről állapíthatnánk meg a szél irányát. Erre a célra szolgál az itt bemutatott egyszerű szélirányjelző.

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  $22,5^\circ$ -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.)

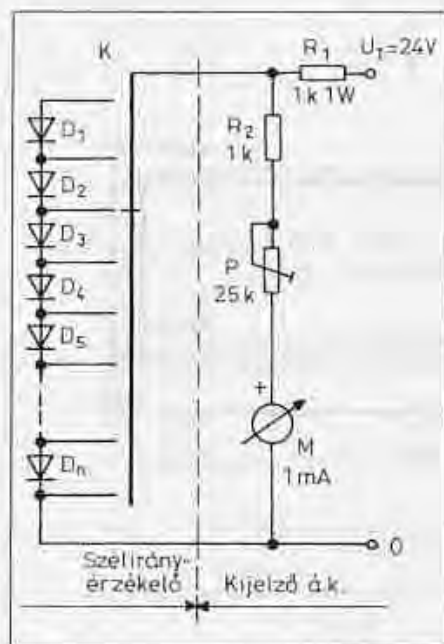
A szélirányjelző elvi működése a 11. ábrán láthatóan egy egyszerű dió-

dás oszton alapul. A nyitóirányban sorba kapcsolt s így előfeszített  $D_1 \dots D_n$  azonos típusú szilícium diódák

egyenként ugyanakkora, kb. 0,6 V feszültség esik. A szélkakas forgató tengelyével mechanikai kapcsolatban álló



10. ábra



11. ábra

sokállású kapcsoló eszűzkája 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 irányzögmérési hibák csökkentése céljából nem sokállású mechanikus kapcsolót (K), hanem reed-csöves irányszög-érzékelőt használunk. Az ehhez tartozó elvi kapcsolási rajz a 12. ábrán látható. A háztetön lévő szélirány-érzékelő kéteres vezetékkel csatlakozik a lakószobában lévő kijelző egységhez. A beállítás 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 alaplámpa 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-

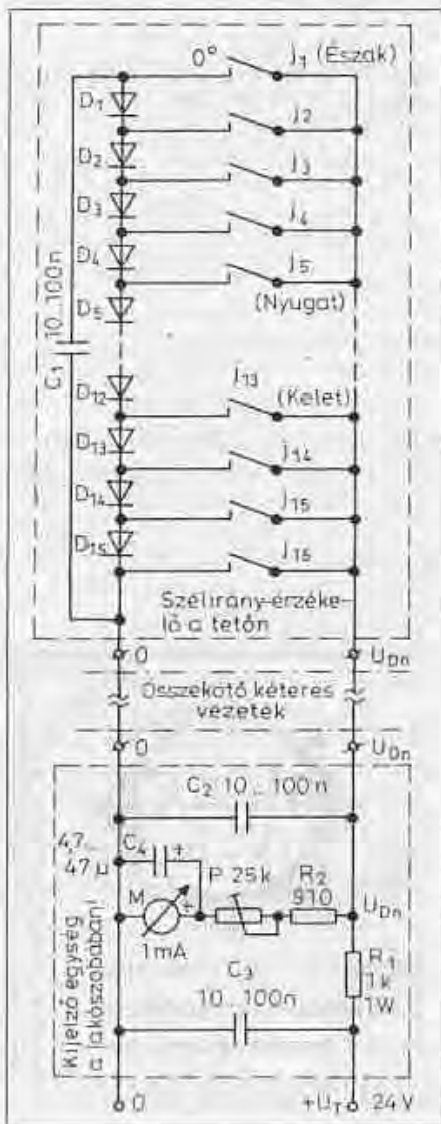
tatójának csillapítására szolgál. Ugyanis igen heves szélirányváltozások esetén lehetetlen lenne a „fő szélirányszögöt” kijelezni.

A kihelyezett szélirány-érzékelő egység (10. ábra.) reed-csőket, diódás osztót és  $C_1$  kondenzátort tartalmazó nyomtatott áramkört lapjának 1:1 méretarányú főliarajzát és alkatrészének beültetési módját a 13. ill. a 14. ábrán láthatjuk.

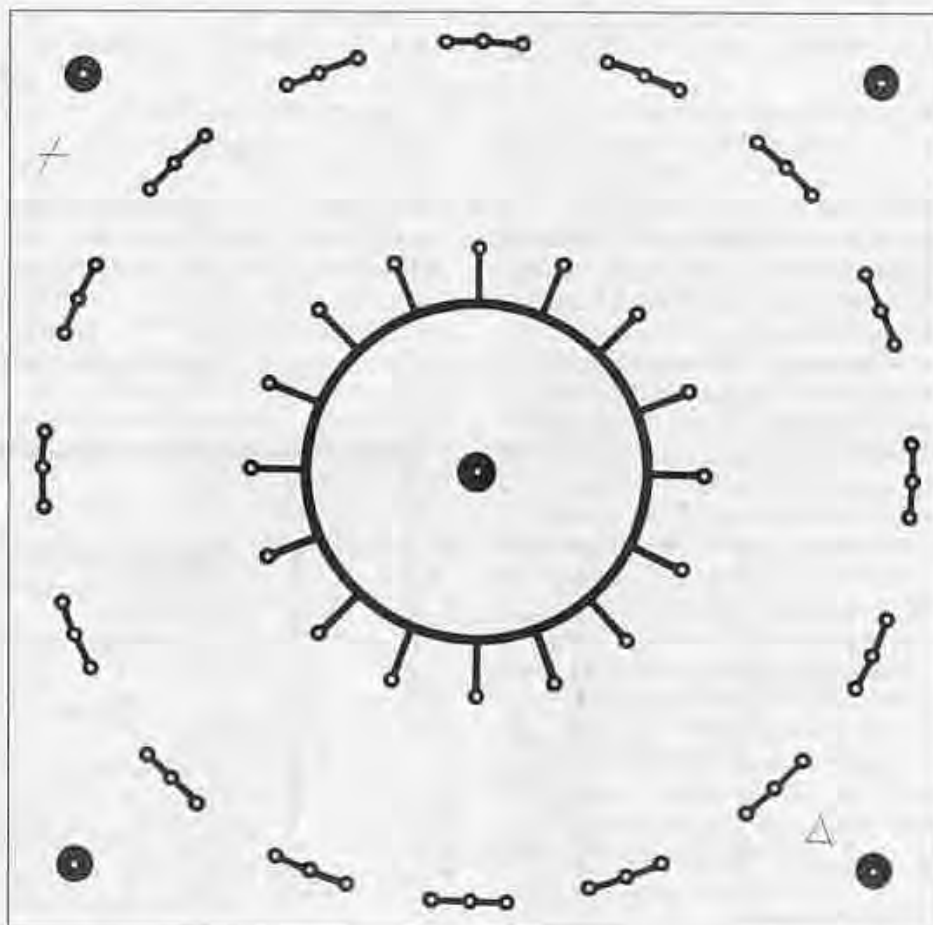
A háztetőre vagy egyéb alkalmas helyre telepítésre kerülő szélirány-érzékelőt iránytű segítségével úgy kell felszerelni, hogy az északi irányú kijelzést kiváltó reed-érintkezőpár pontosan észak felé mutasson.

Tekintettel arra, hogy a 16 kijelzett irány egymáshoz képest 22,5°-ra helyezkedik el, helyes betájolás esetén a rendszer maximálisan mintegy  $\pm 12^\circ$  hibával jelzi a szél irányzögmét.

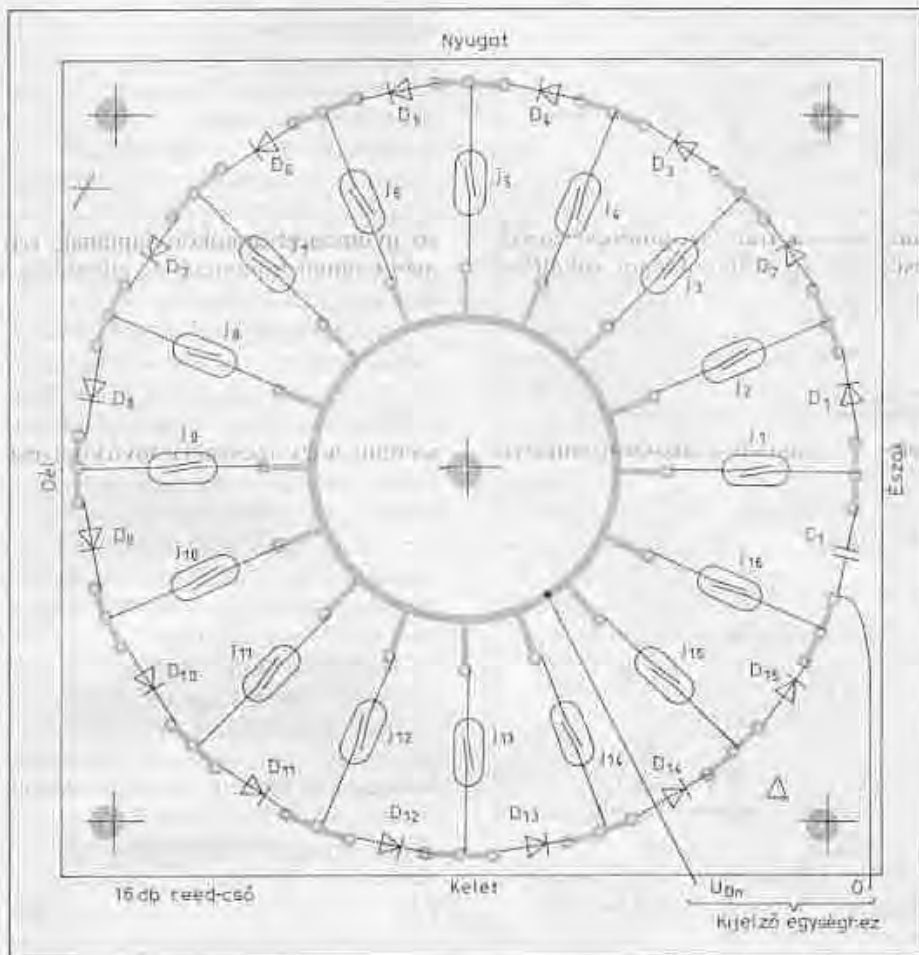
A megépített szélirányjelző az egyszerűségén túlmenően a működési elvéből következően több előnyös tulajdonsággal is rendelkezik. A diódákon azonos, közel 0,6 V feszültség esik a rajtuk átfolyó áram értékétől függetlenül. Ez azt jelenti, hogy a kapcsolás



12. ábra



13. ábra

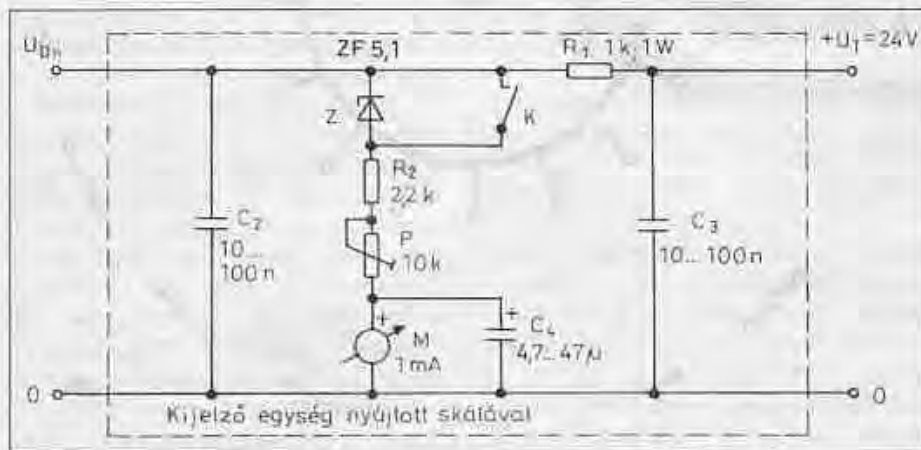


14. ábra

nem igényel stabilizált tápfeszültséget. A két távoli, az érzékelő és kijelző egység között csak kétféle vezetékkel 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. irány sugárzó 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  $J_1 \dots J_{16}$  úzenhat darab reed-



15. ábra

cső helyett (lásd 11. ábra.) pl. huszonhat 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 főértékmerő kijelzőt is használhatunk (15. ábra). Itt az M műszer skálalapján 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 megemlítjük, 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 adó készülék 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.

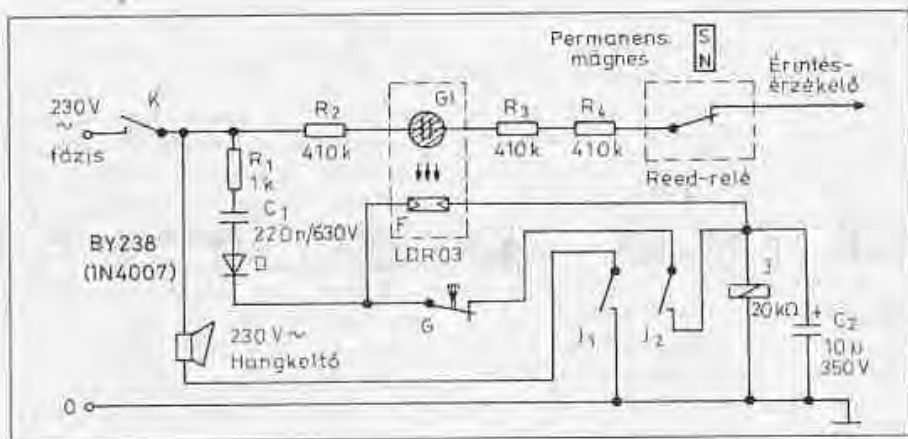


Szórakoztató elektronikai  
készülékek alkatrészei,  
kiegészítói és tartozékai.

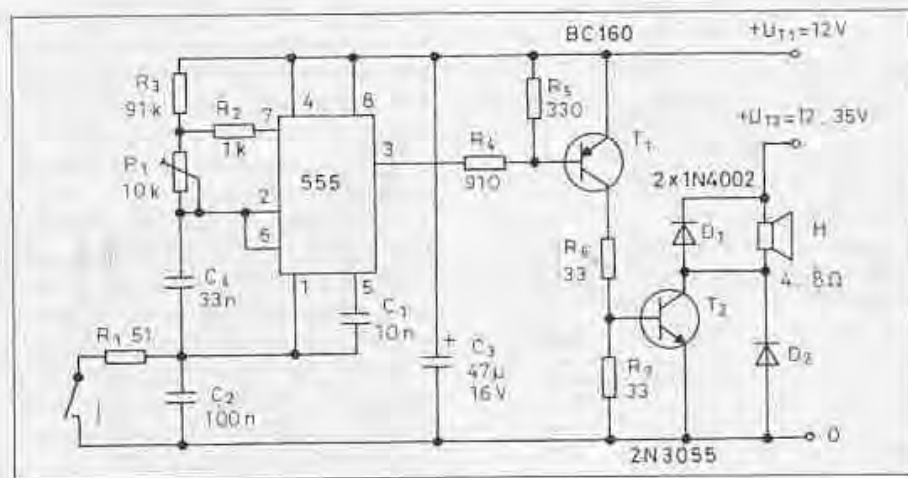
**TÁVIRÁNYÍTÓ CENTRUM**

Csomagküldő szolgálat:  
Tel.: 46/401-069, 401-079, 332-666

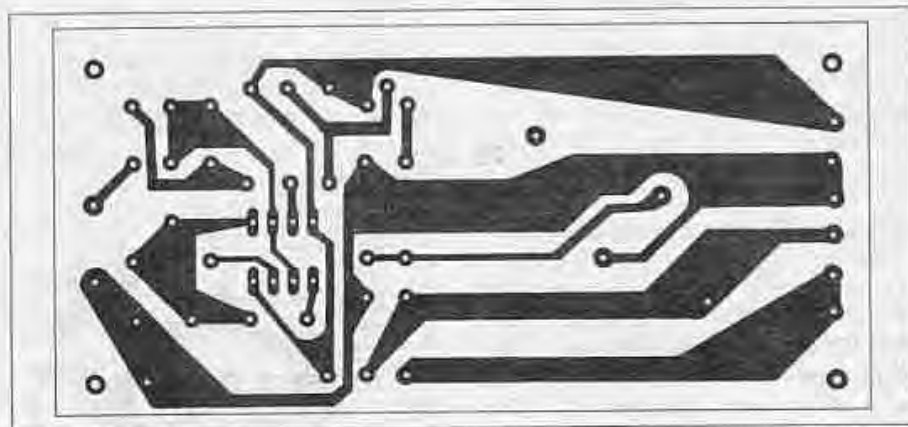
online vásárlás: [www.meur.hu](http://www.meur.hu)



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 fáziskereső működéséhez hasonló. Amikor az érintés-érzékelőt akárcsak egy ujjal is megérintjük, akkor a testünkön átfolyó

áram hatására a ködfénylámpa (glímlámpa) kigyullad. Amikor a ködfénylámpa világít, megvilágítja a vele szemben lévő LDR03 kadmiumsulfid fényellenállást, melynek ellenállásértéke az igen nagy ellenállásértékről minimális értékre esik. 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 mágneset közelítünk, akkor az a glímlámpa áramkört megszakítja, s így riasztójelzés nem jöhet létre.

A kapcsolásban az optocsatolóként szereplő glímlámpának 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. Jellegetes, 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 legegyszerűbb astabil beállításban dolgozik. A vezérlő négyszögjel a frekvencia meghatározó elemek ( $P_1$ ,  $R_3$ ,  $R_2$ ,  $C_3$ ) kapcsolási elrendezése miatt erősen aszimmetrikus jellegű; kb. 1...10% kitöltési tényezőjű az 555-ös időzítő áramkör 3. kivevésén. A kitöltési tényezőt a  $P_1$  potenciométerrel izlésünk szerint beállíthatjuk.

A végfokozatot vezérlő astabil multivibrátor akkor kezd el rezegni, ha negatív tápfeszültség-pontját, az 1-es



kivezetést testpotenciálra kapcsoljuk. Ezt egy riasztókészülék kimeneti jelfogójának 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, forgató-pásztázó vezérlőberendezés

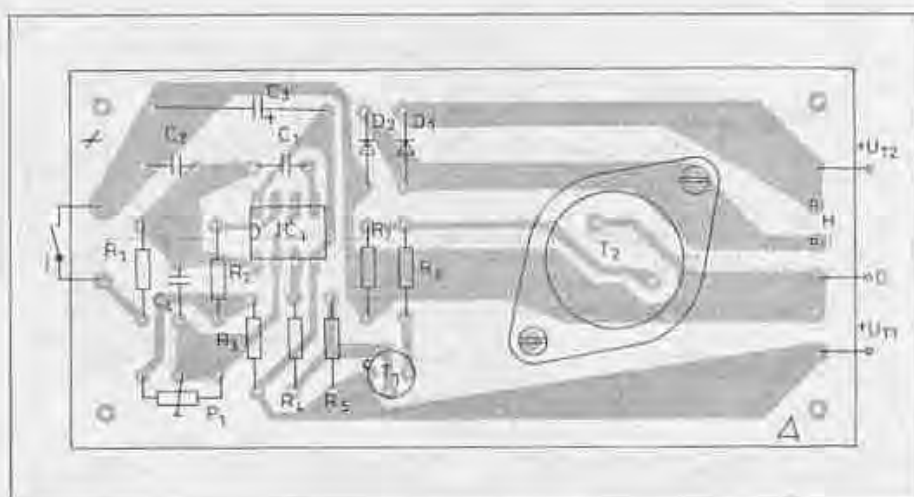
Sok olyan készülék van, amelyet különböző irányokba szükséges beállítani (pl. tévékamera, műholdvevő antenna, infravörös mozgásérzékelő stb.).

A 20. ábrán látható kapcsolás a szobán forgó egységek (pl. kamera, antenna stb.) adott irányú beállítására, továbbá keresgélésre vagyis pásztázásra szolgál.

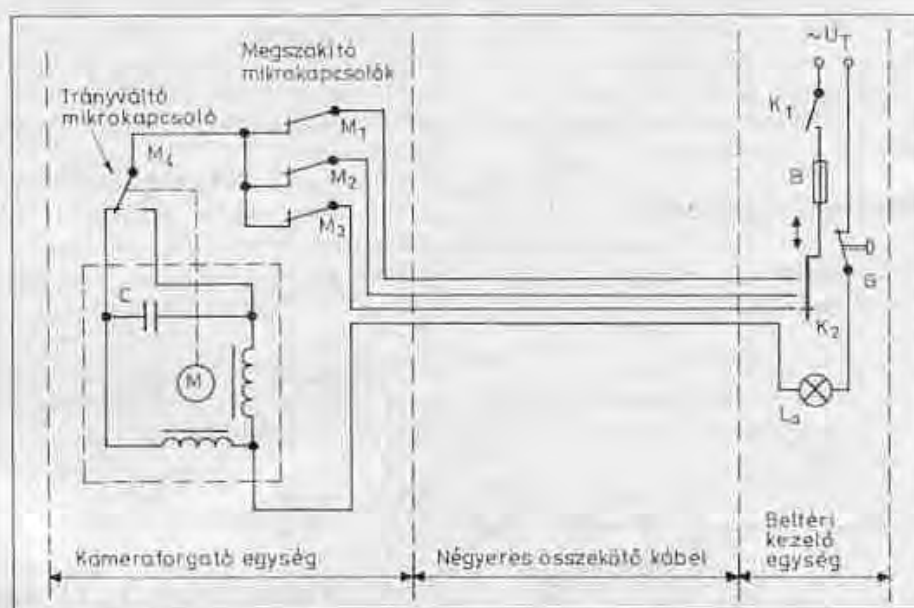
A kapcsolást az ábrán láthatóan úgy alakítottuk ki, hogy az adott egységnek három, irányválasztás szerinti, automatikus beállítására legyen alkalmas. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy pl. egy kamerát három választható irányba tudunk beállítani. A három iránybeállítási lehetőség mellett  $180^\circ$ -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 kamerának 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

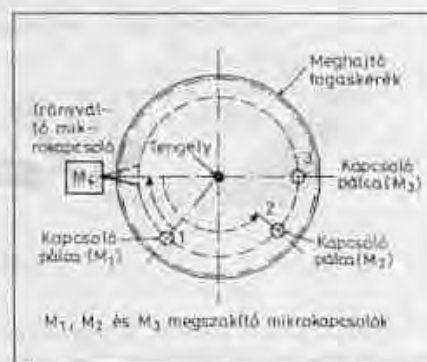


20. ábra

szembeni irányban való forgatása. A forgatás során az 1. és 2. irány elérésekor a kapcsoló pecek 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 kialszik.

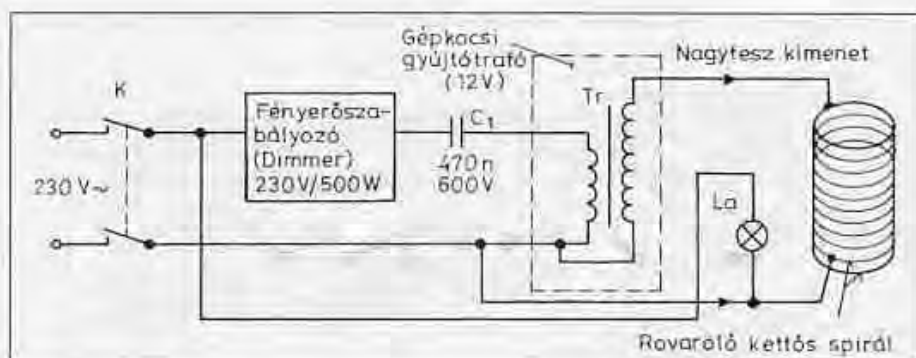
A beltéri kezelőegységet az iránybeállító forgató egységgel négyeres kábellel kell összekötni.

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 áramkörét



22. ábra

bontjuk, úgy a nekünk megfelelő irányban véglegesen megállíthatjuk a kamerát. Gyakorlatilag 180°-os keresgélési, pásztázási lehetőséggel élhetünk.

Az antennaforgatási feladatra legcélszerűbb váltakozó áramú szinkronmotor használata. Kollektoros motorknál ugyanis a működés során keletkező szikrázás igen erős zavarokat okozhat a rádióvételben.

### 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 „szaggatóként”. Így 12 V-os gépjármű gyújtótranszformátort is meghajthatunk. A kereskedelemben mindkét alkatelen 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.

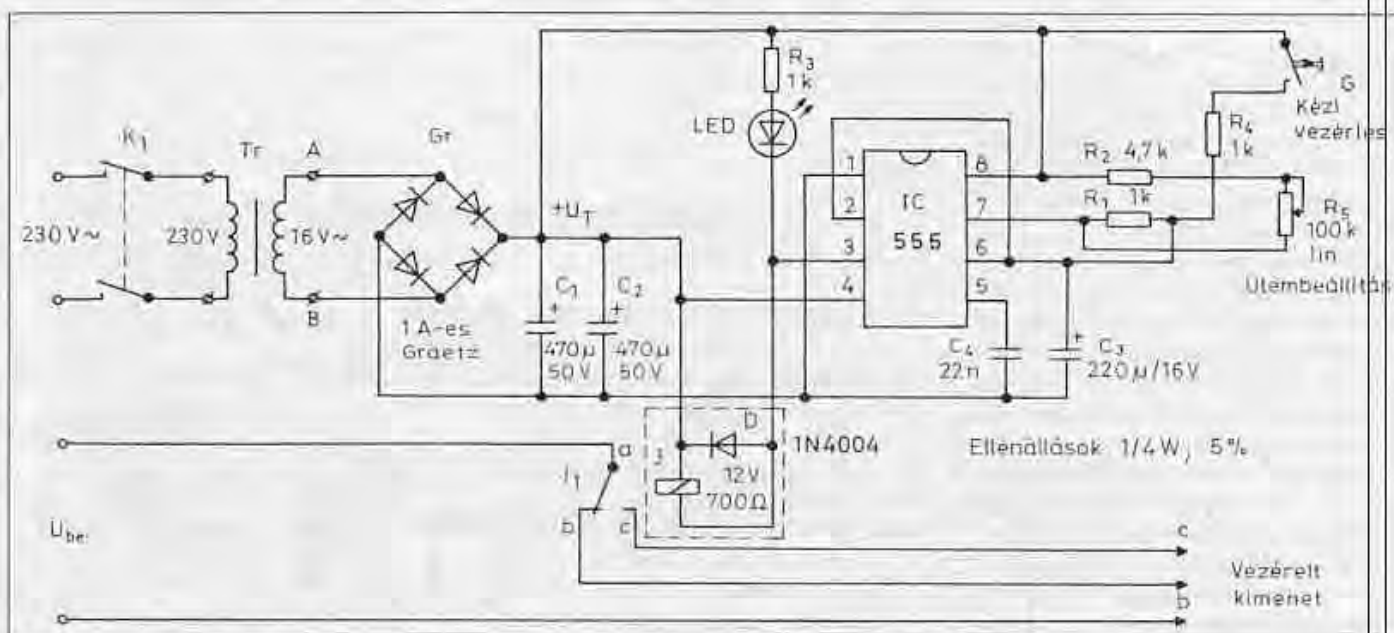
A rovarölőben egy ultraviola fényű lámpát is alkalmazunk melynek fénye vonzza a rovarokat.

A rovarölőhöz védőföldeléssel rendelkező háztartási csatlakozó dugót és háromeres csatlakozó vezetékét kell használni. A védőföld vezetékét a készülék fémbázával 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 híddal 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 HÉ 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  $R_1-C_1$  tag 0,5 s-ra állítja be. Az IC 3-as kivezetése a jelfogó meghúzatása mellett egyidejűleg a LED-et is bekapcsolja.

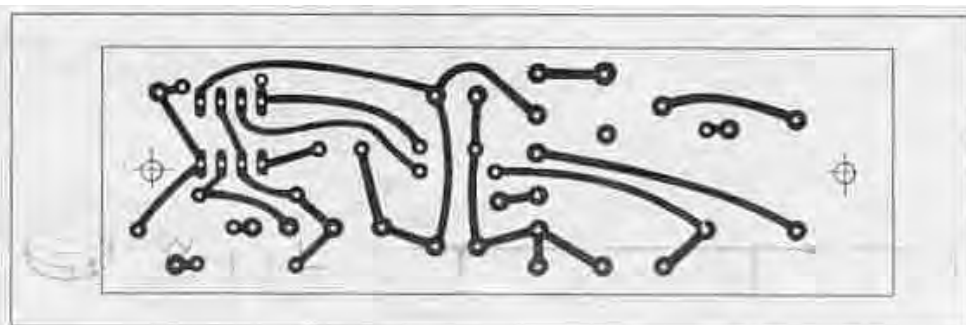
A beállított ütemjel megérkezése előtt a nekünk megfelelő időpillanatban a G gomb megnyomásával „kézi vezérléssel” válthatunk ki vezérlőjelet.

A kapcsolás nyomtatott áramkörének főábrája a 24. ábrán látható, az alkatrészek beültetési módját a 25. ábra szemlélteti.

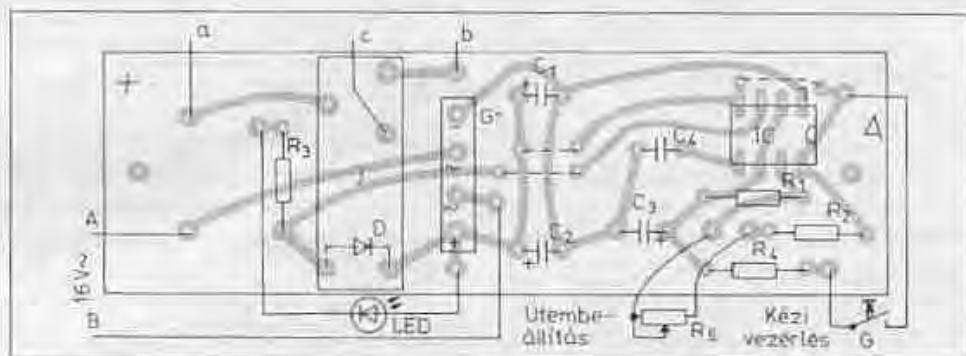
## Autós kapcsolások

### 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-lüts stb.) bekapcsolva felejtésének jelzésére szolgál. Így csökkenthető a baleseti veszélyforrás, a bal-



24. ábra



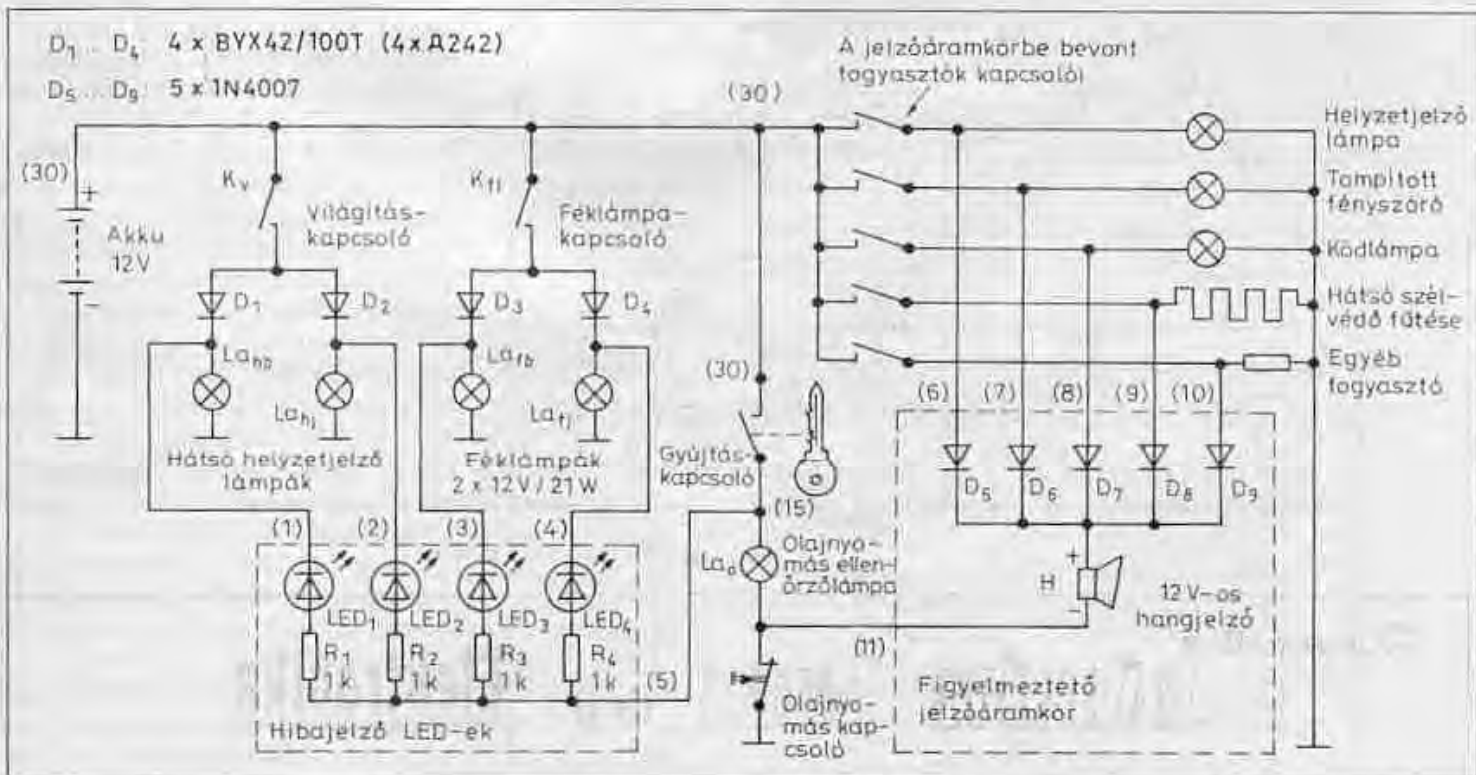
25. ábra

esetveszélyes helyzet, valamint meggátolható a járműakkumulátorunk teljes lemerülése.

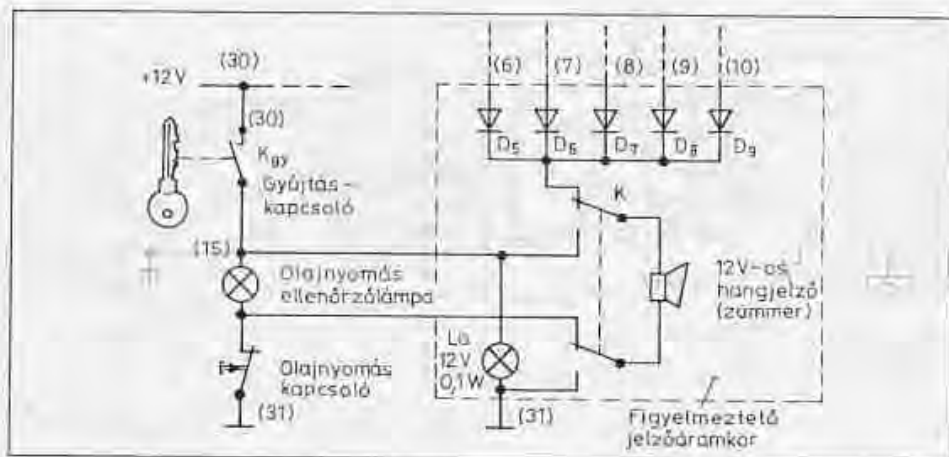
A gyújtáskapcsoló bekapcsolásakor a hibátlan hátsó helyzetjelző- és féklámpákhoz tartozó hibajelző LED-ek világítani kezdenek, áramuk a lám-

pák izzószálain folyik keresztül. Ha kitégett 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 elbírák.

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 zümmer) 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 La 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.

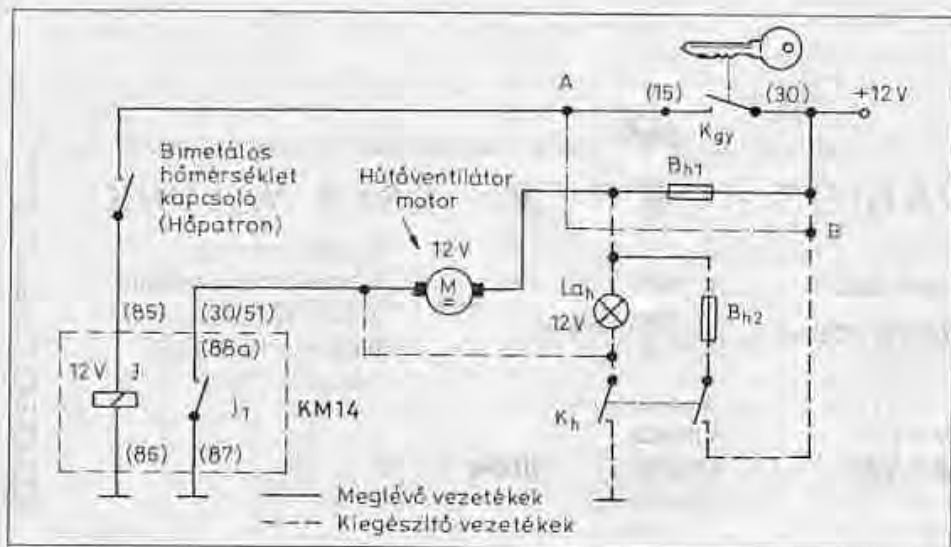
### Hűtőventilátor-motoráramkör működés-meghibásodást kivédő áramkör

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 hőmérsékletkapcsoló) 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 emelkedős szerpentineken, 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 kiéghése, 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, kocsi-típusoktól függően, az elektromos hűtőventilátor-motor a pozitív-, ill. negatív áramban helyezkedhet el (lásd 27. ill. 28. ábra.).



27. ábra

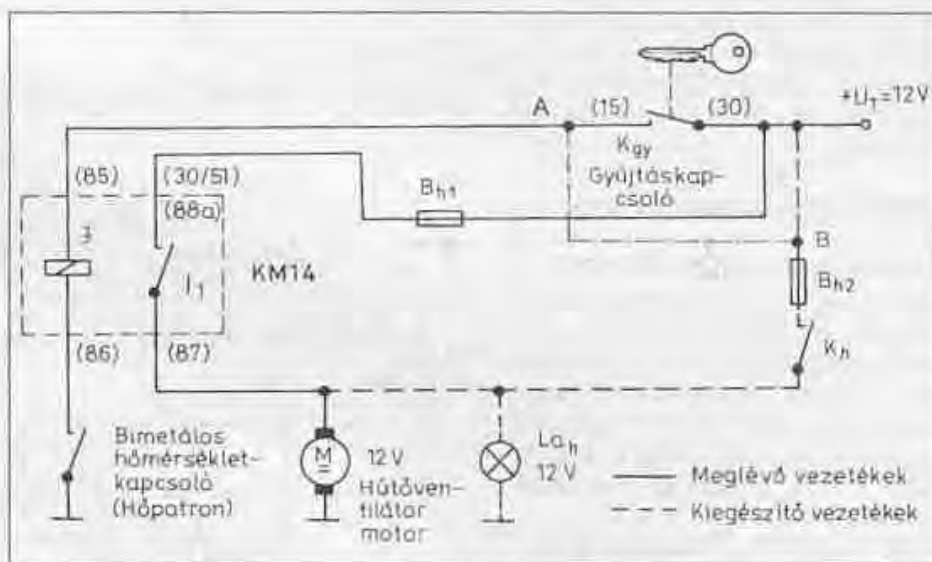
A hűtőventilátor-motoráramkör meghibásodását – néhány, az ábrán látható alkatrész utólagos bekötésével – kivédhetjük (lásd szaggatott vonallal rajzolt részeket a kapcsolási rajzokon).

A hűtőventilátor-motor működését a kapcsolásokban az utólagosan beszerelt  $L_{ah}$  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, ha csak 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 kigyulladás 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 gyújtáskapcsoló 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!

Stefánik - Békei -  
Dr. Hetényi - Kollár  
**Készüljünk a rádióamatőr  
vizsgára**  
160 oldal, 990 Ft

Heckenast - Horváth  
**A stúdiók világa**  
236 oldal, 990 Ft

Molnár György  
**Molnár János élete**  
\*  
**70 év a Sándor utcában**  
122 oldal, 990 Ft

Sugár Gusztáv  
**Megszólal a rádió**  
300 oldal, 990 Ft

Sugár Gusztáv  
**A színes televízió és a  
sztereo rádiózás**  
224 oldal, 990 Ft

Sugár Gusztáv  
**A néprádiótól  
a műholdas televízióig**  
300 oldal, 990 Ft

Stefánik Pál HASBT  
**A magyar rövidhullámú  
amatőr rádiózás  
története 1945-1955**  
242 oldal, 990 Ft



A könyvek megvásárolhatók, postai utánvétellel (csomagolás+postaköltség felszámításával) megrendelhetők a szerkesztőségnek, 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 elretentő hatású lehet.

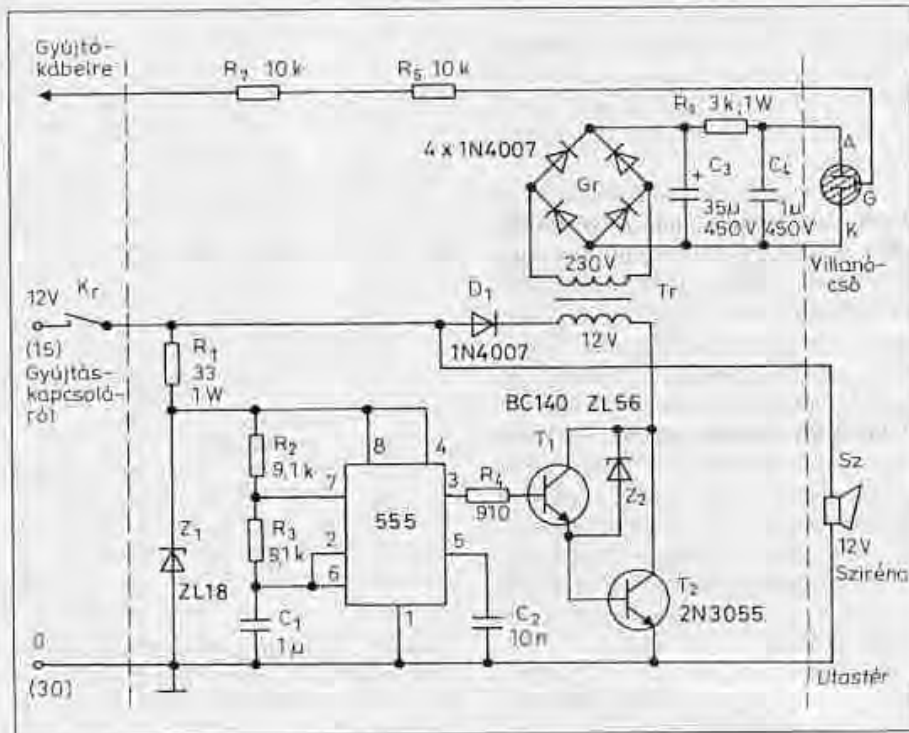
A 29. ábra kapcsolásában az utastérben elhelyezett 12 V-os erős hangú sziréna – élesített rejtett kapcsolónál – a gyújtás ráadását követően szólal meg.

A szakaszos villanófényt kibocsátó villanócsövet ugyanez az utastérben helyezjük el.

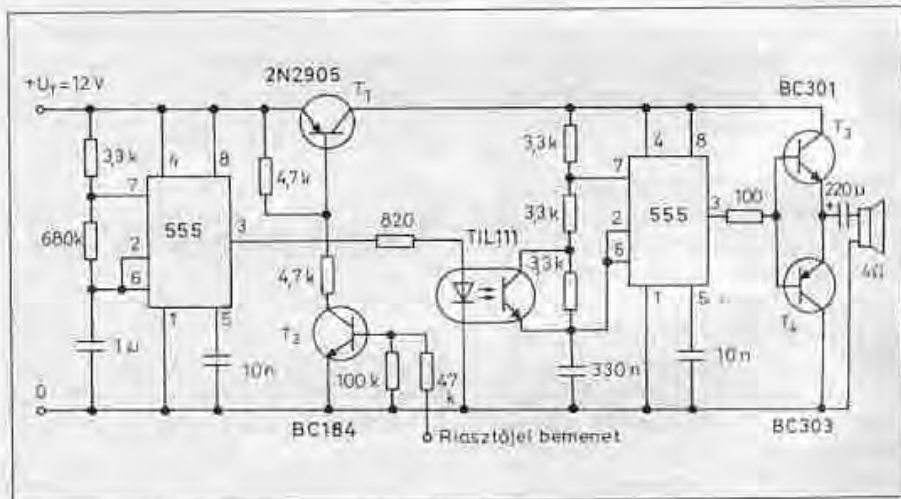
A kapcsolás egy „nagyfeszültség” előállító áramkörből és egy xenon-öltésű villanócsőből áll. A villanócső max. megengedett feszültsége 400 V. Itt a tápegység üresjárású feszültségét erre az értékre állítottuk be. Ezen értéknel a villanócső biztonságosan használható, mert üzemkészen a kapcsolási feszültség jelentősen lecsökken. A kapcsolásban lévő 555 típusú integrált időzítő áramkörrel működő négy-szöggenerátor 50 Hz-es frekvenciájú négy-szögjellel vezérli a Darlington-párt, melynek kollektorkörében egy hagyományos hálózati transzformátor kisfeszültségű 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  $R_5$  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

áramütés 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  $T_1$ -en keresztül kap, melyet a  $T_2$ -n át a „Riasztójel beme-

net”-re adott jel nyit ki. A 280 Hz-es astabil multivibrátor ekkor működésbe lép és a kimenetén megjelenő négy-szögjel 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 rövidre zárja a 280 Hz-en 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. júniusi, 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 vice új – elektronikai variánsa is igaz.

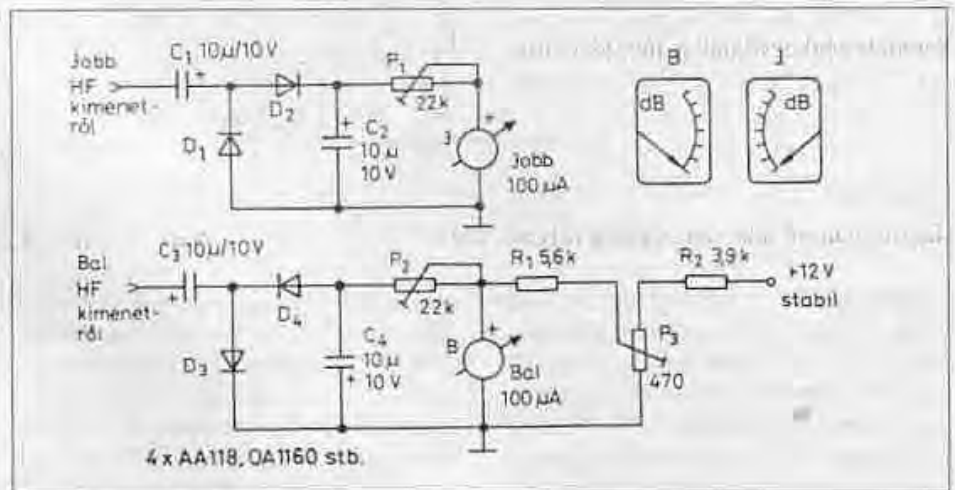
Évkönyvünkben most továbbfolytatjuk a hét éve nyitott rovatot: a régebbi Hobby Elektronika évfolyamok skk-tallózását.

### Sztereó kivezélésjelző

A házi készítésű sztereó berendezéseket (erősítő, keverő) célszerű hangfrekvenciás szintjelző, illetve kivezélésmérő műszerrel 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 esatorna 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 esatorna B jelű kijelzőjének) végkitérésben kell állnia. Ez speciális kialakítású műszert igényel. A nullponteltolás azonban elektromosan is megoldható: egy külön



1. ábra

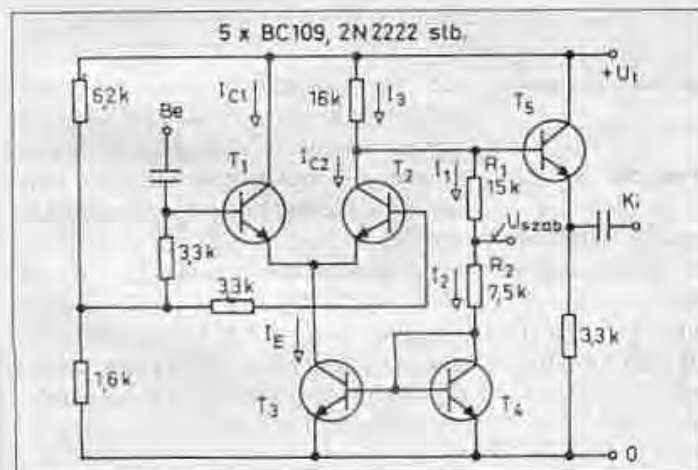
áramkörrel feszültséget juttatunk a B műszerre. A hangfrekvenciás kivezélés mértékével arányos egyenfeszültség ezt a stabil feszültséget kompenzálja, eszköenti, így a műszermutató ellenkező irányú kitérését eredményezi. A megoldás a kijelzés pontosságára gyakorlatilag nincs kihatással, mindkét tápláló 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 végkitérésre állítani a P<sub>3</sub> potenciométerrel (ez a műszer 0-helyzete), ezután az egyes esatornák azonos szintje a P<sub>1</sub> és a P<sub>2</sub> potenciométerekkel hitelesíthető.

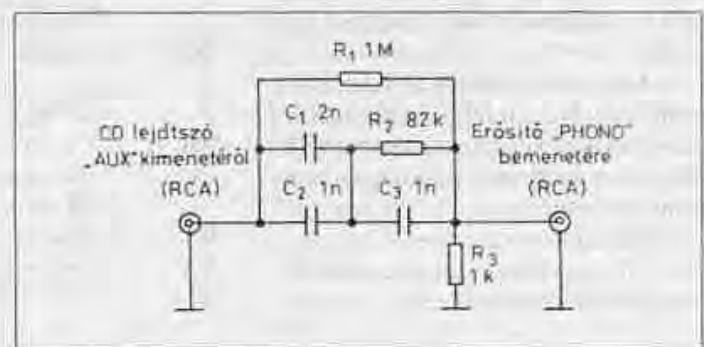
### Hangerő-leszabályozás DC-vel

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 szabályozófeszültség valamely áramkör gyors munkapontváltozását idézi elő, s ez zavaró jelet hoz létre az itt vagy az erősítő más fokozataiban található kondenzátorok gyors feltöltésével-kisütésével.

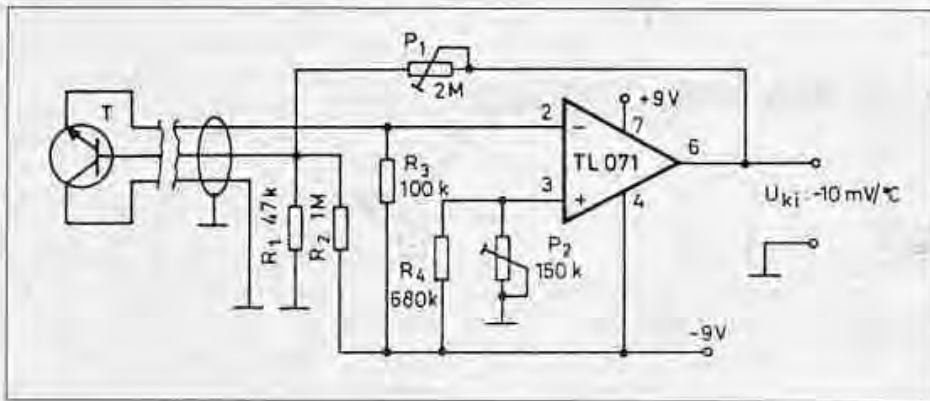
A 2. ábra erősítésszabályozott fokozata mentes ettől a hibától. Az áramgenerátoros differenciálerősítő erősítése az I<sub>E</sub> emitteráramtól függ. Az aszimmetrikus be- és kimenetű erősítő az R<sub>1</sub> és az R<sub>2</sub> ellenállások útján belső munkapont-stabilizáló negatív visszacsatolással rendelkezik. Az osztáspont-ra ve-



2. ábra

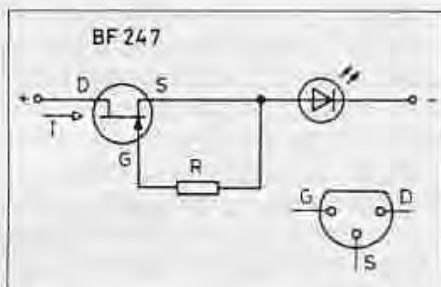


3. ábra



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  $T_2$  kollektoráramu is, de  $R_1$  és  $R_2$  megfelelő értéke esetén ezen osztó – a szabályozófeszültség által szintén módosult – árama éppen ellene dolgozik a kollektoráram



5. ábra

változásának; tehát a kollektorfeszültség jó közelítéssel állandó marad.

$T_2$  kollektorfeszültsége akkor marad állandó, azaz nem függ a szabályozófeszültségtől, ha  $I_2$  is állandó; az áramkör további analízisével bizonyítható, hogy ez  $R_1 = 2R_2$  esetén teljesül. A szabályozófeszültség kimenetre vonatkoztatott elnyomása függ az osztó elemeinek pontosságától. 20...30 dB elnyomás érhető el 5%-os ellenállásokkal, potenciométer alkalmazásával pedig az elnyomás optimális értékre állítható. A kapcsolás erősítése +15 V szabályozófeszültség esetén kb. harmincszoros.

### Anti-RIAA korrektor

A 3. ábrán látható passzív hálózat a CD lejátszó nagyjelű AUX kimenetét-

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 k $\Omega$ -nál kisebb kimeneti ellenállású AUX-ponthez illeszkedik (ez a legtöbb CD lejátszó esetén teljesül). A korrekciós görbe ebben az esetben 0,2 dB-nél kisebb ingadozással közelíti meg az elméleti görbét akkor, ha a beépített ellenállások és kondenzátorok értékűrése 1%.

A korrekort fémdobozban kell elhelyezni, amelyet összekötünk a földponttal. 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...+150 °C tarto-

mányban. Speciálisan erre a célra kifejlesztett tranzisztorokkal (pl. az AD811-gyel) 0,05 °C nonlinearitás biztosítható a 0...+50 °C hőmérséklet-határok között.

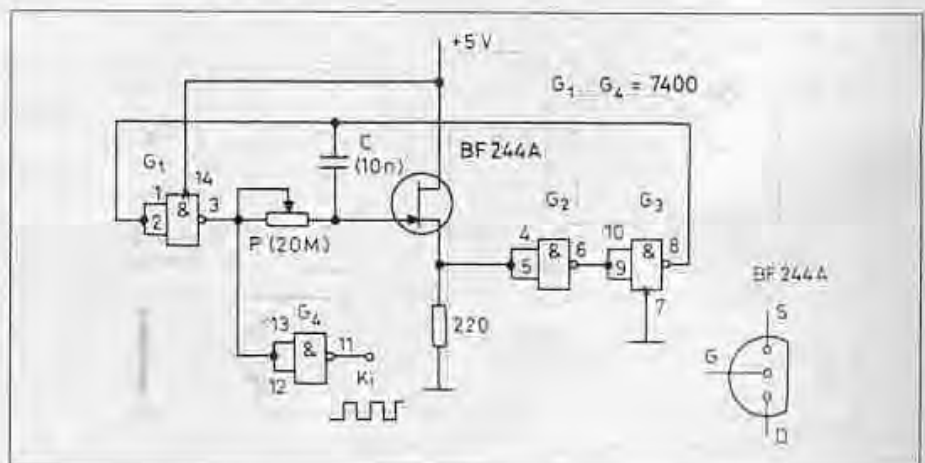
Amatőr körülmények között pl. BC109B is jól használható érzékelőként. A kapcsolásban a bázis-emitter dióda maradékfeszültségének negatív hőfokfüggését használjuk ki, amelynek tipikus értéke -2,2 mV/°C. A műveleti erősítő neminvertáló bemenetének szintjét az  $R_4$ ,  $P_2$  osztó negatív értéken tartja. Az invertáló bemenet szintjét egyrészt 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 mV/°C lesz.

Az áramkör táplálásához 5...9 V-os stabilizált, szimmetrikus tápegység szükséges.

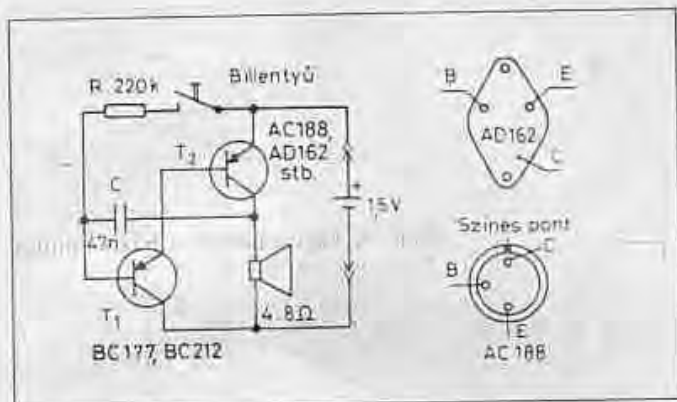
### Áramgenerátor LED-hez I.

Az 5. ábrán bemutatott kapcsolás egy fényemittelő dióda (LED, infravörös sugárzó vagy egy optocsatoló bemeneti diódája) számára állít elő konstans áramot, miközben a kétpólus kapocsfe-

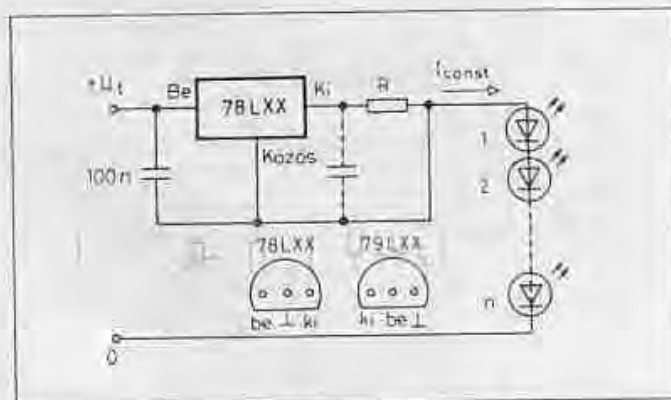


6. ábra





7. ábra



8. ábra

szültsége széles határok között változik. Az igen egyszerű áramkör 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 paraméter-szórására – 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  $\Omega$ ...20 M $\Omega$  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.

### Morzegyakorló

Bizonyára még sok alkatrésztes fiókban hever egy-két, ma már korszerűtlennek ítélt, közepes teljesítményű hangfrekvenciás germániumtranzisztor. A 7. ábrán látható kapcsolás egy olyan igen egyszerű, viszonylag nagy hangereőt biztosító morzgyakorló, amelyben jól hasznosítható a Ge-tranzisztorok azon tulajdonsága, hogy szaturációs feszültségük még a megengedett legnagyobb kollektoráram mellett is alacsonyabb, mint a hasonló teljesítményű Si-tranzisztoroké. A hangszórót meghajtó tranzisztor 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 eserejével állíthatjuk be a fülünknek kellemes értékre.

### Áramgenerátor LED-hez II.

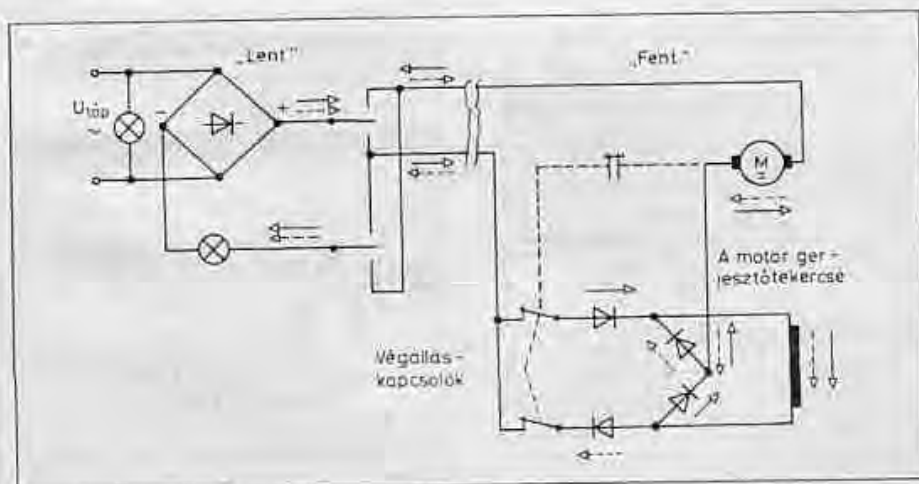
Az 5. ábrán bemutatuk a lehető legegyszerűbb áramgenerátort, LED meghajtásához. Ugyanakkor előfordulhat, hogy a rendelkezésre álló FET  $I_{DSS}$  árama túl kicsi, így a LED még R=0  $\Omega$  esetén is csak gyengén világít. Szólnunk kell a már elterjedtektől nagyobb testű, ún. jumbo LED-ekről is, amelyeket 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 kétpólus 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-jel jelölt, számok adják.

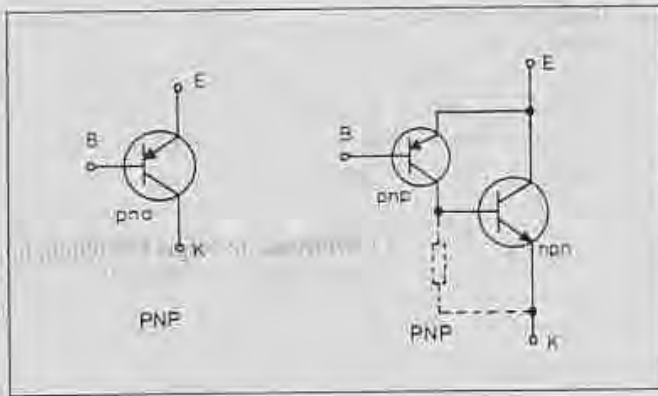
A kör árama:

$$I_{const} = \frac{xx [V]}{R [\Omega]} [A]$$

A kapcsolást tápláló feszültség minimális értéke:  $U_{min} = n \cdot U_{LED} + xx + 3 [V]$ . A világítódiodákon eső nyitófeszültség,  $U_{LED}$  értéke 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 „fenti” elhelyezett háromállású kapcsolót az egyik szélső helyzetébe állítva a motor addig forog, amíg az antennaboc 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 gerjesztőterekes árama nem vált irányt.)

A tápágba sorosan kapcsolt izzó el is hagyható, az csak a motor áramát indikálja. A szénkefék szikrázásából eredő zavart kondenzátorokkal és fojtótélekresekkel, 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 Darlington-kapcsolás. 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, hűtőlemeze történő galvanikus felerősítés lehetősége stb.) természetesen eltérőek az önálló pnp teljesítménytranszisztorétól, de mint említettük, általában csak hétvégi, azaz ideiglenes kiváltásra gondoltunk.

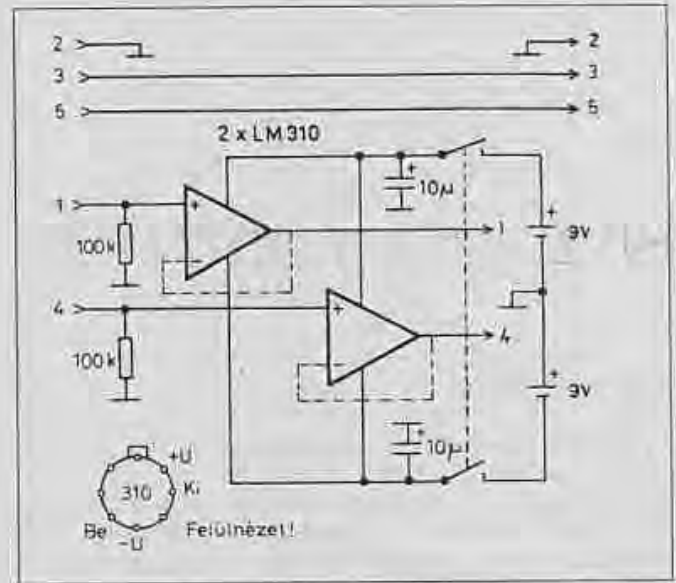
### Hangfrekvenciás impedancia-illesztő

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 kivezérléshez szükséges jelsszint. A 11. ábra áramköre – amelyet egy-egy Tüchel csatlakozóval és 2 db „radióelemmel” együtt egy kis dobozba építhetünk – alkalmi megoldást nyújt.

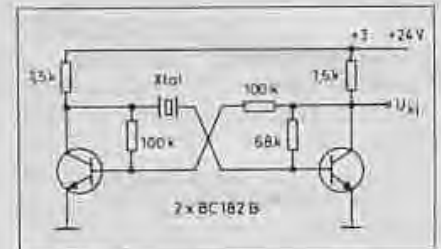
Az áramkör feszültségátvittele közel egységnyi. Az LM310 típusú IC állandó, tokon belüli visszacsatolású. Helyette  $\mu A741$ , TL071 stb. is alkalmazható, a negatív visszacsatolást (a rajzon szaggatott vonal) külsőleg bekötve. FET bemenetű IC esetén, amennyiben az szükséges, az ellenállások kb. 1 M $\Omega$ -osak is lehetnek.

### Kristályoszillátor

A 12. ábrán bemutatott kristályoszillátor érdekessége, hogy a kapcsolás kondenzátort nem tartalmaz. A nagytorzítású szinuszcjel előállító kapcsolás 100 kHz...15 MHz-es kvareok 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 ellentétes polaritású tápfeszültségről működik.)

Gyengébb rezgőképességű kvareok 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

1490 Ft

15 USD

14 €

# 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**